

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA

ARTHUR THEODORO MARINHO
WILLIAM SCORTEGAGNA CUBAS CORDEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BOX TRUCK PARA REALIZAÇÃO DE TESTES
ELÉTRICOS EM COMPONENTES AUTOMOTIVOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2013

ARTHUR THEODORO MARINHO
WILLIAM SCORTEGAGNA CUBAS CORDEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BOX TRUCK PARA REALIZAÇÃO DE TESTES
ELÉTRICOS EM COMPONENTES AUTOMOTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Engenharia Industrial Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica – DAELT - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Erley Schafranski

Co-orientador: Dr. Roberson Oliveira

CURITIBA

2013

Arthur Theodoro Marinho
William Scortegagna Cubas Cordeiro

DESENVOLVIMENTO DE UMA BOX TRUCK PARA REALIZAÇÃO DE TESTES ELÉTRICOS EM COMPONENTES AUTOMOTIVOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista, do curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 12 de setembro de 2013.

Prof. Emerson Rigoni, Dr.
Coordenador de Curso
Engenharia Elétrica

Profa. Annemarlen Gehrke Castagna, Mestre
Coordenadora dos Trabalhos de Conclusão de Curso
de Engenharia Elétrica do DAELT

ORIENTAÇÃO

Luiz Erley Schafranski, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Orientador

Roberson Oliveira, Dr.
Volvo do Brasil – R&AE Coordinator
Co-Orientador

BANCA EXAMINADORA

Walmir Eros Wladika, Prof.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

José da Silva Maia, Mestre.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Luiz Erley Schafranski, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Orientador

À Deus, pela sua imensa bondade e por nos permitir chegar até aqui.

Aos nossos pais, pelo contínuo incentivo aos estudos e pelos exemplos de vida.

AGRADECIMENTOS

Às nossas famílias, pelo apoio e compreensão.

Ao coordenador da área de engenharia avançada da Volvo, Roberson Oliveira, que idealizou e acreditou no nosso potencial para desenvolver esse trabalho.

Aos Engenheiros da Volvo: Fabricio Todeschini, Sérgio Ogata, Sérgio Kubo, Marco Guimarães, João Carneiro, Lucas Silva e Leonardo Souza, que nos incentivaram e compreenderam a importância desse trabalho para nossa formação.

Aos consultores da Volvo: Renata Amaral, Bartolomeu Bruel, Alcione Colecha e Luiz Fontana, pelas contribuições técnicas concedidas e companheirismo.

À Volvo do Brasil, que nos cedeu o espaço para desenvolver a Box Truck e financiou esse trabalho de forma surpreendente.

Ao professor Luiz Erley Schafranski, pela dedicação e incentivo desde o início deste trabalho, e pelas suas orientações, sem as quais não seria possível a conclusão positiva desse trabalho.

Aos professores da nossa banca, José da Silva Maia e Walmir Eros Wladika, que contribuíram para a nossa formação profissional e pessoal.

Aos nossos amigos Runan, Júlio, Ana, Leonardo e Fernando pelos momentos de descontração, pelos conselhos, pelos momentos que nos chamaram a atenção e nos fizeram aprender com os nossos próprios erros.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para conclusão deste trabalho os meus sinceros agradecimentos.

Peçam, e será dado; busquem, e encontrarão; batam, e a porta será aberta.

Pois todo o que pede recebe; o que busca encontra; e àquele que bate, a porta será aberta.

Qual de vocês, se seu filho pedir pão, lhe dará uma pedra?

Ou, se pedir peixe, lhe dará uma cobra?

Se vocês, apesar de serem maus, sabem dar boas coisas aos seus filhos, quanto mais o Pai de vocês, que está nos céus, dará coisas boas aos que lhe pedirem!

Assim, em tudo, façam aos outros o que vocês querem que eles façam a vocês.

RESUMO

MARINHO, Arthur T. ; CORDEIRO, William S.C. Desenvolvimento de uma Box Truck para realização de testes elétricos em componentes automotivos. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Industrial Elétrica, Ênfase em Eletrotécnica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma *Box Truck* (Bancada de testes para componentes elétricos) no setor de Engenharia Elétrica e Eletrônica da Volvo do Brasil. Esse trabalho tem como objetivo: desenvolver, validar e comprovar os benefícios de se realizar testes elétricos em componentes automotivos na *Box Truck* ao invés de realizá-los em um veículo físico. Atualmente, O custo para se realizar um teste formal em veículos físicos na Volvo do Brasil é relativamente alto, e o desenvolvimento dessa bancada traz a redução desses custos (descritos no corpo do trabalho) e maior facilidade na execução do teste. São apresentados também alguns testes que validam a *Box Truck*, comparando os resultados do teste de consumo de bateria, por exemplo, no veículo físico e na bancada, apresentando os resultados que comprovam a sua funcionalidade e confiabilidade na realização de testes elétricos. Nesse trabalho também são apresentadas as unidades de controle eletrônicas, componentes elétricos e eletrônicos contidos em uma caminhão Volvo, bem como suas formas de comunicação e arquitetura do veículo.

Palavras-chave: Bancada de Testes. Componentes Automotivos. Eletrônica Embarcada. Consumo de Bateria. Volvo do Brasil.

ABSTRACT

MARINHO, Arthur T. CORDEIRO, William S.C. *Box Truck* Development for Automotive Electrical Components Testing. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Industrial Elétrica, Ênfase em Eletrotécnica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

The following work presents the development of a *Box Truck* (Testing Stand for Electrical and Electronics Components) in the Electrical Engineering Department at Volvo do Brasil. This work has as objective: to develop, to validate and to prove the benefits of performing electrical tests on automotive components in a *Box Truck* instead of perform them in a physical vehicle. Nowadays, the cost to perform a formal test in physical vehicles at Volvo do Brasil é relatively high, and the development of this Testing Stand allows the reduction of these costs (described on this work body) and a higher facility on performing the test. There are some presented tests which validate the *Box Truck*, comparing the results of battery consumption test, for example, on physical vehicle and on the testing stand, presenting the results that improve its functionality and reliability on performing electrical tests. On this work, is presented the electronic control units, electrical and electronics components contained in a Volvo truck, as well as its communication forms and vehicle architecture.

Keywords: Testing Stand. Automotive Components. Embedded Electronics. Battery Consumption. Volvo do Brasil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Imagens emitidas pelo cluster (ECU)	18
Figura 02 – Esquema de procedimento para desenvolvimento e teste de	18
Figura 03 – Fluxograma dos procedimentos do trabalho	21
Figura 04 – Planta da Volvo do Brasil em Curitiba	25
Figura 05 – Linha de montagem de caminhões e ônibus na Volvo do Brasil.....	26
Figura 06 – Representações das etapas 2, 4, 6, 7 e 10, descritas anteriormente	28
Figura 07 – Representações das etapas 11, 16, 17 e 19	29
Figura 08 – Chicote de instrumentos do caminhão VM	31
Figura 09 – Chicote Front Cab do caminhão VM	32
Figura 10 – Chicote Cab Upper do caminhão VM	33
Figura 11 – Chicote Door Left / Right do caminhão VM	34
Figura 12 – Chicote de chassis roteado no caminhão VM	35
Figura 13 – Power Cables saindo da caixa de baterias em direção a central elétrica	36
Figura 14 –Diagrama elétrico do sistema de alimentação 12V do veículo VM	37
Figura 15 – Símbolos utilizados para desenvolvimento.....	38
Figura 16 – Cad Module dos cabos de bateria	41
Figura 17 – (a)Tela inicial do kola (b) janela de combinações peças x variantes	42
Figura 18 – Tela de um PROTUS aberto para ser resolvido pelo setor de EEE	43
Figura 19 – Fonte CC utilizada para alimentação da bancada de testes para correntes pequenas	46
Figura 20 –Sistema de Baterias + Alternador, para alimentação.....	47
Figura 21 – Foto tirada da pré-montagem das unidades eletrônicas e chicotes elétricos.....	48
Figura 22 - ECU responsável em controlar o levantamento dos eixos do caminhão FH	49
Figura 23 - Exemplo de arquitetura centralizada.....	49
Figura 24 – Exemplo de arquitetura distribuída	50
Figura 25 – Arquitetura Eletrônica do Volvo FH	52
Figura 26 – Arquitetura Eletrônica do Volvo VM.....	53
Figura 27 – Uma mensagem J1587 contém dois PIDs, 21 e 12.....	55
Figura 28 – Exemplo de Electronic Control Unit – Gateway.....	57
Figura 29 – Unidade do ABS canais que faz a distribuição eletrônica da frenagem.....	59
Figura 30 – Roof Cooler do VM – Pode ser utilizado com o motor ligado ou desligado	59
Figura 31 – Relés com lógica pré-programada	61
Figura 32 – Painel de instrumentos a ser utilizado na BOX TRUCK	62
Figura 33 – Stalk utilizado para mudança de marchas em um veículo fabricado na Suécia	63

Figura 34 – Central elétrica	63
Figura 35 – Painel de instrumentos do veículo VM	66
Figura 36 – Painel de instrumentos instalado na Box Truck	66
Figura 37 – Cabine do veículo VM basculada	67
Figura 38 – Imagem da disposição do alternador e baterias	68
Figura 39 – Comparação de acesso às unidades eletrônicas – Cab upper	69
Figura 40 – Comparação de acesso das partes elétricas	70
Figura 41 : Possíveis bancadas disponíveis no mercado.....	73
Figura 42 – Projeto da bancada escolhida	74
Figura 43 : Leiaute final da bancada escolhida – em fase de montagem	74
Figura 44 – Mensagem de erro mostrada no cluster.....	75
Figura 45 – Modelo de alicate amperímetro utilizado no teste de consumo de corrente.....	79
Figura 46 – Local da medição do teste de consumo	80
Figura 47 – Local da medição do teste de consumo na Box Truck	82
Figura 48 – Posição do fusível de proteção do climatizador	84
Figura 49 – Posição do fusível de proteção do tacógrafo.....	85
Figura 50 – Posição do fusível de proteção do cluster	85
Figura 51 – Posição do fusível de proteção do Radio	85
Figura 52– Posição do fusível de proteção da unidade de caixa i-shft	86
Figura 53 – Posição do fusível de proteção do OBD	86
Figura 54 – Posição do fusível de proteção do dynafleet	86
Figura 55 – Posição do fusível de proteção do telemática	87
Figura 56 – Posição do fusível de proteção do ABS.....	87
Figura 57 – Posição do fusível de proteção do gateway.....	87
Figura 58 – Posição do fusível de proteção da ECU do motor.....	88
Figura 59 – Posição do fusível de proteção da Flash Unit	88
Figura 60 – Shunt realizado para medição da corrente entregue pela bateria.....	89
Figura 61 - Multímetro True RMS utilizado na medição.....	889
Figura 62 - Corrente de referência usado para o teste de consumo individual	90
Figura 63 - Corrente do tacógrafo ,climatizador,gateway e no OBD	91
Figura 64 - Medição da corrente de referência na bancada.....	93
Figura 65 – Resultados das medições das correntes consumidas	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Objetos que serão submetidos ao teste.....	76
Tabela 02 – Valores encontrados na medição do veículo físico	79
Tabela 03 – Valores encontrados na medição da Box Truck	81
Tabela 04 – Objetos que serão submetidos ao teste.....	83
Tabela 05 – Resultados das medições das correntes consumidas	90
Tabela 06 – Resultados do consumo do veículo parado em espera.....	92
Tabela 07 – Resultados do consumo das unidades eletrônicas medidos na Box Truck	94

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AE	Advanced Engineering
ABS	Anti-lock Braking System
CC	Corrente Continua
DSI	Design System Interface
EEE	Electrical and Electronics Engineering
EBS	Electronic Brake System
ECU	Electronic Control Unit
MID	Message identifier
MCI	Medição de Consumo Individual
EECU	Engine Electronic Control unit
OSI	Open Systems Interconnection
PID	Parameter Identification
SAE	Society of Automotive Engineers
TECU	Transmission Electronic Control Unit
VECU	Vehicle Electronic Control Unit
PROTUS	PROTOTYPE-follow-Up-System
KOLA	<i>KOnstruktionsdata Lastvagnar</i> (Desenvolv. de dados do Caminhão)

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	14
1.1 TEMA.....	14
1.1.1 Delimitação do tema.....	16
1.2 PROBLEMA E PREMISSAS	16
1.3 OBJETIVOS.....	19
1.3.1 Objetivo Geral	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	19
1.4 JUSTIFICATIVA	20
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	22
2 – APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	23
2.1 O GRUPO VOLVO.....	23
2.1.1 A Volvo na América do Sul	23
2.1.2 A fábrica em Curitiba	24
2.1.3 Produção de Caminhões e Ônibus	25
2.1.3.1 Montagem da CABINE.....	26
2.1.3.2 Caminhões pesados FH e FM	27
2.1.3.3 Processo de montagem do veículo semipesado VM	28
2.1.3.4 Linha de produção de ÔNIBUS.....	29
3 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
3.1 CHICOTES ELÉTRICOS	30
3.1.1 Chicote de Cabine	30
3.1.1.1 Instrumentos.....	30
3.1.1.2 Front Cab.....	31
3.1.1.3 Cab Upper	32
3.1.1.4 Door Left / Right.....	33
3.1.2 Chicote de Chassis.....	34
3.1.2.1 Power Cables.....	35
3.2 DESENVOLVIMENTO DE CHICOTES ELÉTRICOS NA VOLVO DO BRASIL PARA O VM.....	36
3.2.1 Diagrama Elétrico.....	36
3.2.1.1 Símbolos do diagrama.....	38
3.2.2 Arquivo DSI.....	39
3.2.3 Cad Modules para chicotes elétricos	40

3.3 FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA O TRABALHO	41
3.3.1 Kola.....	41
3.3.2 PROTUS	43
3.4 PROCEDIMENTO DE TESTE DE UMA UNIDADE ELETRÔNICA ATUALMENTE (SEM BOX TRUCK) 44	
3.5 PROCESSO INICIAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA BANCADA DE TESTES	44
3.5.1 Identificação do problema	44
3.5.2 Especificação do veículo protótipo para a bancada de testes.....	45
3.5.3 Sistema de alimentação da bancada de testes.....	46
3.5.4 Montagem dos componentes.....	47
3.6 ELETRÔNICA EMBARCADA	48
3.7 ESTUDO DA ARQUITETURA ELETRÔNICA.....	50
3.7.1 Arquiteturas Eletrônicas de Caminhões e Ônibus	50
3.7.2 Redes Automotivas Classe A.....	53
3.7.2.1 Padrão SAE J1587.....	54
3.7.3 Redes Automotivas Classe B	55
3.7.3.1 Padrão SAE J1939.....	56
3.8 COMPONENTES ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS NA INDÚSTRIA DE CAMINHÕES	57
3.8.1 ECU.....	57
3.8.2 ABS (Anti-Lock Break System).....	58
3.8.3 Climatizador (Roof Cooler).....	59
3.8.4 Alternador	60
3.8.4.1 Tipos de alternadores	60
3.8.5 Relés.....	61
3.8.6 Cluster (Painel de instrumentos)	61
3.8.7 Sensores	62
3.8.8 Stalks	62
3.8.9 Central Elétrica.....	63
4 – DESENVOLVIMENTO DA BOX TRUCK	64
4.1 ANÁLISE DE CUSTOS.....	64
4.1.1 Custo do aluguel do veículo.....	64
4.1.2 Disponibilização de um técnico para realização dos testes	63
4.1.2.1 Abertura do painel de instrumentos para testes de componentes eletrônicos	64
4.1.2.2 Basculamento da cabine para acesso as unidades próximas ao motor	65
4.1.2.3 Abertura do teto do veículo para testes no <i>cab-upper</i>	67

4.1.2.4 Acesso às peças no interior da porta.....	67
4.1.3 CUSTO DE AMORTIZAÇÃO DO VEÍCULO	70
4.1.4 TESTES DE LONGA DURAÇÃO.....	71
4.1.5 TESTE DE UM MESMO COMPONENTE COM TECNOLOGIAS DIFERENTES	71
4.2 DIFICULDADES DE DESENVOLVIMENTO DA BOX TRUCK	72
4.2.1 Projeto da estrutura física da bancada	73
4.2.2 Leiaute da bancada	74
4.2.3 Especificações dos componentes veículo	75
5 – TESTES DE VALIDAÇÃO DA BANCADA	76
5.1 TESTE DE CONSUMO DE CORRENTE DO VOLVO VM EM CONDIÇÕES DE DESCANSO	76
5.1.1 Proposta	76
5.1.1.1 Objetos de teste.....	76
5.1.2 Método.....	77
5.1.4 Equipamento utilizado para medição	78
5.1.5 Resultados dos testes no veículo físico.....	79
5.1.6 Resultados dos testes na Box Truck e validação do teste.....	81
5.2 MEDIÇÃO DO CONSUMO INDIVIDUAL (MCI) DAS UNIDADES ELETRÔNICAS DO VOLVO VM	83
5.2.1 Proposta	83
5.2.1.1 Objetos de teste.....	83
5.2.2 Método.....	84
5.2.3 Equipamentos utilizados para medição	89
5.2.5 Resultados dos testes no veículo físico.....	89
5.2.6 Resultados dos testes na Box Truck.....	93
6 - CONCLUSÃO.....	96
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	97
REFERÊNCIAS.....	99
ANEXO 01 - Exemplo de DSI FILE para construção do chicote de faróis dianteiros.	101

1 – INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

A eletrônica está em praticamente tudo que utilizamos. Somos dependentes dela em várias ações que tomamos no nosso dia desde algo pequeno, como trocar de canal na televisão, até algo mais complexo, como a eletrônica embarcada de um veículo, por exemplo. Estamos em constante contato com essa área que se desenvolve rapidamente a cada dia e por esse motivo, será de grande valia, dedicarmos no nosso trabalho de conclusão de curso para desenvolver um estudo nessa área em ascensão.

O tema Eletrônica Embarcada (On-board electronics) tem sido amplamente pesquisado em todo o mundo e os diversos grupos de pesquisa existentes, geralmente, empenham seus esforços em uma aplicação específica. Entre as mais importantes destacamos a aeroespacial, agrícola, naval e automotiva (GUIMARÃES, 2007). O foco principal deste trabalho é exatamente a última mencionada – automotiva na área de veículos pesados. A Eletrônica Embarcada é a área que se dedica a estudar a eletrônica desenvolvida para uma aplicação final móvel, ou seja, tudo que tem movimento em seu funcionamento. Hoje em dia ela está mais presente do que nunca, uma grande parte dos automóveis vem já de fábrica com injeção eletrônica, freios ABS, painéis de instrumentos digitais, computador de bordo e vários outros itens a se perder de vista.

Outra grande área a ser estudada e que será desenvolvida neste trabalho é a prototipagem. Segundo Luiz Emanuel Campos, autor do artigo *Tecnologia e Desenvolvimento na Indústria Automobilística do Brasil, Prototipagem Rápida, a tecnologia que faltava*, o Brasil está começando a voltar a desenvolver novas tecnologias e a categoria dos engenheiros que passou os últimos vinte anos praticamente adaptando tecnologia exterior, pegando produtos prontos lá fora e montando-os aqui dentro, volta a focar a criação. E o melhor, estamos buscando soluções de ponta para alcançarmos as multinacionais do exterior.

Um exemplo claro disso é o desenvolvimento da nova EcoSport, que foi o primeiro carro global da Ford a ser desenvolvido no Brasil, atraindo além de olhos do mundo todo para o Brasil, um laboratório com investimento de 4 milhões de dólares para que fossem realizados centenas de testes de emissão de gases (EXAME, 2012).

Sabendo que a área de desenvolvimento está em um bom momento no Brasil, decidimos em parceria com a empresa Volvo, desenvolver uma bancada de testes, que receberá o nome de BOX TRUCK, para um veículo Volvo que é de autoria brasileira, o VM. A bancada será capaz de testar possíveis equipamentos elétricos a serem introduzidos no veículo, bem como simular atualizações de softwares embarcados e verificar o seu comportamento perante os demais componentes.

A BOX TRUCK realiza somente testes elétricos, e por esse motivo descarta-se o uso do motor do caminhão, sendo assim o alternador terá seu funcionamento alterado, já que no caminhão era o próprio motor que girava o eixo do alternador para geração de energia. O alternador será ligado na rede elétrica e acoplado a um par de baterias, que alimentarão toda a bancada de testes. Poderíamos ligar os componentes a partir de uma fonte de 24V (tensão de alimentação dos veículos Volvo no Brasil), porém, a opção de se ter um alternador foi discutida e aprovado juntamente com os engenheiros da Volvo para que pudesse haver maior confiabilidade e realidade nos procedimentos de testes.

A bancada de testes funcionará também com um sistema de ignição igual ao veículo convencional. Os veículos possuem linhas de acionamento dos componentes elétricos. Quando a chave está fora da ignição, o veículo se encontra na linha 30, onde apenas os componentes elétricos que não podem ter o seu funcionamento interrompido ficam energizados, como por exemplo o Tacógrafo. Quando a chave está na posição I, o veículo está alimentado pela linha 15, que estão ligados os componentes elétricos que são energizados a partir do momento em que a chave é colocado na ignição, como por exemplo: radio, vidros elétricos e ar condicionado.

Já quando é dada a partida no veículo (*cranking*), o veículo se encontrará na linha 61, que assume a alimentação do veículo quando está com o motor em funcionamento. A fim de se parecer muito com a realidade, a bancada de testes contemplará então o sistema de ignição de um veículo físico com as suas linhas de alimentação conforme citado.

1.1.1 Delimitação do tema

Esta proposta de TCC aborda a elaboração e montagem de uma bancada de testes de componentes elétricos utilizados nos caminhões Volvo, dentre eles o VM, fabricado apenas no Brasil. A bancada é chamada de BOX TRUCK, e tem como principal vantagem a grande facilidade para o teste dos componentes.

O trabalho consiste em montar o equipamento e realizar testes dos componentes na bancada, e justificar a vantagem na utilização desse equipamento no Brasil, baseados nos parâmetros obtidos nos ensaios.

As pesquisas e procedimentos de montagem serão realizadas na Volvo Trucks, com o auxílio do setor de *EEE – Electrical and Electronics Engineering* e *AE – Advanced Engineering*. Esse equipamento é de porte médio e trata-se do primeiro equipamento nesses padrões já desenvolvido no Brasil pelo grupo Volvo. Vale salientar que todos os equipamentos, componentes elétricos, ambiente para desenvolver o projeto e engenheiros para auxiliar no desenvolvimento da pesquisa, serão cedidos pela empresa Volvo para desenvolvimento desse trabalho.

A BOX TRUCK envolve em um único espaço todos os componentes e chicotes que compõem o sistema elétrico do veículo, e a sua disposição é pensada para facilitar os ensaios e minimizar o tempo de trabalho.

A elaboração desse projeto proporcionará para a empresa uma redução de custos no processo de testes, uma maior confiabilidade no processo e rapidez nos ensaios pela facilidade de acesso, gerados depois da montagem da bancada.

1.2 PROBLEMA E PREMISSAS

Partindo do pressuposto de que a Volvo é uma companhia privada e que busca além da qualidade de seus produtos também o lucro, seus funcionários buscam um processo otimizado que reduza os custos sem afetar a qualidade. Analisando a partir deste ponto de vista, abordaremos neste trabalho a solução de três situações:

1. Para a realização e validação de testes elétricos em veículos, existe uma oficina dedicada especificamente para atender esses testes, sejam eles elétricos ou mecânicos. Porém, nem sempre o número de veículos dedicados para esses testes é suficiente para atender a demanda de testes. Portanto,

para alguns testes, em que a validação do componente elétrico pode ser feito alterando o mínimo possível a configuração do veículo, permite-se retirar um veículo da linha de montagem para realização de testes. O grande problema agregado a esse processo é o alto custo para a disponibilização deste veículo e o atraso na entrega final do veículo ao cliente.

2. Quando um caminhão sai da linha de montagem, passa por um teste rigoroso quanto a inspeção de pontos de qualidade. Retirando esse veículo após essa inspeção, está-se correndo um risco, de uma mínima alteração no veículo, afetar a entrega final do mesmo.
3. Muitos componentes elétricos dos veículos Volvo funcionam regidos por uma *control unit*. Essas unidades têm a função de armazenar softwares que controlarão a lógica de um componente elétrico no veículo. Um exemplo dessa programação é o *cluster* (painel de instrumentos), onde existe uma unidade de controle acoplada ao próprio cluster que comporta toda a lógica de programação do mesmo, fazendo com que seja possível o cluster fazer leituras de mensagens enviadas de relés ou até mesmo de outras unidades, e transformar isso em imagens ou sinais no seu *display*, como mostra a figura 01. Esses softwares devem ser atualizados a cada modificação da parte física do veículo, portanto, um veículo deve estar disponível, e ainda com a configuração correta que o software necessita. A BOX TRUCK está sendo desenvolvida para a atualização e testes destes softwares também, uma vez que é muito mais fácil arranjar uma configuração adequada na bancada do que fazer esse arranjo em um veículo comum. Um esquema de como é o procedimento utilizado atualmente para desenvolvimento e testes de softwares é apresentado na figura 02, através do conceito do modelo V.



Figura 01 – Imagens emitidas pelo cluster (ECU)

Fonte: Volvo do Brasil

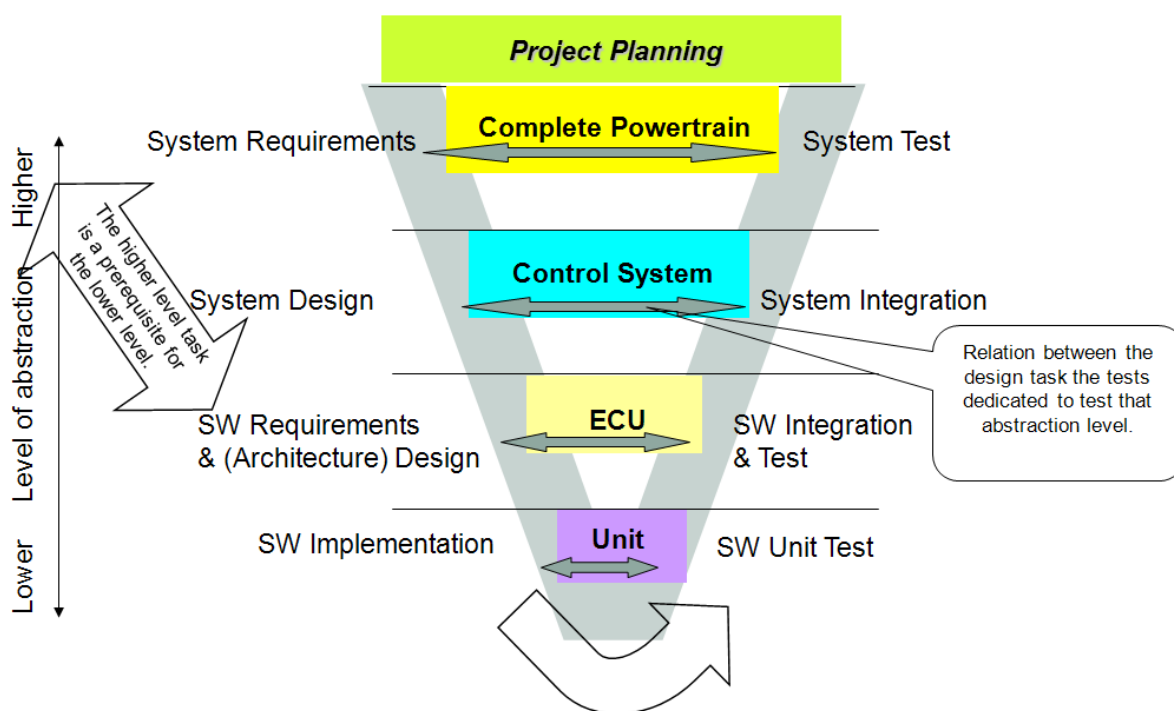


Figura 02 – Esquema de procedimento para desenvolvimento e teste de softwares utilizados pelo grupo Volvo

Fonte: Volvo do Brasil

A construção de uma BOX TRUCK para realização de testes elétricos, entra com uma proposta de resolver esses problemas observados. A partir do momento que se tem uma bancada programada corretamente disponível para receber testes elétricos, é possível deixar de ter gastos com a retirada de veículos da linha de montagem e também direcionar os veículos da oficina de testes exclusivamente para testes mais pesados da parte mecânica.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma bancada de testes funcionais (BOX TRUCK), para validar e atualizar componentes elétricos, chicotes elétricos de pequena extensão e softwares embarcados, a serem introduzidos em veículos do grupo Volvo.

1.3.2 Objetivos Específicos

Tendo em vista o procedimento em que é usado atualmente para testes em caminhões de equipamentos e chicotes elétricos, objetiva-se com este estudo uma melhora no processo de testes físicos de equipamentos e chicotes elétricos utilizando uma bancada elétrica, composta de todos os elementos eletrônicos de um caminhão Volvo específico com ênfase nos seguintes tópicos:

- Estudo do modelo atual utilizado para realização de testes para validação de componentes ou chicotes elétricos no veículo;
- Levantamento dos valores gastos pela companhia para se realizar um teste em um caminhão retirado por um período determinado de tempo da linha de montagem;
- Montagem de uma BOX TRUCK com todos os componentes elétricos de um veículo tais como: Chicotes Elétricos, ECUs, Switches, Unidade de ABS, Unidade de EBS, Rádio, Tacógrafo, Sensores, Válvulas, Luzes internas e externas e demais elementos elétricos e eletrônicos do caminhão;
- Análise da vantagem de se ter uma BOX TRUCK para realização de testes elétricos no veículo;
- Estudar especificamente um teste na BOX TRUCK para validação do processo de testes. Testaremos um mesmo elemento elétrico, primeiramente em um veículo convencional e posteriormente na BOX TRUCK e analisaremos as vantagens e desvantagens que temos na bancada em relação a um veículo comum em procedimentos de teste.
- Levantar e Apresentar os dados de consumo de corrente do veículo VM, focando no consumo de cada componente elétrico do veículo tais como: luzes internas e externas, tacógrafo, climatizador, ar condicionado, etc. Os

resultados serão confrontados e analisados a partir dos dados obtidos na BOX TRUCK e em um veículo comum.

1.4 JUSTIFICATIVA

Ao retirar um caminhão da linha de montagem para realizar os testes dos equipamentos, gera-se custos que poderiam ser reduzidos ou até extintos para a Volvo. Por esse motivo é de grande importância para a companhia, criar um processo de teste dos equipamentos, de um jeito rápido e barato, no caso a BOX TRUCK, uma bancada de fácil acesso, com facilidade de locomoção e de porte pequeno quando comparado com o caminhão.

Como principais vantagens do desenvolvimento deste trabalho, temos :

- Baixo custo de montagem quando comparada ao veículo;
- Facilidade de Locomoção;
- Facilidade dos ensaios;
- Rapidez do trabalho;
- Redução do espaço de armazenamento.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Classifica-se o estudo a ser realizado como de natureza científica aplicada, pelo fato de se conhecer a deficiência do processo de testes em veículos físicos, a qual será facilitada com a implantação do processo de testes através da bancada de testes, e contém elementos de tecnologia embarcada e prototipagem.

Tratando-se de um objetivo macro, a realização deste trabalho enquadra-se como sendo um trabalho de desenvolvimento tecnológico inovador e descritivo. Tecnológico inovador porque se trata de um procedimento que a empresa Volvo do Brasil não dispõe ainda em seus métodos de testes, o procedimento para se chegar ao resultado final deverá ser estudado, pensado e disposto de forma que se possa adequar à qualquer tipo de teste elétrico que seja tangível. Descritivo pois se elaborará relatórios de procedimentos e resultados para otimização do processo de execução de testes em bancada.

As pesquisas nos diversos setores da empresa serão realizadas em um levantamento dos problemas encontrados atualmente quanto a validação de peças

elétricas em veículos, bem como as informações obtidas serão confrontadas com o procedimento que adotamos para validação de peças no setor de engenharia elétrica da Volvo. O fluxograma dos procedimentos a serem alcançados para desenvolvimento do trabalho, dividido em parte de pesquisa e desenvolvimento (cinza) e parte prática (azul), é apresentado na figura 03.

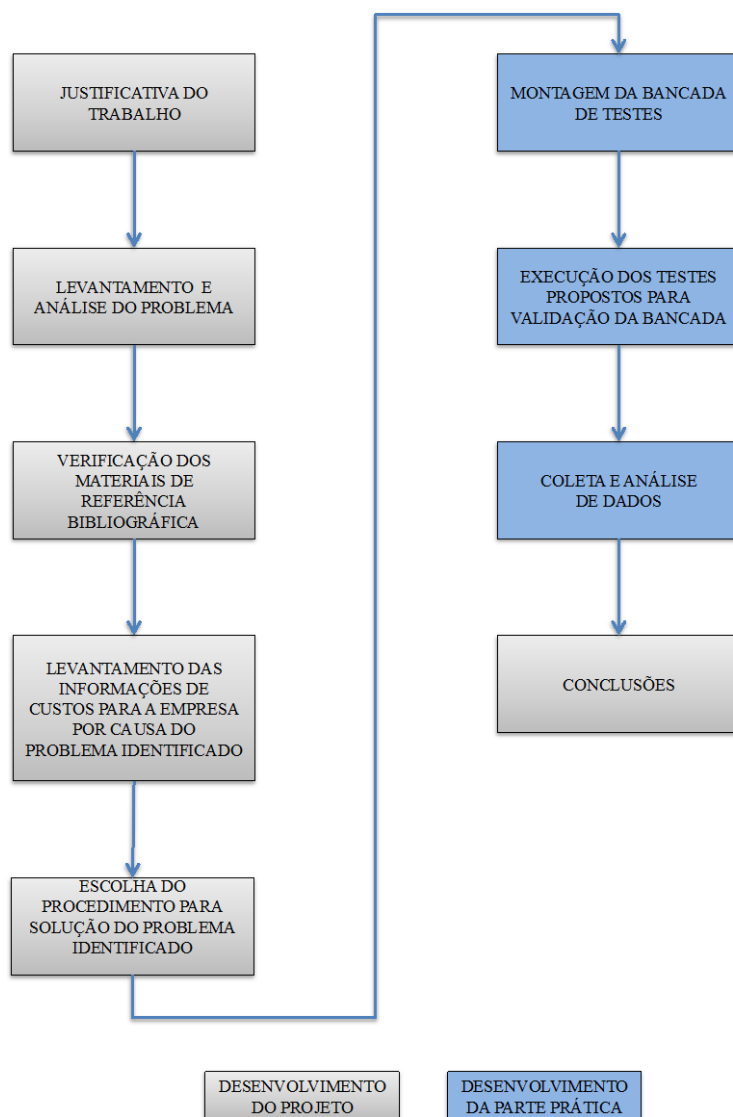


Figura 03 – Fluxograma dos procedimentos do trabalho

Fonte: Os Autores

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho se estruturará com as seguintes divisões de acordo com os seguintes capítulos e assuntos:

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO - Apresentação do tema, problemas e premissas, objetivos, metodologia de realização do trabalho.

CAPÍTULO 2 – APRESENTAÇÃO DA EMPRESA – O grupo Volvo, Linha de produtos, Fábrica em Curitiba.

CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO – Chicotes elétricos, Ferramentas de trabalho, Diagrama Elétrico, Arquivo DSI, Arquitetura Eletrônica.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DE CUSTOS PARA REALIZAÇÃO DE TESTES FORMAIS NA VOLVO DO BRASIL – apresentação dos custos que a Volvo gasta para realizar um teste formal em um veículo físico.

CAPÍTULO 5 – VALIDAÇÃO DA BANCADA DE TESTES – Teste de consumo individual e teste de descarga da bateria

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.

2 – APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.1 O GRUPO VOLVO

Fundada em 1928, a Volvo é um dos maiores grupos industriais do mundo, com mais de 100 mil empregados e presente em mais de 100 países. É respeitada mundialmente e reconhecida pelos seus valores essenciais: qualidade, segurança e respeito ao meio ambiente.

Aprimoramento contínuo, inovações tecnológicas e esforços constantes para reduzir o impacto ambiental de seus produtos fazem da Volvo uma marca conhecida e respeitada em todo o mundo. Nos últimos anos, o Grupo Volvo decidiu concentrar-se fortemente na produção e comercialização de produtos relacionados ao transporte: caminhões, ônibus, equipamentos de construção e motores marítimos.

Uma escolha natural para uma empresa cujo nome significa: “Eu Rodo”.

Qualidade, segurança e meio ambiente: esses são os valores essenciais da marca, presentes em todas as unidades da Volvo, em qualquer parte do mundo. A qualidade é um princípio que envolve produtos e serviços, superando as expectativas do cliente. A segurança, uma característica associada à marca desde sua fundação, tem por objetivo prevenir acidentes. O cuidado ambiental é uma questão de princípios que faz da Volvo a empresa líder entre os fabricantes de veículos, engloba todas as fases do ciclo de vida de seus produtos e vai além, sendo estimulado entre fornecedores, concessionários, funcionários e clientes.

2.1.1 A Volvo na América do Sul

Na América do Sul, a Volvo começou sua história há muitos anos. Os primeiros caminhões foram desembarcados em terras brasileiras em 1934 e, mais tarde, os primeiros ônibus. A partir da instalação da fábrica da Volvo do Brasil, em 1977, na cidade de Curitiba – PR, os caminhões e ônibus Volvo proporcionaram um avanço ao transporte de cargas e passageiros do continente.

A Volvo do Brasil responde também pelos demais negócios da marca em toda a América do Sul: Volvo Construction Equipment South America, Volvo Parts South America e Volvo Serviços Financeiros. Com mais de 100 mil veículos produzidos e comercializados no Brasil, destaca-se como a marca que mais tem apresentado soluções pioneiras e inovadoras do mercado.

Em Pederneiras, São Paulo, está instalada sua fábrica de equipamentos, onde produz caminhões articulados, carregadeiras e motoniveladoras. A Volvo Construction Equipment South America também comercializa escavadeiras importadas e todos os modelos da linha de produtos para os segmentos de construção, mineração e reflorestamento.

No Rio de Janeiro, a Volvo Penta importa e comercializa motores marítimos para aplicação de lazer ou serviço e motores industriais para diversas aplicações, como grupos geradores, entre outras.

A Volvo Serviços Financeiros é uma instituição composta pelo Banco Volvo, que oferece linhas de financiamentos para os clientes da marca; Volvo Leasing, que oferece arrendamento mercantil; Consórcio Volvo e Volvo Seguros.

2.1.2 A fábrica em Curitiba

A fábrica da Volvo em Curitiba é conhecida como uma “fábrica de soluções para transporte”. Da sua linha de montagem saem os mais modernos caminhões pesados, semipesados e as melhores soluções para o transporte de passageiros. A empresa se mantém na vanguarda em desenvolvimento de novas tecnologias, qualidade de produtos, processos e serviços, como também na prática de conceitos inovadores de relações humanas, preservação ambiental e segurança. Há vários anos a Volvo do Brasil detém as certificações ISO 9001 e ISO 14001.

Com uma área construída de 96 mil metros quadrados, a Volvo foi uma das primeiras empresas a se instalar na Cidade Industrial de Curitiba, onde ocupa um terreno de 1,3 milhão de metros quadrados. A empresa foi a primeira montadora de veículos de transporte de carga e passageiros a ser instalada no Paraná, ainda na década de 70, dando origem ao pólo automotivo paranaense. Hoje a fábrica tem cerca de 1,8 mil funcionários e capacidade de produção de 13 mil caminhões pesados, 6 mil caminhões semipesados, 2 mil chassis de ônibus, 19 mil motores e 15 mil cabines por ano em dois turnos. A rede de concessionários da marca possui mais de 70 casas, distribuídas entre 12 grupos econômicos.

A imagem aérea da planta da Volvo do Brasil, situada em Curitiba, pode ser observada na figura 04.



Figura 04 – Planta da Volvo do Brasil em Curitiba

Fonte: Volvo do Brasil

2.1.3 Produção de Caminhões e Ônibus

A montagem de caminhões e chassis de ônibus na fábrica de Curitiba acontece de forma bastante otimizada. O mesmo prédio abriga as três linhas: caminhões semipesados, pesados e ônibus, que podem ser observadas na figura 5.

A produção de caminhões pesados (FH, FM) acontece em 21 estações de trabalho principais e pelo menos outras 25 estações paralelas para pré-montagens de peças e montagem da cabine. No início da produção o chassi pesa em torno de 2 000 kg e no final do processo o veículo completo pesa 7 000 kg.

A linha de montagem da produção de caminhões semipesados (VM) ocupa 5 mil m² de área. São 14 estações de montagem somando a linha principal às pré-montagens. Em média 2 700 itens compõem cada veículo, destes, 1.300 peças são montadas apenas na cabine dos caminhões.

A montagem de um chassi de ônibus varia entre 37 horas e 60 horas, dependendo do modelo. São 13 estações de montagem entre montagem e pré-montagem. Depois do chassi montado e testado, o produto segue para as encarroçadoras para receber a carroceria.



Figura 05 – Linha de montagem de caminhões e ônibus na Volvo do Brasil

Fonte: Volvo do Brasil

2.1.3.1 Montagem da CABINE

1. O processo de montagem começa quando é recebida a cabine soldada e pintada da Fábrica de Cabines. A cabine é colocada na linha conforme a sequência de montagem e é iniciado o processo de montagem da isolamento acústica e térmica na parte inferior da cabine.
2. Já com a cabine conectada na linha são montados: o duto de ar, tapetes, escotilha no teto, chicotes elétricos, fechaduras das portas e portas dos bagageiros. Também são montadas as forrações internas, o conjunto dos pedais de freio e embreagem e o pedal do acelerador.
3. A cabine então receberá a cama, as cortinas, os porta-objetos, a alavanca do câmbio, os componentes e vidros das portas e a coluna de direção.

4. Na sequência, a cabine recebe o painel de instrumentos que é previamente montado e testado. Nessa etapa são feitas conexões pneumáticas do painel na cabine. Depois são montados o para-brisa, o volante, os bancos e as alças para facilitar o acesso do motorista. Realiza-se então um teste elétrico e funcional.
5. Depois do teste e inspeção geral, a cabine está pronta para ser levada por uma talha e montada no seu respectivo chassi.

2.1.3.2 Caminhões pesados FH e FM

6. O processo de montagem do caminhão pesado se inicia com a montagem das molas nos eixos e com a montagem destes conjuntos no quadro do chassi. O quadro de chassi é fabricado externamente, mas recebe uma preparação com a montagem de pequenos suportes e chicotes elétricos antes do acoplamento com os eixos. Após a montagem das caixas de bateria e direção, o chassi é conectado à linha, para seguir o fluxo de montagem propriamente dito.
7. Já com o chassi em movimento são montadas as válvulas, os chicotes pneumáticos, os tanques de ar e feitas as conexões entre eles, fixando os principais chicotes aos seus respectivos suportes.
8. O conjunto motor/caixa de câmbio é acoplado ao chassi e são feitas as conexões necessárias dando condições para a montagem do radiador e outras peças ligadas a esse conjunto.
9. Nessa área são montados os tanques de combustível, a quinta roda, o conjunto de para-choques nos modelos F, e os para-lamas traseiros. Nesta fase também são feitas conexões de tubos e chicotes, completando assim a parte estrutural do veículo.
10. O chassi é transferido de uma linha para a outra e recebe o conjunto da cabine já pré-montado e testado. São feitas as conexões elétricas e pneumáticas do chassi com a cabine e também é montado o capô nos modelos N.
11. Aqui são montados o para-choque dos modelos N e os pneus, bem como é feita a programação eletrônica, dando “vida” ao veículo. A partir deste ponto o veículo é baixado no piso, sendo apoiado pelos pneus e deslocado para a

estação de abastecimento onde é posto em marcha. Ou seja, o veículo funciona pela primeira vez.

12. Estação final para ajustes, regulagens e verificação de ângulos de giro das rodas dianteiras. O veículo segue para o teste funcional e após pequenos ajustes estará pronto para a entrega ao cliente.

A representação de algumas das etapas anteriores podem ser observadas na figura 06 abaixo.



Figura 06 – Representações das etapas 2, 4, 6, 7 e 10, descritas anteriormente

Fonte: Volvo do Brasil

2.1.3.3 Processo de montagem do veículo semipesado VM

13. Primeiramente são realizadas pré-montagens de componentes como eixos traseiros e dianteiros, válvulas e tanques de ar, para-choque, corte de tubos e montagens de chicotes elétricos e pneumáticos.
14. O chassi então receberá suportes e válvulas, caixa de direção, eixos e amortecedores. Nessas etapas, o chassi é montado sobre cavaletes.
15. Nas etapas seguintes, o chassi é posicionado sobre carrinhos e os mesmos são engatados numa corrente transportadora. Ao longo das estações são instalados o conjunto motor/caixa de câmbio, a cabine e é feita toda a conexão de tubos e chicotes elétricos/pneumáticos.
16. As rodas são montadas, o veículo é abastecido, ligado pela primeira vez e conduzido para a área de Ajuste, localizada no prédio 150, para geometria e ajustes finais. O veículo então será testado e submetido a uma inspeção final para ser liberado.

A representação de algumas das etapas anteriores podem ser observadas na figura 07.



Figura 07 – Representações das etapas 11, 16, 17 e 19

Fonte: Volvo do Brasil

2.1.3.4 Linha de produção de ÔNIBUS

17. O processo de montagem possui cinco estações em linha e oito estações de preparação dos conjuntos, onde montam-se quatro modelos de chassis de ônibus com suas variedades, conforme aplicação urbana ou rodoviária.
18. Na linha, os chassis receberão válvulas, eixos, motor, radiador, etc, até a condição de funcionamento do veículo.
19. As estações de preparação fornecem às estações de linha os conjuntos de eixos, a central elétrica, o painel de instrumentos, o trailer, entre outros componentes. O processo de montagem é definido por documentos da Engenharia e a qualidade acompanhada pelos Montadores num sistema de verificação padronizado pelas Auditorias.

3 – REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CHICOTES ELÉTRICOS

De acordo com Guimarães (2007), os chicotes elétricos são fios elétricos que interligam os componentes eletrônicos em um automóvel. Um caminhão Volvo, por exemplo o VM, chega a ter centenas de circuitos espalhados em sua cabine e chassi.

Podemos perceber nas figuras que serão apresentadas a seguir que, no geral, os chicotes elétricos possuem um tronco principal e desse tronco partem alguns ramos secundários e terciários. Essa forma de criar um chicote não é regra. Dependendo apenas de critérios de engenharia que, normalmente, buscam facilitar a montagem do veículo, garantir a qualidade do produto final e, certamente, otimizar os custos da peça (GUIMARÃES, 2007).

Os chicotes elétricos dos caminhões Volvo são divididos em 2 partes: Chicote de Cabine e Chicote de Chassi. Dentro de cada divisão dessa, existem outras subdivisões, como pode ser compreendido abaixo. Todos os processos citados a seguir se referirão o caminhão VM, pois é o veículo que a Volvo do Brasil é responsável inteiramente pelo seu projeto.

3.1.1 Chicote de Cabine

3.1.1.1 Instrumentos

O chicote de instrumentos é o chicote que interliga todos os componentes eletrônicos do painel de instrumentos. É o chicote que contém mais conectores e terminais no caminhão. Isso por que é o chicote que interliga a maioria das unidades eletrônicas contidas no caminhão, como por exemplo Instrument Cluster, ABS unit, Gateway, Radio, Conversor 12V, etc.

Na figura 08, é possível observar o chicote de instrumentos do veículo VM, com os códigos utilizados para identificação de cada conector.

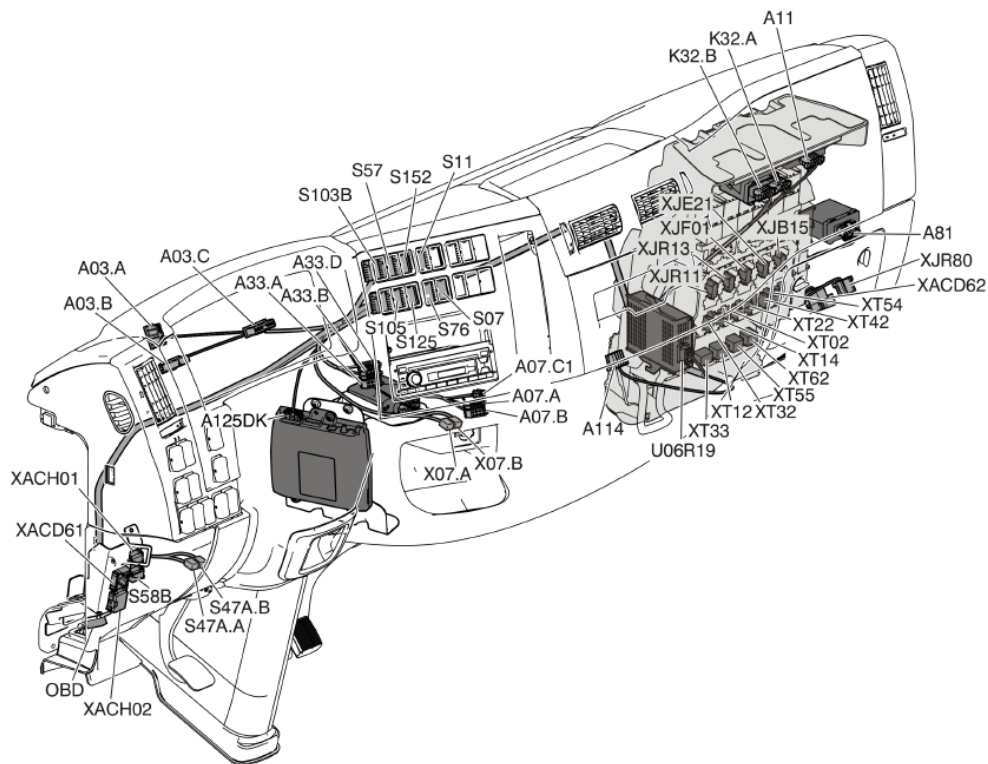


Figura 08 – Chicote de instrumentos do caminhão VM

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

3.1.1.2 Front Cab

O chicote de front cab é o chicote responsável pela alimentação dos faróis frontais e limpadores de para-brisa. É um chicote considerado pequeno em relação aos outros chicotes. Ele não interliga nenhuma unidade eletrônica no VM, mas é de grande importância por interligar itens como os citados acima ao *wiring inlet*. Podemos observar o roteamento do chicote *Front Cab* na figura 09.

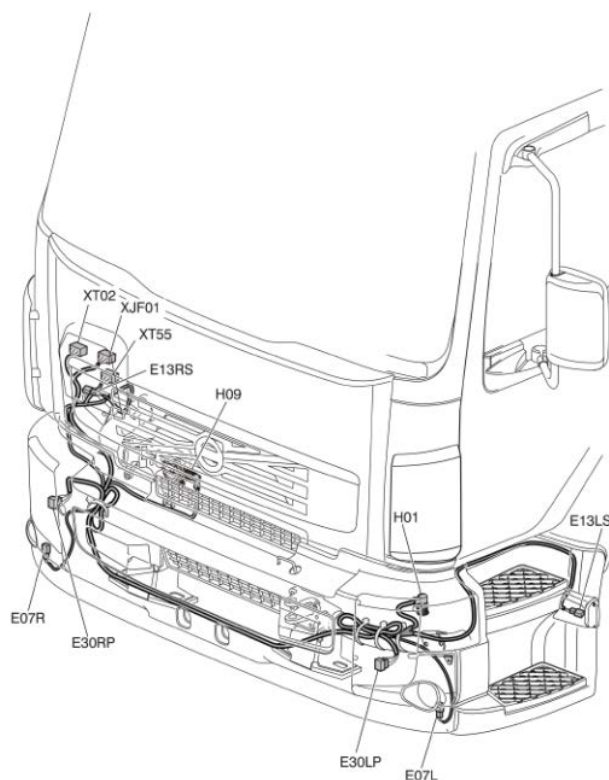


Figura 09 – Chicote Front Cab do caminhão VM

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

3.1.1.3 Cab Upper

O chicote de Cab Upper é o chicote que interliga uma das unidades mais importantes para um caminhão: o tacógrafo. Sem o tacógrafo, o veículo não pode rodar nas rodovias brasileiras, por isso é também um chicote de suma importância. Além de conectar o tacógrafo, conecta também o rádio do veículo, alto-falantes e lâmpadas de posição. Como o nome em inglês já diz, é o chicote que passa na parte superior da cabine do veículo. Podemos observar o roteamento do chicote *Cab Upper* na figura 10.

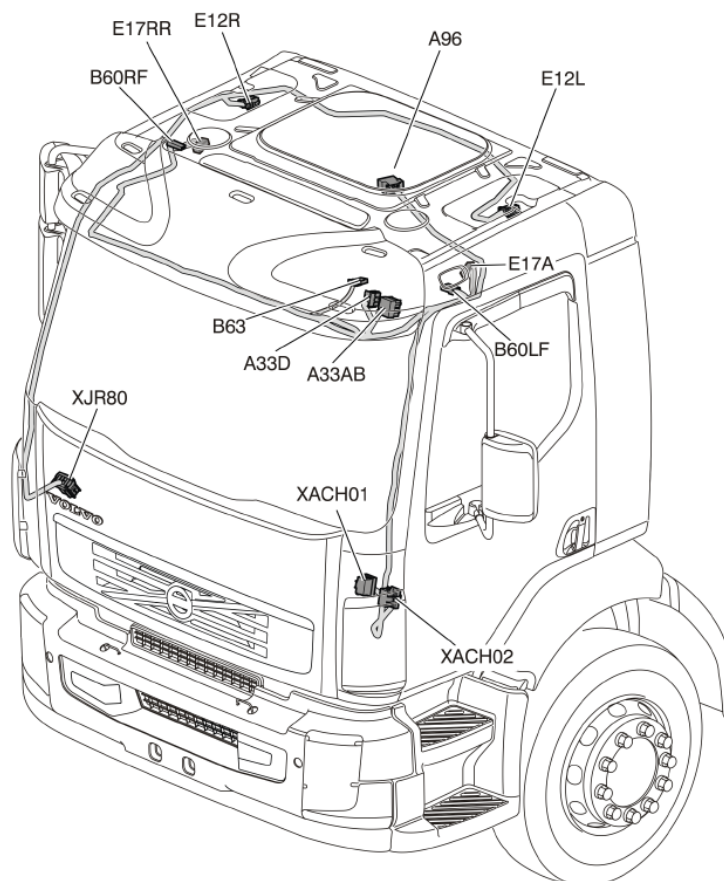


Figura 10 – Chicote Cab Upper do caminhão VM

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

3.1.1.4 Door Left / Right

Os chicotes *Door Left* e *Door Right*, são os chicotes responsáveis pelos mecanismos elétricos das portas direita e esquerda. Na porta podemos encontrar dispositivos como motores do levantamento dos vidros, regulador elétrico de retrovisores, aquecedor de retrovisores e alguns switches para acionamento dos mesmos. Esse chicote tem uma interface com o chicote de instrumentos, em ambos os lados das portas. Podemos observar o roteamento do chicote da porta na figura 11.

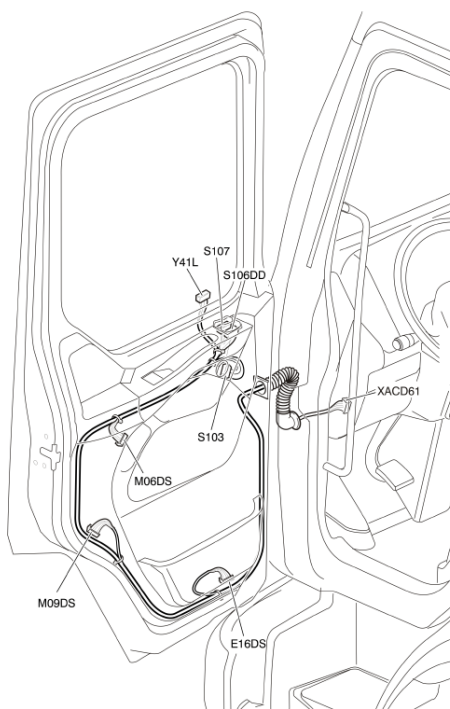


Figura 11 – Chicote Door Left / Right do caminhão VM

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

3.1.2 Chicote de Chassis.

O chicote de chassis é o chicote elétrico que interliga todas as unidades, sensores e válvulas situadas no chassi do caminhão. Ele não é subdividido em diversos sub-chicotes como acontece no chicote de cabine pois é passado do início ao fim do chassi, respeitando alguns pontos de fixação do mesmo.

Esse chicote é considerado o mais extenso do veículo, pois seu roteamento se inicia no *wiring inlet* do veículo e termina nas lanternas traseiras, onde é o último ponto de fixação do chicote de chassis. Podemos observar o roteamento do chicote de chassis na figura 12.

Esse chicote interliga componentes muito importantes do veículo, como por exemplo a ECU do motor, as baterias, sensores do ABS, válvulas solenóides, e diversas outros itens que são montados no chassis, e que tenham um acionamento elétrico de dentro da cabine.

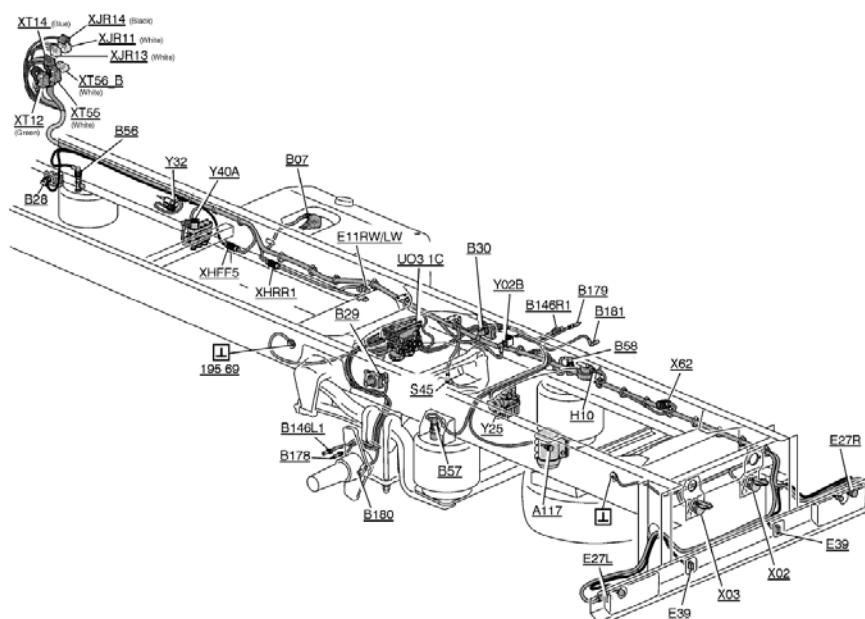


Figura 12 – Chicote de chassis roteado no caminhão VM

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

3.1.2.1 Power Cables

Os *power cables* fazem parte do chicote de chassis. Esses cabos são roteados desde o conjunto de baterias do veículo até a central elétrica (FRC), fazendo com que a corrente gerada pelas baterias chegue até a central elétrica e possa alimentar as unidades eletrônicas e atuadores do veículo. Podemos verificar a caixa de baterias do veículo médio Volvo, com os *power cables* sendo roteados na figura 13.

Embora os *power cables sejam condutores* com um diâmetro bem maior do que os utilizados em todo o resto do veículo, eles também são considerados chicotes elétricos.

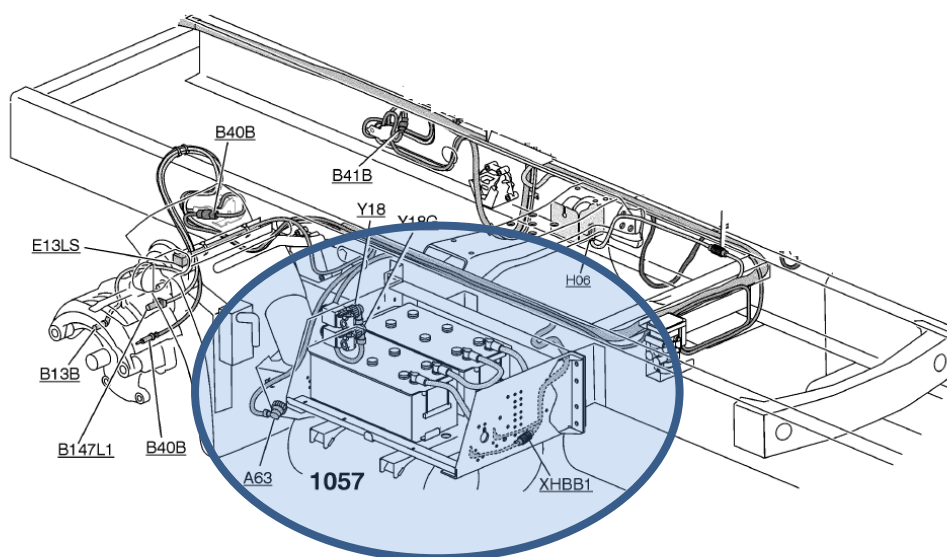


Figura 13 – Power Cables saindo da caixa de baterias em direção a central elétrica

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

3.2 DESENVOLVIMENTO DE CHICOTES ELÉTRICOS NA VOLVO DO BRASIL PARA O CAMINHÃO VM

Para o desenvolvimento de um chicote elétrico, seja ele somente uma pequena mudança ou um projeto totalmente novo, uma série de documentos são desenvolvidos para que se possa ter uma montagem perfeita. Documentos como Diagrama Elétrico, DSI e CAD Modules, são fundamentais para se ter um chicote elétrico funcionando e bem roteado.

3.2.1 Diagrama Elétrico

Todo sistema de eletrônica embarcada, para que possa operar de forma correta, deve seguir um esquema de ligações, o que chamamos de diagrama elétrico do veículo (GUIMARÃES, 2007). Existem várias formas de se criar um diagrama elétrico. As variações são basicamente relacionadas aos softwares utilizados para desenhar os diagramas e à simbologia adotada para representar os componentes e sistemas do veículo.

A Volvo do Brasil utiliza um software chamado SABER[®] para o desenvolvimento de diagramas elétricos. Nesse software é possível desenvolver todas as ligações entre os componentes e unidades eletrônicas do caminhão.

Na figura 14, é possível observar um exemplo de um diagrama elétrico que mostra o sistema de alimentação 12 V do caminhão. Esse sistema é quem alimenta componentes como rádio, tomada de força 12 V e *cruise control*. Essa alimentação é feita a partir de um conversor 24/12 V, situado na parte interna do painel de instrumentos.

Para o caso do veículo VM, temos duas opções de conversores 12 V. A primeira opção é um conversor 24/12 V de 11 A (código U06R11 no diagrama). Essa opção é utilizada apenas quando temos o rádio e o *cruise control* ligados ao sistema 12 V, pois consomem uma corrente menor. Quando temos além desses equipamentos, também a tomada de força acoplada ao sistema de alimentação 12 V, é necessário uma corrente elétrica maior, sendo então utilizado o conversor de 19A (código U06R19 no diagrama).

No diagrama utilizado como exemplo, podemos verificar que temos as duas opções de conversor, mostrando que um diagrama elétrico deve contemplar todas as possíveis especificações do veículo, no caso 11 e 19 ampères.

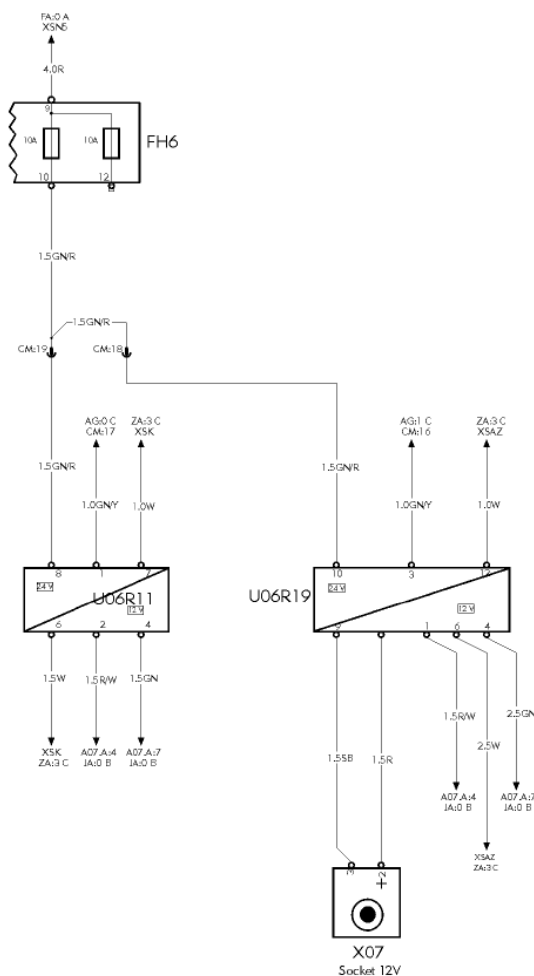
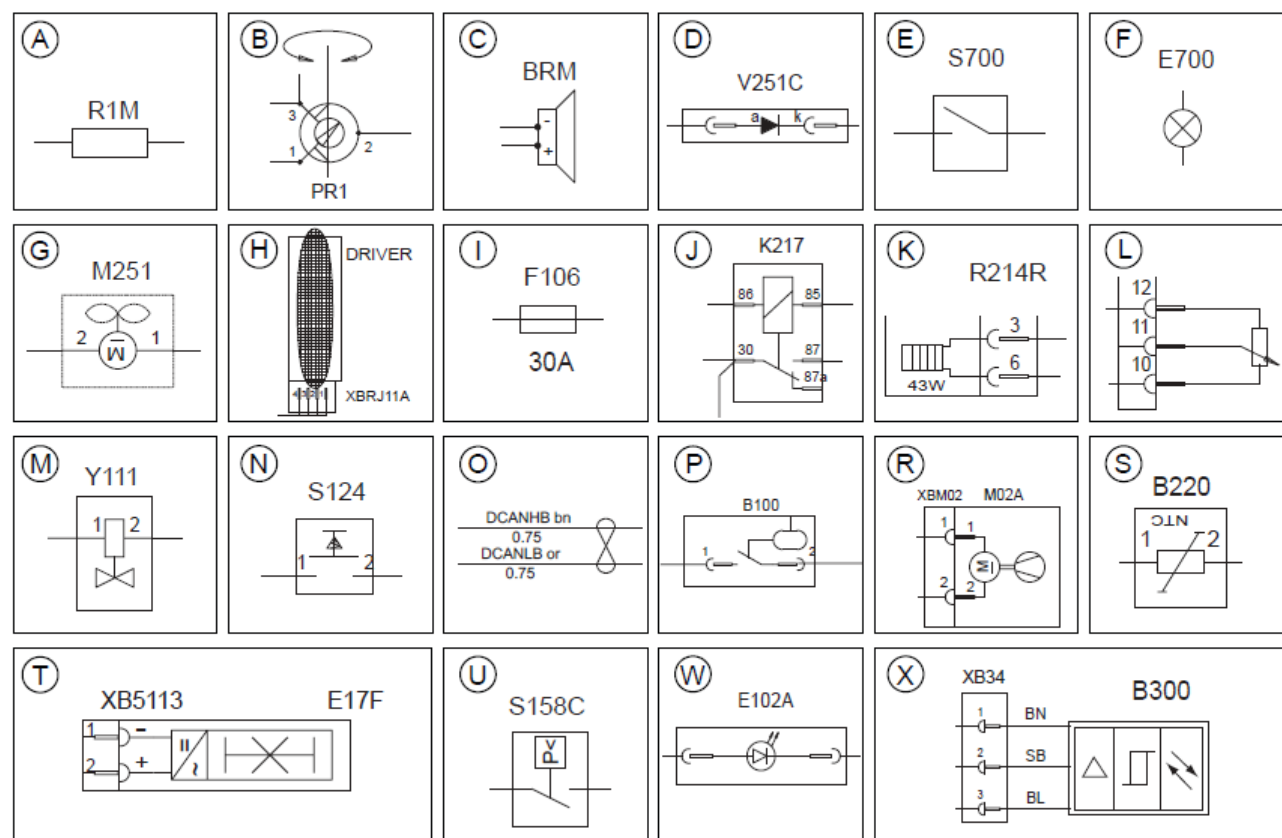


Figura 14 –Diagrama elétrico do sistema de alimentação 12V do veículo VM

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

3.2.1.1 Símbolos do diagrama

Assim como qualquer projeto elétrico, o diagrama de um veículo conta com uma simbologia padronizada. Os símbolos apresentados na figura 15, são os utilizados no software SABER[®], utilizado pela Volvo para desenvolvimento de chicotes elétricos.



A	RESISTOR	H	INTERCOMUNICADOR	O	DADO DO BARRAMENTO
B	POTENCIÔMETRO	I	FUSÍVEL	P	SENSOR DE NÍVEL
C	ALTO-FALANTE	J	RELÉ	R	BOMBA
D	DIDO	K	ELEMENTO DE AQUECIMENTO	S	SENSOR DE TEMPERATURA
E	SWITCH / TECLA	L	POTENCIÔMETRO	T	LAMPADA FLUORESCENTE
F	LÂMPADA	M	VÁLVULA	U	SENSOR DE PRESSÃO
G	MOTOR ELÉTRICO	N	PUSHBUTTON	W	LED
				X	FOTOCÉLULA

Figura 15 – Símbolos utilizados para desenvolvimento de chicotes elétricos no software SABER[®]

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

3.2.2 Arquivo DSI

Todos os projetos de chicotes elétricos do VM são feitos pela Volvo do Brasil. Porém, a fabricação dos chicotes é feita por um fornecedor especializado. Para o desenvolvimento dos chicotes o engenheiro de desenvolvimento de produto “exporta” as informações do diagrama elétrico através de um arquivo chamado DSI, sigla do inglês para *Design System Interface*.

Nesse arquivo, encontra-se todas as informações necessárias para a construção de um chicote elétrico. O DSI é dividido em seções, onde cada uma delas especifica uma característica do chicote elétrico.

- Seção 1 – Apresenta o nome do chicote e a versão do desenho.
- Seção 2 – Apresenta informações especiais. É utilizado somente se existir alguma informação extra necessária.
- Seção 3 – Em um desenho existem várias possíveis montagens. Esta terceira seção descreve essas possíveis montagens. Por consequência, existem várias gravações nessa seção, e cada gravação corresponderá a uma montagem diferente no desenho.
- Seção 4 – Apresenta a configuração do ramo. Mostra informações do comprimento dos segmentos.
- Seção 5 – Apresenta a especificação dos cabos, como por exemplo: Nome do cabo, variante do cabo, cor do cabo, o diâmetro do cabo, o tipo do cabo, etc.
- Seção 6 – Apresenta a informação do componente. Mostra os componentes e seus respectivos códigos no circuito, conectores e terminais. Mostra também os fusíveis e suas especificações de amperagem.
- Seção 7 – Apresenta o isolamento do ramo, que se refere a todos os componentes passivos que cobrem um seguimento do desenho, por exemplo, as fitas sobrepostas e corrugadas.
- Seção 8 – A seção 8 não é utilizada atualmente.
- Seção 9 – Apresenta especificações de cabos do tipo blindado, trançado ou multi-core, que são considerados cabos especiais.

Combinando-se todas essas informações é possível a fabricação do chicote elétrico. No anexo 01 é possível verificar um exemplo de um arquivo DSI entregue ao fornecedor especializado para fabricação do chicote elétrico dos faróis dianteiros do veículo. Todas as seções citadas acima podem ser observadas neste anexo.

3.2.3 Cad Modules para chicotes elétricos

Cad modules são representações em modelagem 3D para chicotes elétricos com objetivo de auxiliar a montagem final do veículo. Com eles é possível realizar análises de interferências com os demais departamentos envolvidos no desenvolvimento do projeto. Funciona também como documento que auxilia a engenharia de produção a entender o processo de montagem do veículo final.

O desenvolvimento da chicotaria de chassi é desenvolvida pelo software ProENGINEER[®], auxiliado pelo software gerenciador PDMLink[®] (gerenciador de peças e versões de Cad Modules). Da mesma forma, a chicotaria de cabines é desenvolvida pelo software CATIA V5[®], auxiliado pelo software ENOVIA[®], que também é um gerenciador de peças e versões.

Na figura 16 é mostrado o Cad Module dos cabos de bateria do VM. É possível verificar todo o roteamento desde a interface da cabine com o chassis (*wiring inlet*) até as baterias do veículo.

A etapa de desenvolvimento, onde tem-se a necessidade do desenvolvimento dos Cad Modules, é logo após a concepção de todo o diagrama elétrico e a distribuição das ramificações no veículo (essa distribuição é totalmente dependente da definição do posicionamento de todos os componentes das demais áreas do projeto, por exemplo: tanque de combustível, secador de ar, filtros, sensores, etc).

A primeira modalidade de Cad Module é para a concepção de um *Space Claim* (espécie de “reserva” de espaço virtual das peças em 3D, criado na etapa inicial do projeto) no veículo, para que as demais áreas possam considerar os componentes elétricos em seu desenvolvimento. Em um segundo momento, conforme as fases do projeto vão passando, o desenvolvimento desses Cad Modules se torna cada vez mais definitiva, para a entrega do roteamento final.

Dependendo da necessidade das outras áreas em modificar o seu desenvolvimento, essa modificação deve ser informada ao departamento de engenharia elétrica, para tomar as devidas modificações no roteamento dos chicotes elétricos.

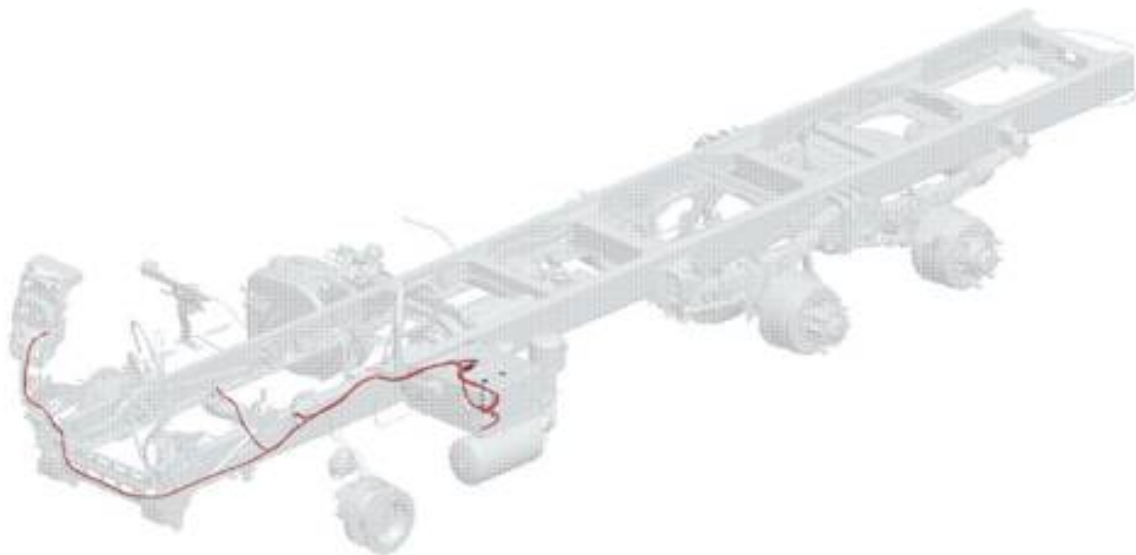


Figura 16 – Cad Module dos cabos de bateria no VM feito no software ProENGINEER (visão ampla do roteamento)

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

3.3 FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA O TRABALHO

Estas ferramentas basicamente se referem a *softwares* que gerenciam bancos de dados, de comunicação ou de desenho na Volvo.

3.3.1 Kola

O Kola é uma ferramenta de engenharia desenvolvida para que os departamentos de engenharia possam ver as soluções de desenvolvimento de um ponto de vista comum, e o desenvolvimento já ser documentado nas primeiras fases do desenvolvimento do projeto.

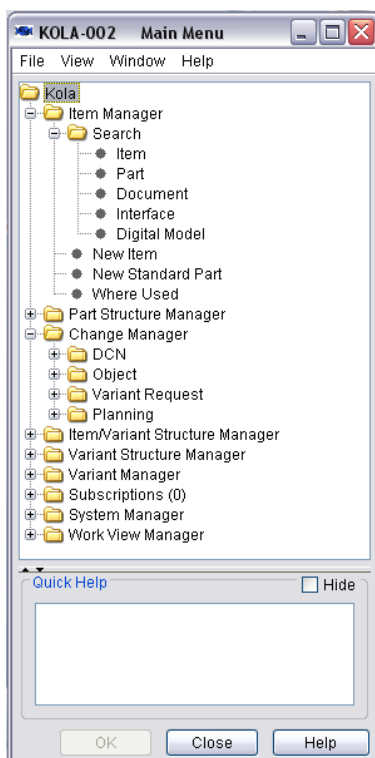
Na figura 17(a) podemos visualizar a tela de inicialização do kola. Na figura 17(b) é apresentada a janela de combinações peças x variantes possíveis na especificação do veículo (v-spec).

O Kola interage com muitos dos outros sistemas de engenharia. A sigla Kola é uma abreviação do sueco para KOnstruktionsdata LAstvagnar, que pode ser traduzido como “Desenvolvimento de dados do Caminhão”.

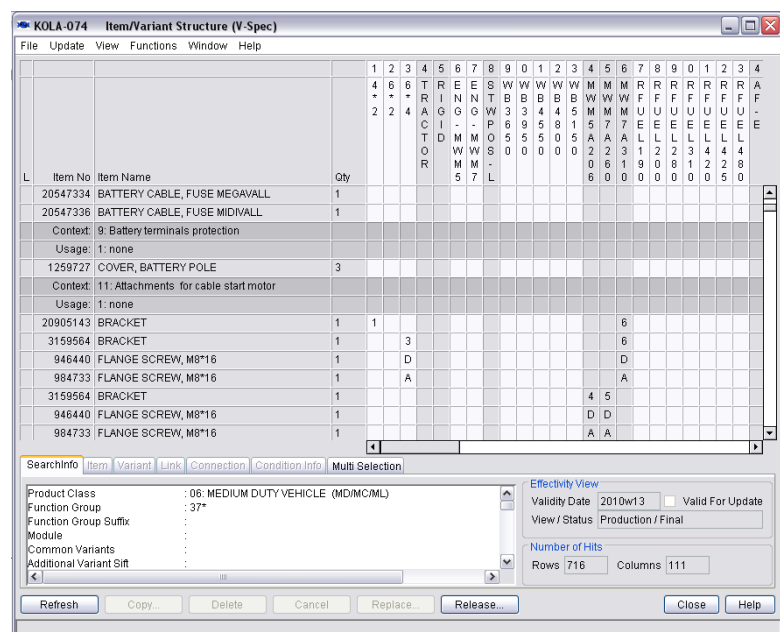
Ele é basicamente quem faz o gerenciamento dos dados do produto. No kola estão contidas todas as peças que compõem todos os projetos já executados ou em andamento em todas as filiais Volvo do mundo.

É nesse banco de dados que estão armazenadas as famílias de veículos, suas variantes e também as peças e componentes.

Portanto, cada nova peça desenvolvida no projeto deve ser devidamente registrada neste *software*, para que, caso haja necessidade em outro mercado, a peça esteja disponível. E o principal, para que quando o veículo for montado, a mesma peça esteja disponível na lista de peças do veículo.



(a)



(b)

Figura 17 – (a) Tela inicial do kola (b) janela de combinações peças x variantes

Fonte: Kola – Volvo GTT

3.3.2 PROTUS

O PROTUS é um *software* desenvolvido pela Volvo para armazenar todos os registros de irregularidades feitos durante as fases de teste ou montagem de veículos experimentais ou protótipos. A palavra PROTUS é um acrônimo para PROTOTYPE-follow-Up-System, que significa “sistema de gerenciamento de protótipos”.

Dizemos que um PROTUS é dirigido ao responsável pelo desenvolvimento ou acompanhamento de determinada peça, caso a mesma apresente defeitos de montagem, quebras, deformações ou até mesmo quando a peça não está na lista de peças do veículo. Para qualquer uma das opções anteriores, dizemos que um PROTUS é aberto, para solucionar o problema em questão.

A partir do recebimento de um PROTUS via sistema Volvo, o mesmo deve ser tratado como um problema de qualidade. Para tanto, as causas devem ser pesquisadas, solucionadas e informadas ao responsável pela peça.

Durante o desenvolvimento da bancada de testes, o PROTUS vem sendo um *software* de grande importância, tendo em vista que a Box Truck não deixa de ser um protótipo. Por isso, toda especificação, lista de peças, chicotes elétricos, irregularidades e documentações serão gerenciados via PROTUS.

Na figura 18 podemos observar um PROTUS aberto ao setor de EEE da VdB, retratando um problema no chicote do ABS 4 canais do veículo VM, que a partir desse momento, o problema passou a ser pesquisado e avaliado para que pudesse ser resolvido.

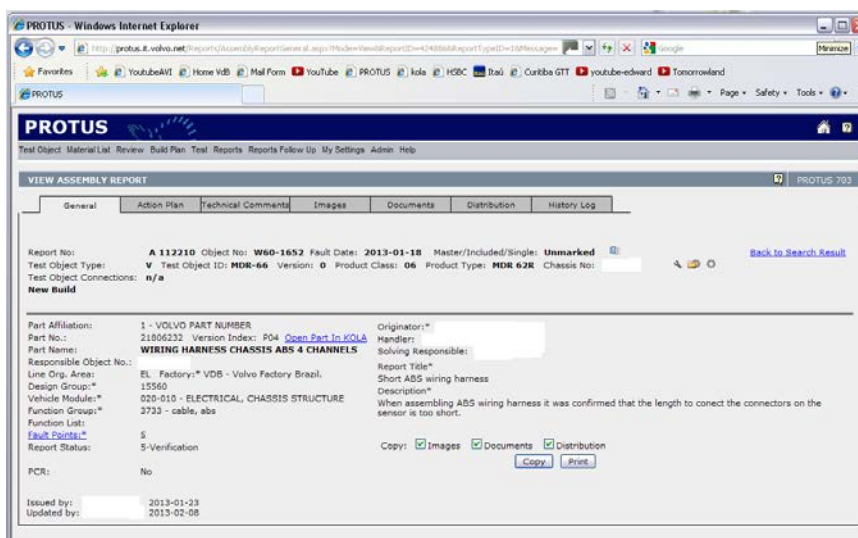


Figura 18 – Tela de um PROTUS aberto para ser resolvido pelo setor de EEE

Fonte: EEE - Volvo - GTT

3.4 PROCEDIMENTO DE TESTE DE UMA UNIDADE ELETRÔNICA ATUALMENTE (SEM BOX TRUCK)

Atualmente, a Volvo do Brasil faz suas validações de unidades eletrônicas e circuitos de chicotes elétricos protótipos em veículo físicos. Ou seja, quando se tem uma nova peça a ser testada funcionalmente, é necessário que um veículo seja disponibilizado para que o teste possa ser proferido e a peça validada.

Muitos custos são gerados quando não se tem um veículo físico a espera para fazer o teste em questão. O setor de EEE da VdB, deve agendar os seus testes funcionais das novas peças com antecedência para conseguir validar a funcionalidade da mesma.

A deficiência no tempo de espera para a realização de testes não é o único ponto crítico que o setor de EEE enfrenta na VdB. Muitas vezes o setor tem que realizar validação em softwares e calibrações em determinadas ECUs, e sem um veículo disponível, essa atualização leva muito mais tempo para ser feita. Os pacotes de softwares são algo que estão em constante mudança em um projeto, por isso a utilização de uma Box Truck para esses tópicos, melhorarão muito o tempo de resposta do setor de EEE para validar ou invalidar um software recebido para teste.

3.5 PROCESSO INICIAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA BANCADA DE TESTES

3.5.1 Identificação do problema

Todo veículo tem a sua parte elétrica, na maioria das vezes, mascarada por trás de painéis e peças plásticas que cobrem quase todo o interior da cabine. É claro que se tivéssemos a possibilidade de chegar no veículo para fazer, por exemplo, um teste de peça de protótipo e não encontrássemos nenhuma outra peça plástica na frente de nossas unidades e chicotes, seria algo que nos economizaria muito tempo, trabalho e conseqüentemente, dinheiro.

Na maioria dos testes e atualizações que os engenheiros de desenvolvimento de produto fazem nos veículos, o tempo perdido abrindo o painel de instrumentos, por exemplo, para ter acesso as unidades eletrônicas e chicotes elétricos, é o que

mais toma tempo no processo. Na maioria das vezes o teste a ser feito é muito simples, o problema está no acesso ao lugar do teste.

Por esse motivo principalmente é que decidiu-se fazer uma Bancada de Testes, com todas as unidades eletrônicas e chicotes elétricos possíveis de um veículo VM para que testes e atualizações como as citadas acima, possam ser feitas de maneira acessível e rápida. A peça funcionando na bancada de testes, certamente funcionará também num veículo físico. O teste em bancada será a primeira instância para validar uma peça ou chicote elétrico.

3.5.2 Especificação do veículo protótipo para a bancada de testes

A VdB tem uma linha de produtos que abrange todas as categorias de veículos pesados e semipesados. Mas o veículo que a VdB tem total autonomia para modificar os projetos e especificações, é o VM. A maioria dos outros veículos Volvo são veículos globais, ou seja, quando é feita uma mudança no veículo, teoricamente essa mudança tem que ser feita em todo o mundo. Como o VM é um veículo fabricado somente no Brasil, a VdB tem essa autonomia para fazer as modificações que achar necessária para a linha VM.

Por causa dessa autonomia que a VdB tem sobre o veículo VM, foi decidido então montar uma bancada de testes com as especificações do Volvo Brasileiro. Nela conterà todas as unidades eletrônicas, chicotes elétricos, canais de diagnóstico, e tudo mais que um VM possa ter, contemplando a parte elétrica.

A bancada de testes, com o passar do tempo, será atualizada de acordo com os projetos que iniciarão na VdB, mas a bancada primeira, a que montaremos para dar um ponta pé inicial nessa nova maneira de testar protótipos, terá a seguinte configuração:

- Tração 8x2 Rígido;
- ABS 6 canais;
- Rádio USB;
- TGW2;
- Load Sensor;
- LED Tail Lamp;

A bancada de testes, a princípio, contará apenas com os componentes de acionamento elétrico do veículo. Uma proposta para a evolução da Box Truck, é equipá-la também com a parte pneumática do veículo.

3.5.3 Sistema de alimentação da bancada de testes

A alimentação dos veículos pesados e semipesados da Volvo é 24V. Porém, todos os testes que serão realizados na bancada de testes serão feitos em 28,5V. Essa tensão será adotada pois quando o veículo está com o motor funcionando, quem sustenta todas as cargas do veículo é o alternador, que fornece ao veículo 28,5V, para tanto, devemos tomar sempre o caso de maior tensão. A alimentação da Box Truck poderá ser feita de duas maneiras:

1. Alimentação via fonte CC.

Esse tipo de alimentação tem uma grande vantagem que é o ajuste de tensão (para testes destrutivos das unidades eletrônicas, é a verificação de quanto a unidade eletrônica suporta até a sua queima). Porém, a corrente nesse tipo de fonte é muito baixa para o acionamento de várias funções do veículo ao mesmo tempo. Por isso, ela será utilizada somente quando os testes forem pontuais, onde a demanda de corrente é pequena. A fonte CC utilizada para alimentação da bancada pode ser observada na figura 19.



Figura 19 – Fonte CC utilizada para alimentação da bancada de testes para correntes pequenas

Fonte: Os autores

2. Alimentação via conjunto de Baterias + Alternador.

Essa alimentação será colocada quando o teste a ser proferido exigir um alto valor de corrente. Com essa forma de alimentação, podemos também simular a alimentação como em um veículo físico, com o alternador ajudando a suprir as cargas do veículo. A forma de alimentação via alternador + Baterias pode ser observada na figura 20.

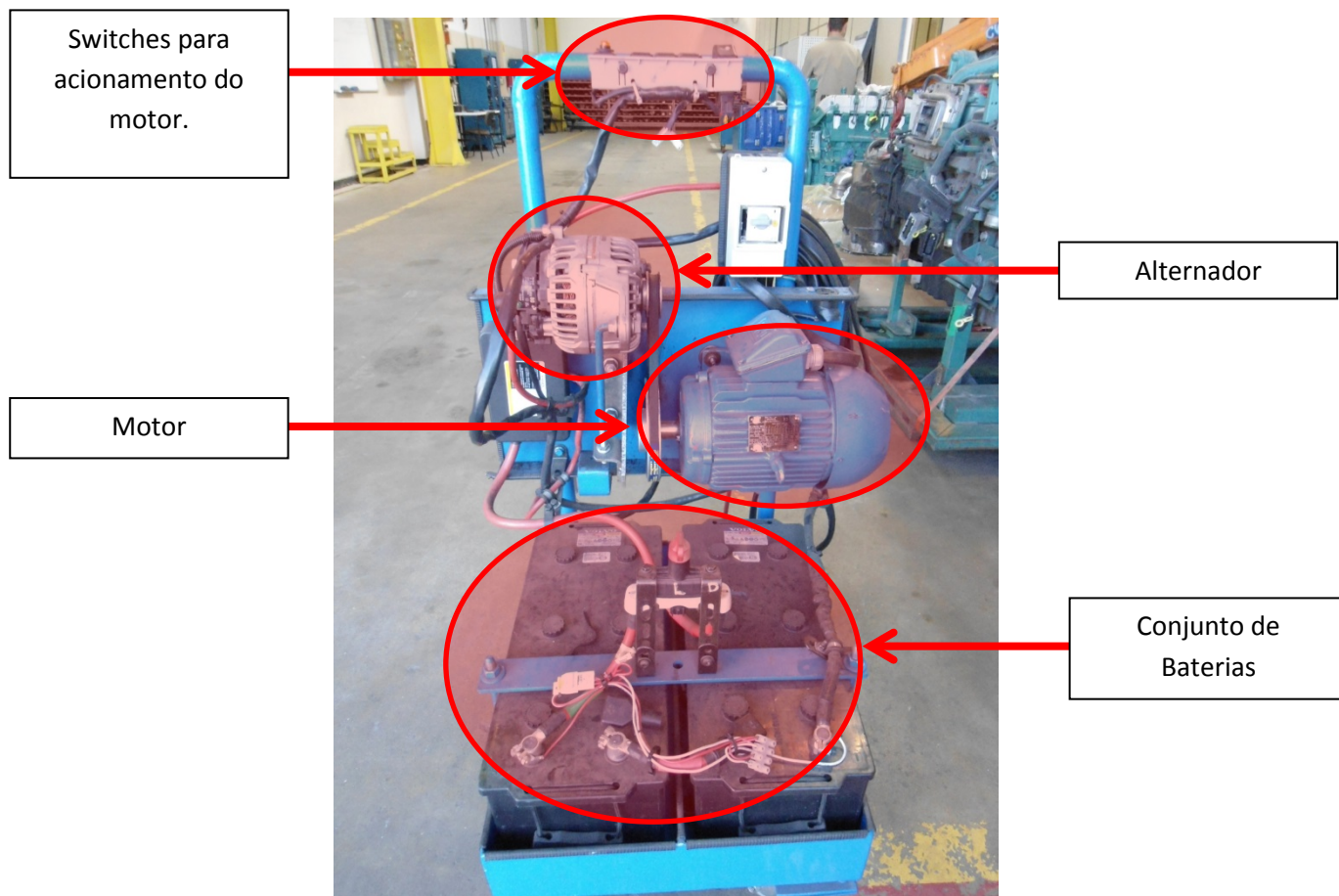


Figura 20 – Sistema de Baterias + Alternador, para alimentação da bancada de testes para altas correntes

Fonte: Os autores

3.5.4 Montagem dos componentes

Os componentes foram instalados na bancada de testes de maneira a otimizar e facilitar o acesso às unidades. Foi respeitada uma ordem de posicionamento similar ao do veículo físico, para que fatores como ergonomia e comprimentos de chicotes fossem levados em consideração nos testes. Na figura 21, é apresentado uma foto do posicionamento de algumas unidades e chicotes

elétricos na bancada de testes. Com o decorrer dos projetos, as unidades eletrônicas poderão mudar de posição.

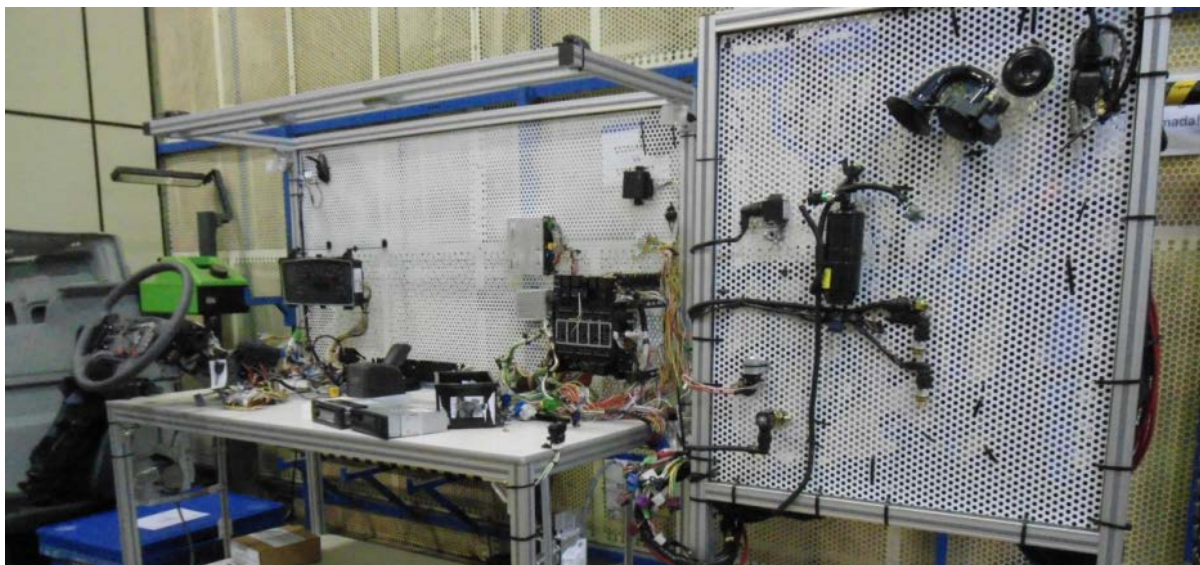


Figura 21 – Foto tirada da pré-montagem das unidades eletrônicas e chicotes elétricos na Box Truck

Fonte: Os Autores

3.6 ELETRÔNICA EMBARCADA

De acordo com entrevista dada para a revista “O Carreiteiro”, o vice-presidente de Vendas e Marketing da Iveco Latin America, Antônio Dadalt, afirma que os caminhões eram destinados, na década de 70, ao transporte de cargas sem compromisso algum com a performance operacional do veículo. Entretanto com o desenvolvimento do mercado automobilístico, junto com o desenvolvimento econômico brasileiro, ocorreu uma redução das margens de lucro das empresas, ocasionando o surgimento de equipamentos novos e uma nova arquitetura dos veículos, marcados pelo surgimento das ECUs, injeção eletrônica, ABS, painéis digitais e outros equipamentos, e conseqüentemente a necessidade de novos investimento em eletrônica embarcada.

Eletrônica embarcada é a eletrônica aplicada a dispositivos móveis, como: automóveis, caminhões, trens e outros dispositivos . Analisando essa definição podemos definir também como eletrônica embarcada todo dispositivo micro controlado inserido no interior de um dispositivo móvel, que tem o papel de controlar

ou executar alguma função, como pode ser observado na figura 22 (Instituto Newton C.Braga).

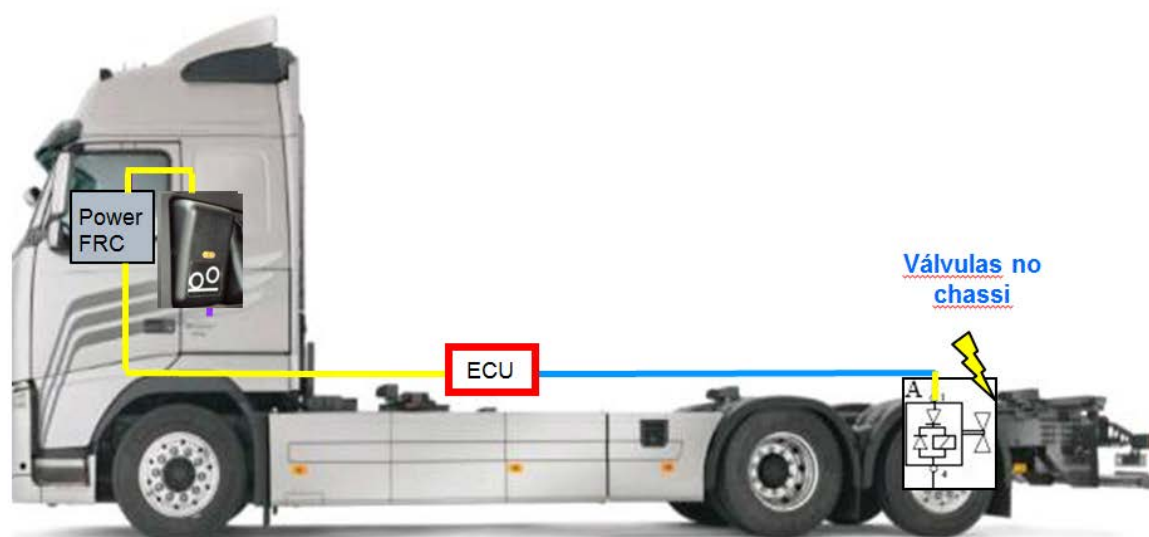


Figura 22 - ECU responsável em controlar o levantamento dos eixos do caminhão FH

FONTE: EEE – Volvo do Brasil

Usualmente essa comunicação entre a central e o dispositivo deve ser feita através de arquiteturas centralizadas ou distribuídas, na arquitetura centralizada, temos uma central principal que recebe diversas informações de sensores e comandos, processa e fornece uma saída (GUIMARAES, Artigo). A figura 23 representa de forma genérica da arquitetura centralizada.

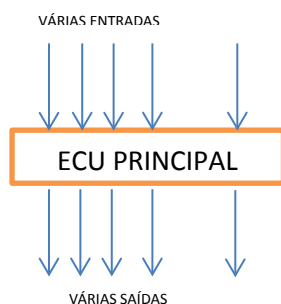


Figura 23 - Exemplo de arquitetura centralizada

Fonte: Os autores

Nas arquiteturas distribuídas, como pode ser observado na figura 24, as informações de entrada são processadas em diversas ECUs, cada uma com funções distintas, e entre elas geralmente existe uma comunicação. A grande

vantagem desse sistema é a fácil implementação de melhorias e a diminuição de custos com o uso de fios, pois as centrais se encontram próximas dos componentes. Entretanto surge a necessidade de criar um protocolo de comunicação para a comunicação entre as centrais. (GUIMARAES, Artigo).

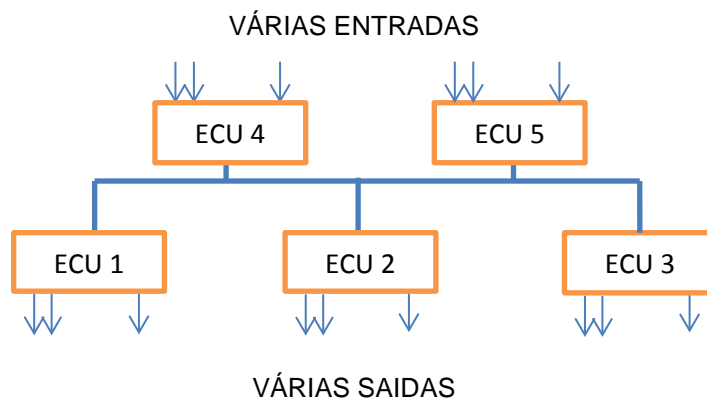


Figura 24 – Exemplo de arquitetura distribuída

Fonte: Os autores

3.7 ESTUDO DA ARQUITETURA ELETRÔNICA

As tecnologias de semicondutores possuem como características o crescente aumento de sua capacidade de processamento, redução de tamanho, consumo de energia e viabilidade econômica para aplicações embarcadas. Pode-se encontrar no cotidiano diversos equipamentos embarcados, como telefones celulares, palm tops, máquinas de lavar, máquinas fotográficas, automóveis equipamentos de rede e outros.

Um sistema é dito embarcado quando se dedica a uma única tarefa interagindo continuamente com o ambiente à sua volta por meio de sensores e atuadores (SANTOS, 2010). Para o caso específico do segmento automotivo, os sistemas embarcados são caracterizados por unidades de controle eletrônico denominadas ECUs.

3.7.1 Arquiteturas Eletrônicas de Caminhões e Ônibus

As montadoras oferecem produtos veiculares com uma vasta gama de funções proprietárias ou não, e em função disso podem estruturar suas arquiteturas

distribuídas de forma mais eficiente possível, objetivando reduzir custos de produção, diagnóstico, manutenção e melhoria constante na qualidade dos serviços oferecidos.

Os veículos pesados como caminhões, ônibus, máquinas agrícolas e de construção também possuem arquiteturas de computação distribuídas, sendo então formados por no mínimo uma rede de controle (por exemplo, J1939) e uma rede de diagnóstico (J1587).

A Volvo Trucks possui veículos destinados ao transporte de carga dentro de cidades e através de rodovias. Entretanto, para suportar as funções de controle de veículo, motor e transmissão, possui uma arquitetura eletrônica distribuída, em que diversas ECUs são interligadas por diferentes tecnologias de redes de comunicação. Um bom exemplo disso, é o modelo Volvo FH, cuja arquitetura distribuída é estruturada por vários módulos interligados com base nos padrões SAE J1939 (controle) e SAE J1587/1708 (diagnóstico). O padrão SAE J1939 é baseado na tecnologia CAN com taxa de transmissão de 250 kbps, podendo suportar funções de controle e diagnose, possuindo uma especificação completa de todas as camadas de comunicação. O padrão J1587 é utilizado para funções de diagnose e opera em conjunto com as especificações físicas descritas pelo J1708, sendo mencionado na literatura como SAE J1587/1708. Tem uma taxa de transmissão de 9600 bps (SANTOS, 2010).

Podemos dividir a arquitetura do Volvo FH em 3 grupos de ECUs que são classificadas de acordo com as suas prioridades funcionais. O primeiro grupo detém os barramentos J1939 e J 1708/J1587. Nestes estão contidas informações para o controle de trem de força (*powertrain*) e de veículo. São unidades eletrônicas classificadas como de segurança crítica, por exemplo: gerenciamento de motor (EMS), transmissão (TECU) e de veículo (VECU).

Para o segundo grupo, as ECUs são interligadas pelo padrão SAE J1587/1708. A classificação é dada como segurança passiva, contemplado nos itens de conforto do veículo como por exemplo: airbags (SRS), telemática (Dynafleet) e climatização (STD e MCC).

O terceiro grupo de ECUs é envolvida por funções de entretenimento, que por consequência têm prioridades menores no veículo. São exemplos do terceiro grupo: telefone, rádio e áudio, que são interligados pelo padrão J1939.

A figura 25 apresenta a arquitetura eletrônica do veículo FH, onde podem ser observadas cada uma das ECUs desse veículo.

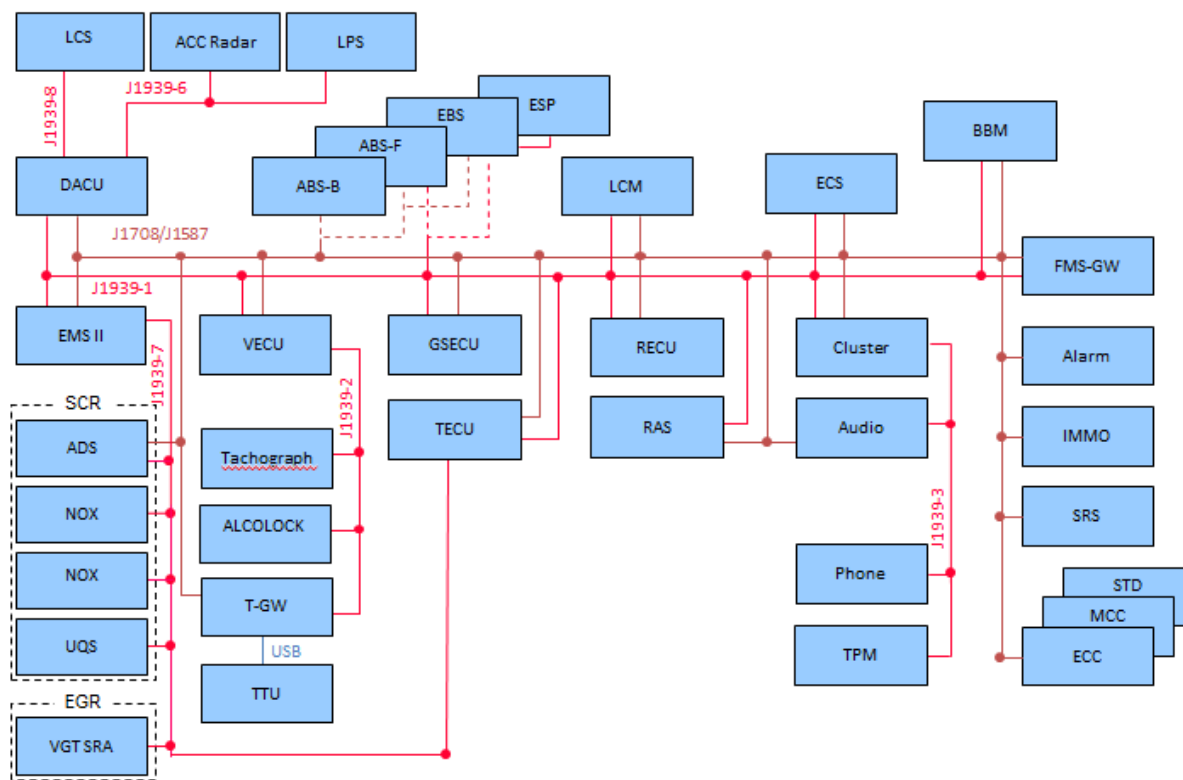


Figura 25 – Arquitetura Eletrônica do Volvo FH

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

Para o veículo VM, que é o veículo adotado para desenvolvimento deste trabalho, a arquitetura eletrônica é menos desenvolvida. O número de ECUs é menor, mas mantém o nível de classificação.

Existe no VM o conceito de ECUs *stand alone*, que significa ECUs que não têm comunicação através de barramentos, ou seja, elas atuam sozinhas no veículo, por exemplo: Relé temporizador (limpador de para-brisas), unidade de trava elétrica, Unidade do Pisca (Flasher Unit) e a Unidade de Rastreamento (demanda legal), conforme podem ser observadas na figura 26 esquemático da arquitetura eletrônica do Volvo VM.

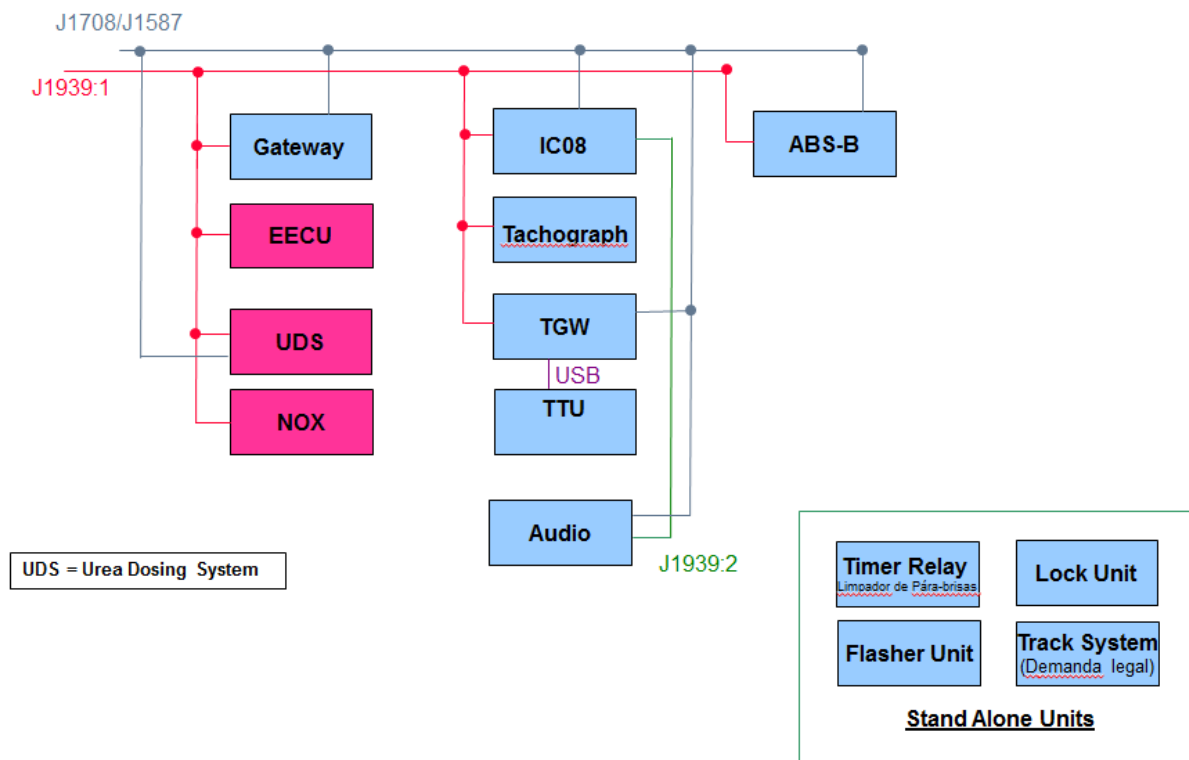


Figura 26 – Arquitetura Eletrônica do Volvo VM

Fonte: EEE - Volvo do Brasil

3.7.2 Redes Automotivas Classe A

As redes automotivas Classe A são constituídas por barramentos de comunicação com baixa taxa de dados a serem transmitidas, baixo custo, *frames* de dados pequenos interligando dispositivos a curta distância com até um fio de barramento, suficiente para satisfazer a demanda de aplicações automotivas com requisitos de comunicação simples e eficientes.

De forma geral, os barramentos de comunicação para as redes Classe A possuem uma taxa de transmissão na ordem de 10 Kps a 50 Kps, sendo aplicada ao gerenciamento e controle de vidro elétrico, retrovisor, bancos, iluminação, espelhos, trava elétrica, diagnose e semelhantes. Para as funções de diagnose, servem de interface de comunicação para uma base de dados digital com registro de falhas ocorridas (SANTOS, 2010).

A seguir, são apresentadas as principais características e propriedades técnicas da única rede de comunicação de Classe A no veículo VM, o J1587.

3.7.2.1 Padrão SAE J1587

O protocolo J1587/J1708 é um padrão SAE denominado pelo comitê de elétrica e eletrônica para ônibus e caminhões, com o propósito de garantir a consistência de dados de *softwares* e unidades de controle eletrônico para diferentes fornecedores. O J1587 é uma camada de aplicação, sendo utilizado com o padrão J1708 que descreve as características físicas do *hardware* para comunicação. O J1587/J1708 consiste em um padrão de baixo custo e complexidade para desenvolvimento e manutenção de dispositivos microprocessados em veículos semipesados e pesados como caminhões e ônibus, sendo extensivo aos demais semelhantes.

As principais aplicações que esse protocolo suporta são:

- Informações de veículos e componentes (desempenho, manutenção e diagnóstico);
- Navegação e horários (descrição do percurso e estimação de tempo);
- Informações ao motorista (registro de informações de viagem e log de condução);
- Informação de carga (informações sobre o lugar e a rota de entregas).

O J1587 descreve o formato de mensagens nos identificadores MID, PID, bytes de dados e uma soma de verificação. O comprimento de uma mensagem é limitado a 21 bytes de acordo com as restrições impostas pelo J1708. O J1587 permite o envio de mensagens com mais de 21 bytes usando o serviço de transporte orientado à conexão.

A construção estrutural de uma mensagem J1587 respeita a seguinte especificação:

- O primeiro byte de uma mensagem contém um MID (*Message Identification*) específica, que é a ECU. O J1587 define MIDs no intervalo 128-255.
- O primeiro byte após o MID é um PID (*Parameter Identification*), que tem um byte de comprimento e pode conter valores 0-255.
- Cada PID é seguido por um número de bytes de dados de parâmetros. Seu número e a sua interpretação dependem do valor do PID. Observe que uma mensagem pode conter vários PIDs.

A Figura 27 apresenta uma estrutura de mensagem J1587 com PIDs 21 e 22 e seus respectivos dados. A identificação da ECU é dada por 128, que na maioria das vezes consiste na ECU de gerenciamento do motor.

MID	PID	Data	PID	Data 1	Data 2	Checksum
128	21	50	12	05	48	248

Figura 27 – Uma mensagem J1587 contém dois PIDs, 21 e 12

Fonte: Livro Redes de Comunicações Automotivas, pg 111

Os parâmetros geralmente consistem em dados que constam as seguintes atribuições: o dado é enviado com o byte menos significativo primeiro, dados alfanuméricos são enviados com o byte mais significativo primeiro e interpretados de acordo com o padrão ISSO Latin 1. Os valores internos são enviados como complemento de dois.

A prioridade e a taxa de transmissão de uma mensagem são determinadas pelo fabricante do dispositivo. O padrão J1587 tem recomendações sobre como definir a prioridade e a taxa de transmissão para evitar a sobrecarga do barramento. Quando vários parâmetros são enviados em uma única mensagem, a prioridade será com base no parâmetro de maior prioridade. Mensagens com pedidos de diagnóstico devem receber prioridade baixa para evitar comprometer a carga do barramento e, conseqüentemente, o tráfego de mensagens mais prioritárias (SANTOS, 2010).

3.7.3 Redes Automotivas Classe B

As redes automotivas Classe B são constituídas por barramentos de comunicação com taxa de transmissão na ordem de 250 Kbps, 500 Kbps, ou superior. Em função de sua eficiência, na visão das aplicações fornecem um tempo de resposta semelhante às redes de alta velocidade, por terem um *frame* otimizado, utilizadas em aplicações de controle, diagnóstico, monitoramento e calibração de veículos.

Geralmente são compostas de fios de cobre em par trançado com tensão diferencial, capazes de tolerar ruídos eletromagnéticos do ambiente com grande desempenho operacional. As funções automotivas que as redes Classe B suportam

são de gerenciamento de motor, transmissão, embreagem, *dashboard*, veículo, diagnóstico, entre outras. (SANTOS, 2010).

A seguir, são apresentadas as principais características e propriedades técnicas das tecnologias de redes de comunicação automotivas Classe B contidas no veículo VM, que é o SAE J1939.

3.7.3.1 Padrão SAE J1939

O padrão SAE J1939 é a segunda geração da especificação de uma rede de comunicação de dados do veículo, desenvolvida especificamente para as necessidades de indústria automotiva. É um protocolo utilizado em veículos comerciais para comunicação entre motor, transmissão, caixa, trailer e outras unidades de veículos automotores como caminhão e ônibus. É um padrão baseado na tecnologia de rede CAN 2.0 (Controller Area Network).

As principais características do padrão SAE J1939 são:

- Identificador de 29 bits;
- Comunicação em difusão (broadcast) e ponto a ponto;
- Protocolo de transporte de até 1785 bytes de dados;
- Gerenciamento de rede;
- Definição de grupo de parâmetros.

O J1939 é uma rede de comunicação projetada especificamente para suportar funções de controle em tempo real entre os dispositivos de controle eletrônico e é utilizado também para diagnóstico de ECUs.

O padrão SAE J1939 foi estruturado com base no modelo de referência Open Systems Interconnection (OSI). Esse modelo define sete camadas de comunicação, que são executadas em sistemas computacionais distintos e conectadas por um barramento de comunicação, as quais possuem tarefas que necessitam se comunicar (SANTOS, 2010).

3.8 COMPONENTES ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS NA INDÚSTRIA DE CAMINHÕES

A Volvo tem investido forte em novos equipamentos com o objetivo de proporcionar o máximo de conforto para os motoristas, já que motorista descansado quer dizer segurança e produtividade. A empresa também está pensando na diminuição dos consumos com a nova geração dos caminhões VM , equipados com motores com equipamentos eletrônicos que são mais econômicos, duráveis e menos poluentes, de acordo com a resolução da Conama 5 (Volvo Eu Rodo,2005 n 107). A seguir serão contextualizados alguns equipamentos eletrônicos utilizados na indústria automobilística de caminhões.

3.8.1 ECU

A sigla resume as palavras *Eletronic Control Unit*. Vários tipos de ECUs estão posicionadas nos veículos, como o tacógrafo, *gateway*, EECU (motor), dentre outras. Na figura 28, podemos visualizar o *gateway*, que é responsável pela comunicação dos protocolos J1587 e J1939. Essas unidades de controle como o próprio nome diz, servem para controlar (via software) alguns equipamentos elétricos contidos no veículo. As ECUs são programadas através de computadores dotados de programas específicos para programar suas funções.



Figura 28 – Exemplo de Electronic Control Unit – Gateway

Fonte: Os Autores

3.8.2 ABS (Anti-Lock Break System)

ABS é um termo em inglês usado para definir um sistema de sensores eletrônicos de rotação das rodas, interligado a um microprocessador central e um modulador hidráulico. Os sensores têm o papel de detectar os sinais dados pelo motorista e mandar o sinal para a central que faz atuar o modulador, que tende a regular a pressão do fluido de freio para evitar que as rodas travem, baseado no fato de a força de atrito estática ser menor do que o atrito dinâmico (Instituto Newton C.Braga).

Os componentes de um sistema ABS são compostos por um sensor de velocidade, uma unidade hidráulica e um módulo de controle eletrônico. O sensor de velocidade fica localizado nas rodas e emitem ao sistema as condições de movimento, já a unidade hidráulica tem a função de controlar a ação dos freios e o módulo recebe os sinais dos sensores de velocidade, do sistema de ignição e do pedal de freio.

O sistema é controlado pela unidade do ABS, que é responsável em monitorar os sensores de velocidade das rodas, que se identificado o travamento de alguma roda comanda a unidade hidráulica que libera a determinada roda e conseqüentemente atua freando-a, esse processo pode ocorrer até 15 vezes por segundo (GUIMARÃES, 2007).

O sistema ABS utilizado no desenvolvimento da bancada de testes será de 6 canais. Considerando que o veículo será do tipo trator 8x2, estarão distribuídos entre as rodas apenas 6 sensores, pelo fato de um dos eixos ser o que tracionará o veículo, portanto um dos quatro eixos será definido como “escravo” do eixo trator, rodando sempre na mesma velocidade, inutilizando a presença de sensores nessas rodas. Na figura 29, podemos verificar a unidade de ABS utilizada nos veículos médios Volvo (8x2).

É muito importante salientar que, o ABS é um item adicional à frenagem do caminhão. Se por algum motivo, o ABS para de funcionar, o sistema pneumático do veículo, continuará atuando normalmente na frenagem.



Figura 29 – Unidade do ABS canais que faz a distribuição eletrônica da frenagem

Fonte: Os Autores

3.8.3 Climatizador (Roof Cooler)

O Roof Cooler, também conhecido como climatizador, é um equipamento elétrico que é muitíssimo apreciado no Brasil. O climatizador tem a função de manter a cabine climatizada, sem a utilização do ar condicionado durante a noite, ou enquanto o veículo estiver parado. O consumo de corrente e combustível para o veículo é alto quando se trata do ar condicionado, já para o climatizador, esses valores caem significativamente. Podemos observar uma foto do climatizador utilizados no VM na figura 30.



Figura 30 – Roof Cooler do VM – Pode ser utilizado com o motor ligado ou desligado

Fonte: Os Autores

3.8.4 Alternador

De acordo com artigo de 2002 do Instituto Newton C. Braga, o alternador é um instrumento eletromecânico, que converte energia mecânica em elétrica, essa conversão é realizada com um conjunto de bobinas móveis que gira dentro de um campo magnético de um conjunto de bobinas fixas. De modo mais simples alternador automotivo é nada mais que um gerador de corrente elétrica acoplado ao motor, a corrente gerada nele é usada para alimentar as cargas do veículo e recarregar a bateria, que alimenta as cargas quando o veículo está desligado (GUIMARÃES, 2007).

Para se ter a corrente contínua necessária para a alimentação do veículo, acrescenta-se diodos ao alternador, ou por meio de um retificador em ponte integrado ao alternador. Entretanto o que determina a tensão gerada pelo alternador é a rotação do motor, e os equipamentos do veículo devem ser alimentados com uma tensão constante ou em um intervalo bem estabelecido, então para se ter essa tensão constante os alternadores atuais são equipados com reguladores de tensão, que tem o papel de manter a tensão regulada na saída do alternador.

Os fatores que podem influenciar o funcionamento de alternadores automotivos, de acordo com Guimarães (2007), são:

- Rotação do motor.
- Temperatura de trabalho.
- Perdas por acoplamento ao motor.
- Corrosão (causado por sujeiras e respingos).

3.8.4.1 Tipos de alternadores

Os alternadores automotivos se dividem em 4 tipos principais: os de pólos de garra, pólos individuais, com rotor guia e o compacto. Nos de pólos de garra o alternador possui ventilação axial e fluxo único; os de pólos individuais são utilizados quando se necessita de um potência maior e é caracterizado por possuir pólos magnéticos individuais, cada um com o seu próprio enrolamento de campo. Já no rotor tipo guia, os pólos se movimentam enquanto o enrolamento de excitação

continua parado, e o compacto é baseado na ventilação de duplo fluxo, possuindo maior eficiência e podendo trabalhar em rotações maiores (GUIMARÃES, 2007).

3.8.5 Relés

São componentes eletromecânicos, que podem ser observados na figura 31, utilizados na central elétrica do veículo, cada um com a sua lógica pré-programada, que são capazes, por exemplo, de controlar luzes internas e externas (Day Running Light), enviar mensagens de alerta ao tacógrafo (carreta conectada ou não conectada).



Figura 31 – Relés com lógica pré-programada

Fonte: Os Autores

3.8.6 Cluster (Painel de instrumentos)

É onde o motorista consegue fazer a leitura de tudo o que acontece no veículo através de símbolos e mensagens. Todos os sinais que chegam à alguma ECU do veículo, são lidos e enviam uma outra mensagem ao cluster que indica nos seus visores, mensagens como códigos de falha do veículo e imagens como o próprio símbolo da Volvo quando o veículo é inicializado. O cluster será o elemento que mais utilizaremos quando tratarmos de atualização de software para o veículo. A figura 32 mostra o cluster usado na bancada a ser desenvolvido na Volvo do Brasil.



Figura 32 – Painel de instrumentos a ser utilizado na BOX TRUCK

Fonte: Os Autores

3.8.7 Sensores

Dispositivos responsáveis em monitorar várias grandezas físicas e químicas, fornecendo dados aos módulos eletrônicos responsáveis em controlar determinadas funções. Nos sistemas de de motores a transmissão podemos encontrar sensores como: sensor do nível de óleo, rotação do motor, pressão do ar do coletor, velocidade do veículo , sonda lambda (do oxigênio), sensor da posição do pedal do acelerados e etc. (Guimarães, 2007).

3.8.8 Stalks

Alavancas mecânicas que acionam funções elétricas, como por exemplo : setas, luzes externas, limpadores de para-brisas, etc , o modelo utilizado pela Volvo do Brasil nos veículos médios, pode ser observado na figura 33.



Figura 33 – Stalk utilizado para mudança de marchas em um veículo fabricado na Suécia

Fonte: Os Autores

3.8.9 Central Elétrica

A central elétrica é onde encontramos todas as conexões entre o chicote de instrumentos e o chicote de chassis. Na parte da frente da central elétrica, é onde são feitas todas as conexões vindas do chicote de instrumentos, denominada *wiring inlet*. Na parte de trás, estão contidas todas as saídas que vão para o chassis através do chicote de chassis, essa parte é chamada de *wiring outlet*. Também na central elétrica é onde situam-se os relés e fusíveis do veículo. A central elétrica está localizada na parte frontal do veículo, cujo modelo consta na figura 34.

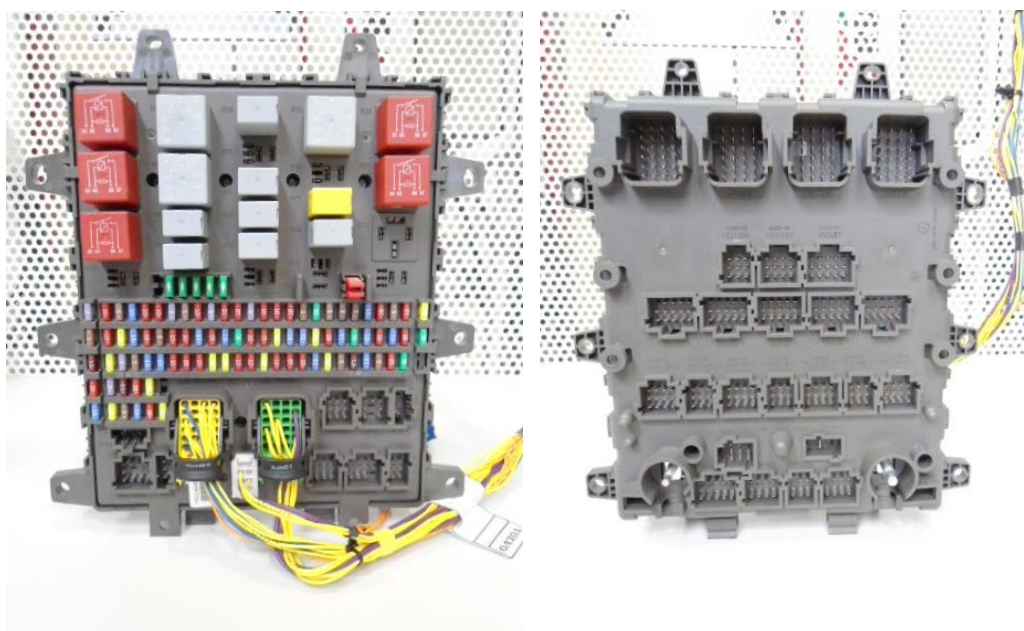


Figura 34 – Central elétrica – Lado *wiring OUTLET* (à esquerda) e Lado *wiring INLET* (à direita)

Fonte: Os Autores

4 – DESENVOLVIMENTO DA BOX TRUCK

4.1 ANÁLISE DE CUSTOS

A retirada de um veículo da linha de produção da Volvo do Brasil para se realizar testes funcionais em qualquer tipo de componente ou peça, gera custos a própria empresa que poderiam ser diminuídos com a execução deste mesmo teste, em uma Box Truck.

Os principais gastos que podem ser evitados na realização de um teste, são:

- O custo do aluguel do veículo propriamente dito;
- O custo da disponibilização de um técnico para realizar o teste;
- O valor da amortização do veículo que deve ser pago a empresa;

Com o desenvolvimento da Box Truck, a diminuição destes gastos será notória. Qualquer tipo de teste elétrico poderá ser realizado em bancada, não sendo necessários os gastos acima para se realizar o mesmo teste.

4.1.1 Custo do aluguel do veículo

Após o veículo ter passado por todos os processos de montagem, é feita uma regulagem em todos os itens do veículo, a partir desse momento, ele se encontra pronto para ser entregue ao cliente. Se algum departamento necessita fazer algum teste funcional em um veículo físico, é este mesmo veículo que se encontrava pronto para entrega que será disponibilizado para o teste.

A partir do momento em que o veículo é repassado ao departamento solicitante do teste, o departamento se torna responsável pelo veículo e tem que se comprometer com os custos gerados por esse veículo não ter sido entregue ao cliente no prazo.

Apenas o ato de se retirar o veículo da linha de montagem, é cobrado uma quantia de aproximadamente R\$2.500,00 por dia, do departamento agora responsável pelo veículo.

4.1.2 Custo da disponibilização de um técnico para realização dos testes

A maioria dos testes elétricos realizados em veículos, demanda algumas horas de atividades de um técnico especializado, apenas para deixar o veículo em condições para se realizar o teste. O trabalho desse técnico pode se resumir em:

4.1.2.1 Abertura do painel de instrumentos para testes de componentes eletrônicos

A maioria das unidades eletrônicas e todo o chicote de instrumentos do veículo se encontram no interior do painel de instrumentos. Para que se tenha o devido acesso a essas unidades e chicotes, é necessário que o painel de instrumentos seja desmontado, demandando algumas horas do trabalho de um técnico para que o teste fique em condições de ser executado.

Para a abertura do painel de instrumentos, é necessário que sejam removidas diversas travas e parafusos que fazem a fixação do painel de instrumentos. Não é qualquer pessoal que consegue fazer essa desmontagem rapidamente, pois nem sempre os parafusos e travas são visíveis, demandando que o técnico saiba exatamente onde estão os pontos de fixação das peças plásticas que dão forma ao painel de instrumentos.

A figura 35 apresenta o dash do veículo fechado, sem acesso as unidades e chicotes a serem testados. Já a figura 36 apresenta as unidades eletrônicas e chicotes já disponíveis e de fácil acesso para qualquer tipo de teste eletrônico.



Figura 35 – Painel de instrumentos do veículo VM - mostra a dificuldade de acesso as unidades eletrônicas e chicotes no seu interior

Fonte: Os autores

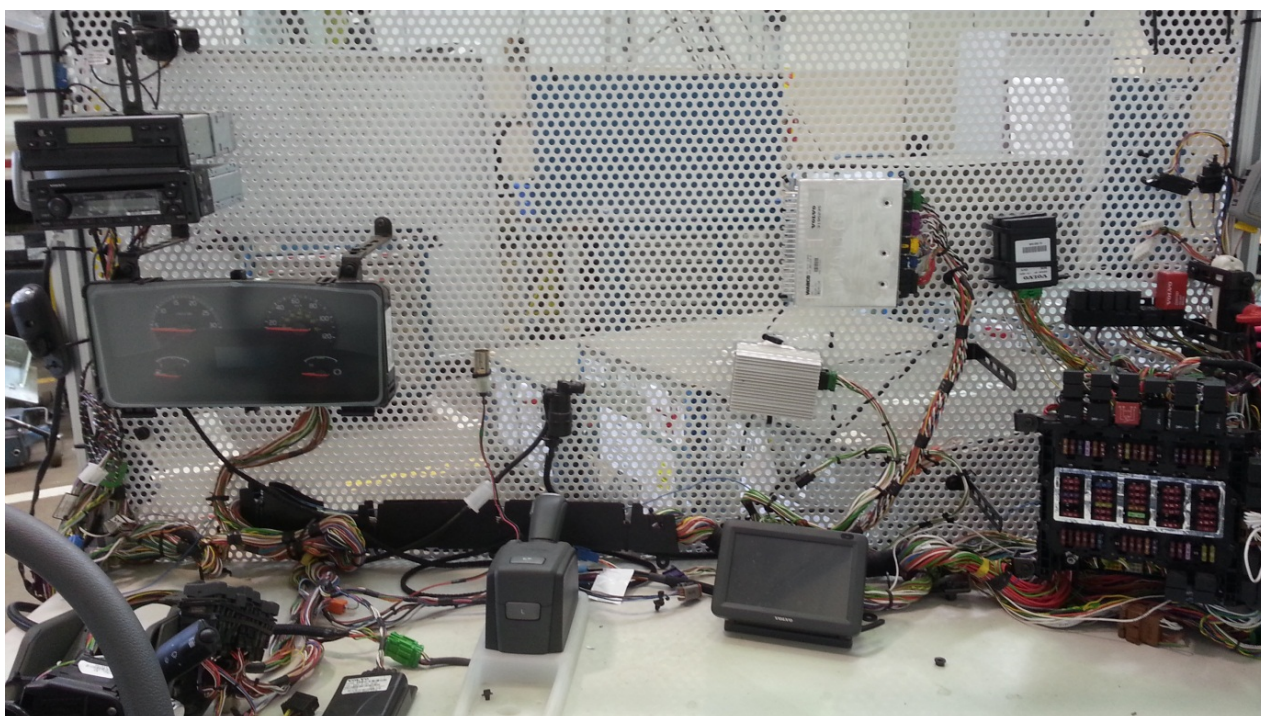


Figura 36 – Painel de instrumentos instalado na Box Truck - mostra a dificuldade de acesso as unidades eletrônicas e chicotes no seu interior

Fonte: Os autores

4.1.2.2 Basculamento da cabine para acesso as unidades próximas ao motor

O procedimento de bascular a cabine do veículo para deixá-lo em condições de teste é algo relativamente simples a se fazer. O problema maior dessa condição é que quando a cabine do veículo está basculada é praticamente impossível se ter acesso ao interior da cabine.

No capítulo 5 deste trabalho, descreve-se a realização de um teste de consumo de corrente do veículo e recarga das baterias. No procedimento desse teste, demandou-se que a cabine do veículo estivesse basculada, para termos acesso ao alternador do veículo e também que tivéssemos acesso ao interior da cabine.

Esse mesmo teste poderia ser realizado na Box Truck sem ter que se preocupar com os acessos ao veículo físico com a cabine basculada. Na figura 37 podemos visualizar a cabine do veículo basculada para acesso ao alternador e às unidades eletrônicas situadas próximas ao motor. Já na figura 38, podemos verificar a facilidade de acesso ao alternador e unidades eletrônicas na Box Truck.



Figura 37 – Cabine do veículo VM basculada – mostra a dificuldade de acesso ao interior da cabine e ao alternador

Fonte: Volvo do Brasil

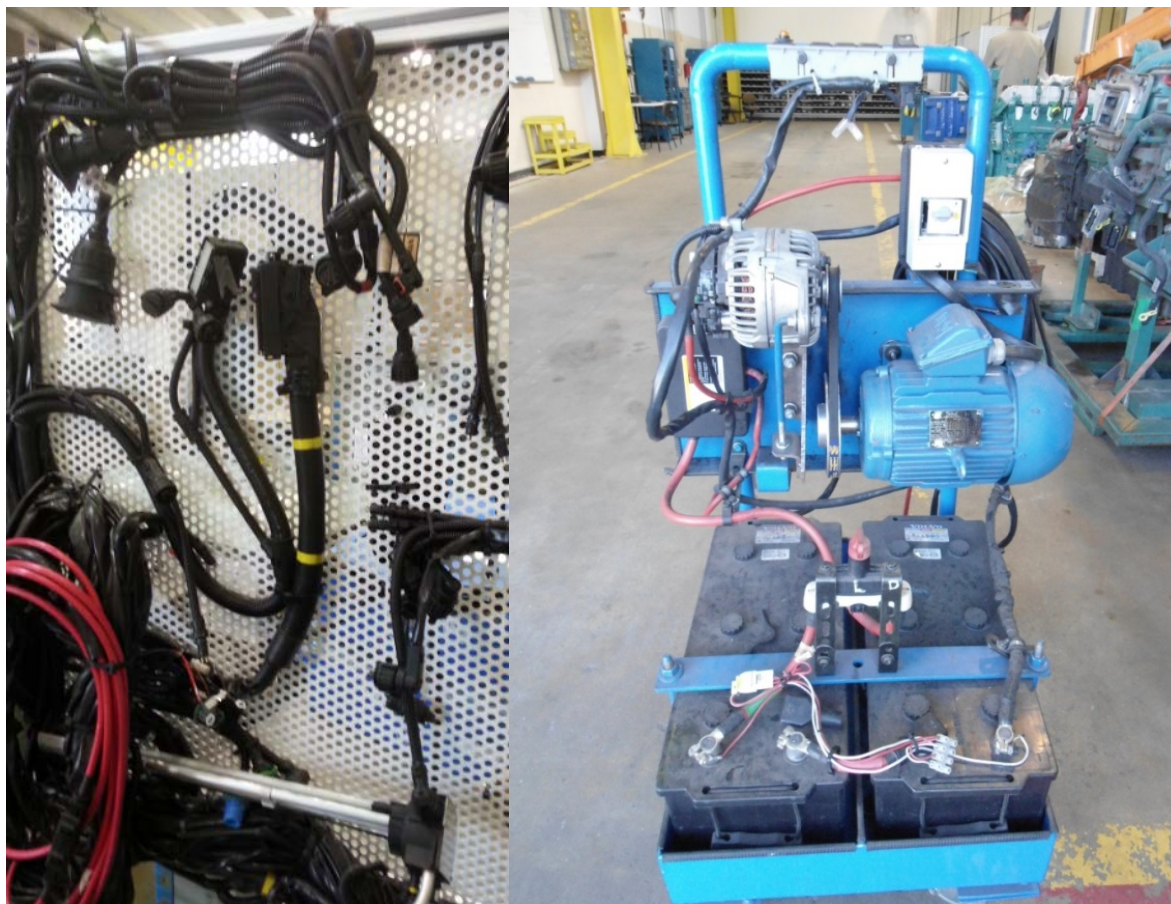


Figura 38 – Imagem da disposição do alternador e baterias e algumas unidades do chassi do veículo
– mostra a facilidade de acesso às peças nessa região

Fonte: Os autores

4.1.2.3 Abertura do teto do veículo para testes no *cab-upper*

Diversas peças de responsabilidade de EEE como o tacógrafo, rádio e alguns switches, estão situados na parte superior da cabine. Quando são requisitados testes nesses componentes, é necessário que as partes plásticas que formam a parte superior da cabine sejam removidas para acessar a ligação e fixação das peças eletrônicas. A figura 39 compara o acesso ao tacógrafo e rádio no veículo físico e na Box Truck.



Figura 39 – Comparação de acesso às unidades eletrônicas localizadas na parte superior da cabine do veículo físico e sua disposição na Box Truck

Fonte: Os autores

4.1.2.4 Acesso às peças no interior da porta

No interior das portas do veículo VM, existem algumas peças elétricas como por exemplo: motor de levantamento elétrico dos vidros, switch do levantamento elétrico dos vidros e trava elétrica. Quando se tem a demanda de realizar um teste em alguma dessas partes, desmontar toda a parte plástica que reveste a porta é algo inevitável. Na bancada de testes, poderíamos mais uma vez ter acesso a essa área sem nenhuma dificuldade de acesso e mantendo a qualidade e confiabilidade do teste. Podemos observar na figura 40 a seguir, a comparação entre os acessos do interior da porta no veículo físico e na Box Truck.



Figura 40 – Comparação de acesso das partes elétricas localizadas no interior da porta comparado ao acesso na Box Truck

Fonte: Os autores

Todas essas atividades usualmente são realizadas por um técnico disponibilizado para proceder com essas atividades. Atualmente o custo desse técnico, responsável por deixar o veículo em condições para o teste em si, é de aproximadamente R\$180,00 por hora, que devem ser contabilizadas no valor final da realização do teste.

4.1.3 Custo de amortização do veículo

O custo sobre amortização do veículo é cobrado apenas para testes em que demanda o deslocamento do veículo, ou seja, testes em que o veículo tem que rodar em estradas ou pistas de testes por determinado tempo. O custo de amortização cobrado está diretamente ligado ao tempo e a quilometragem que o veículo rodará.

Para testes que demandem uma média de 500 km com o veículo rodando, por aproximadamente 30 dias, o valor de amortização a ser pago será de aproximadamente R\$15.000,00. Aumentado a quilometragem e o tempo, o valor aumenta proporcionalmente.

Embora testes dinâmicos não possam ser feitos na Box Truck, o custo de amortização do veículo para testes dinâmicos é um valor que deve ser acrescentado no caso desse tipo de teste.

4.1.4 Testes de longa duração

Existem testes de validação no veículo que são de curta duração, onde são analisados apenas critérios de funcionalidade e de montagem. Esses testes são mais comuns, pois são realizados quando há qualquer mudança no design ou funcionamento da peça.

Por outro lado, existem também testes que demandam um tempo maior de duração. Os testes de longa duração são menos comuns, porém, não menos importantes. Testes desse tipo costumam ser feitos pelo setor de EEE da Volvo do Brasil principalmente quando se trata de consumo do veículo, onde testes de aproximadamente 12 horas são comuns de se encontrar.

Um exemplo de teste já feito na Volvo do Brasil, é mensurar quanto o veículo consome, enquanto o motorista está descansando durante a noite. Normalmente o motorista deixa ligados o rádio, climatizador e alguma luz interna. Para isso, devemos saber aproximadamente quanto o veículo vai consumir se essas cargas estiverem ligadas, para que não haja uma má utilização da bateria.

Para a realização desse teste, foi necessário se disponibilizar um veículo durante uma noite inteira para que pudesse ser mensurado o quanto o veículo consumia. Esse teste poderia ser reproduzido de forma confiável em uma Box Truck, tendo como todas as vantagens já descritas neste trabalho, à disposição.

4.1.5 Teste de um mesmo componente com tecnologias diferentes

A necessidade de se testar novas tecnologias no departamento de Engenharia Avançada da Volvo do Brasil é algo recorrente. Todos os dias novas tecnologias aparecem no mercado ou são criadas internamente pelos próprios engenheiros da Volvo.

Para a validação dessas novas tecnologias, é necessário que haja um teste de verificação e validação. É claro que a nova tecnologia deve passar por várias

fases de aprovação. Mas a mais importante delas, é simplesmente que seja funcional.

Um possível teste com 3 diferentes tecnologias será feito pelo setor de engenharia avançada da Volvo do Brasil, mas não está contemplado neste trabalho. O teste dirá respeito a 3 diferentes tecnologias do sensor de nível de combustível utilizado no Volvo VM. Três tecnologias foram desenvolvidas e deverão ser testadas, para analisar e comparar o desempenho de cada uma. Se esse teste fosse realizado em um veículo físico, ao menos 3 rodadas de testes seriam necessárias. O acesso a área em que se encontra o sensor de nível de combustível não é fácil, demandando dias para que o técnico pudesse deixar o veículo no *set-up* do teste, realizar o teste e depois deixar o veículo na configuração inicial.

Esse processo de testes com diferentes tecnologias poderia ser realizado de maneira bem mais simples se fosse utilizado a Box Truck no lugar do veículo físico. Todo o *set-up* inicial para o teste poderia ser feito em minutos, pois trataria-se apenas de remover o sensor de nível de combustível e alocar os novos, um de cada vez, cada um com a sua tecnologia.

Outra possibilidade seria realizar os três testes em paralelo. Como a única unidade de controle responsável pela leitura do nível de combustível é o cluster, poderíamos tomar os três sensores, três clusters e ligá-los em paralelo para verificar o comportamento instantâneo de cada sensor, podendo assim, comparar as diferentes tecnologias instantaneamente.

Esses testes serão realizados no futuro, quando as três tecnologias estiverem bem desenvolvidas. Esse teste de validação seria contemplado nesse trabalho, mas o desenvolvimento das tecnologias estarão prontas apenas depois da defesa deste trabalho, ficando assim, como uma proposta para estudos futuros de validação da Box Truck.

4.2 DIFICULDADES DE DESENVOLVIMENTO DA BOX TRUCK

Durante a elaboração da bancada, tivemos diversas dificuldades, tais como;

- Projeto físico da bancada;
- Leiaute da bancada (parte estrutural);
- Leiaute das unidades na bancada;
- Especificações dos componentes do veículo;

4.2.1 Projeto da estrutura física da bancada

Uma bancada de testes para validação de dispositivos elétricos é uma novidade no mercado brasileiro e conseqüentemente não existia materiais ou literaturas para usarmos como referência de como deveria ser a nossa bancada.

Diante da falta de literatura sobre o assunto, o primeiro passo do projeto da Box Truck foi verificar quais eram as bancadas existentes no mercado e tentar adaptar esses projetos a nossa realidade. As referências usadas podem ser observadas na figura 41, e diante dessas bancadas acabamos em escolher uma bancada com o fundo telado e feita quase que integralmente de perfil de alumínio, projetada pela empresa ESTRUTURAL INDÚSTRIA E COMÉRCIO como pode ser observado pelo projeto na figura 42.

No decorrer do trabalho, nos deparamos com o problema de que a bancada não suportava todos os componentes, pelo tamanho de alguns deles e pela estrutura da bancada, assim foi necessário retirar da especificação, peças como: ar condicionado, climatizador veiculo e partes do motor do veículo.



Figura 41 : Possíveis bancadas disponíveis no mercado

Fonte : Imagens da internet (vide referências)

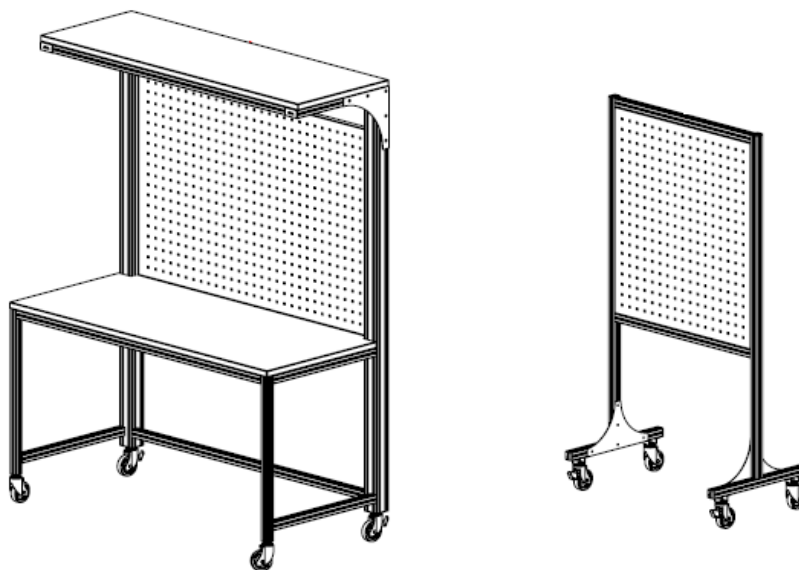


Figura 42 – Projeto da bancada escolhida

Fonte : ESTRUTURAL

4.2.2 Leiaute da bancada

Um dos principais motivos para a construção da bancada é agilizar os testes e diminuir os custos relacionados aos testes de validação de unidades eletrônicas dos veículos, por isso, a questão da acessibilidade (distribuição das unidades eletrônicas e componentes na bancada) teve que ser reavaliada e redistribuída de forma a facilitar o acesso a essas unidades. O leiaute final da disposição das unidades eletrônicas na bancada, pode ser observada na figura 43.

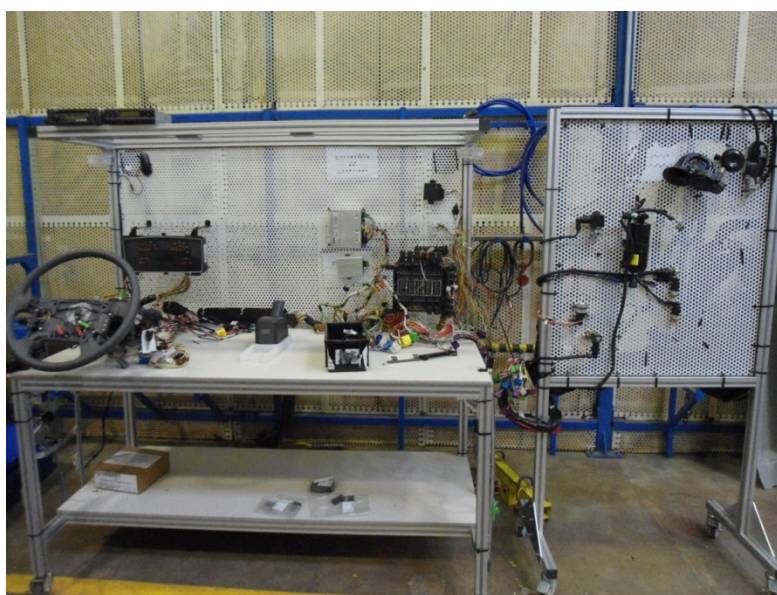


Figura 43 : Leiaute final da bancada escolhida – em fase de montagem

Fonte : Os autores

4.2.3 Especificações dos componentes veículo

A maior dificuldade encontrada na montagem da box foi a especificação dos componentes do veículo, pois a bancada foi projetada para validar testes em caminhões atuais da linha volvo e também validar alguns componentes que ainda são protótipos na linha de caminhões VM.E como alguns desses componentes ainda são protótipos muitas conexões eram modificadas e algumas validações não funcionavam, como o caso da comunicação da caixa com o cluster, como pode ser observado na figura 44.



Figura 44 – Mensagem de erro mostrada no cluster

Fonte : Os autores

5 – TESTES DE VALIDAÇÃO DA BANCADA

Neste capítulo, será realizada a validação da Box Truck através de comparações dos resultados e procedimentos de testes realizados primeiramente em um veículo físico e, depois, na bancada de testes propriamente dita. Esse capítulo visa mostrar as vantagens e facilidades na realização de testes, que uma Box Truck pode trazer em relação a veículos físicos.

Os testes aqui descritos foram solicitados pela Volvo do Brasil, para uma análise, estudo e documentação sobre assuntos relacionados às baterias do Volvo VM.

5.1 TESTE DE CONSUMO DE CORRENTE DO VOLVO VM EM CONDIÇÕES DE DESCANSO

5.1.1 Proposta

A proposta principal desse teste de validação é medir o consumo do veículo para diferentes situações. Para avaliar se as baterias que temos no Volvo VM são suficientes para suprir todas as cargas utilizadas no veículo em condição de descanso (condição em que o motorista desliga o veículo e descansa durante a noite).

Realizaremos os testes primeiramente em um veículo físico e depois o mesmo teste na Box Truck, para que possam ser observadas as vantagens da bancada para realização de testes dessa natureza.

5.1.1.1 Objetos de teste

Os componentes que serão submetidos a teste são:

Quantity	Description	PN
2	Baterias 12V / 100Ah Johnson Controls	– 21461173

Tabela 01 – Objetos que serão submetidos ao teste

Fonte: Os autores

5.1.2 Método

Para a realização desta série de testes, adotaremos algumas situações de funcionamento do veículo, que abordarão situações reais de um veículo quando está em situação de descanso. A situação de descanso é basicamente o tempo em que o motorista para o veículo para descansar durante a noite. Todos os testes a seguir serão realizados, considerando um tempo de descanso do motorista de **10 horas**.

O teste será realizado nas seguintes situações:

a) Situação 1:

- Climatizador desligado;
- Todas as demais cargas do veículo desligadas;
- Chave na posição 1.

b) Situação 2:

- Climatizador ligado;
- Todas as demais cargas do veículo desligadas;
- Chave na posição 1.

c) Situação 3:

- Climatizador ligado;
- Radio ligado;
- Chave na posição 1;
- Todas as demais cargas do veículo desligadas.

d) Situação 4:

- Climatizador ligado;
- Radio ligado;
- Chave na posição 2;
- Todas as demais cargas do veículo desligadas.

A elaboração dessas condições visa reproduzir situações que têm grande possibilidade de acontecer na vida real.

A situação 1 simula o motorista em uma noite de inverno, onde o uso do climatizador não é necessário. Ele desliga todas as cargas do veículo e descansa durante a noite praticamente sem consumos no veículo.

As situações 2 e 3 reproduzem uma situação ideal do veículo durante a noite, onde a principal diferença é o rádio estar ligado ou desligado durante o tempo de descanso do motorista.

A situação 4 é a mais crítica de todas, quanto a consumo. A partir do momento em que a chave é colocada na posição 2, algumas unidades e relés são energizados, fazendo o consumo, nesta situação, ser maior do que as situações anteriores. Esta situação retrata uma forma errada de se colocar o veículo em modo de descanso. Se o motorista, por acaso deixa a chave na posição 2, aciona o rádio e o climatizador, veremos nos próximos itens desse capítulo que com certeza a vida útil da bateria será comprometida.

As duas baterias 12 V dos caminhões da Volvo, ligadas em série, fornecem ao veículo uma corrente de 100 Ah e 24 V de tensão. Para que as baterias tenham uma vida útil prolongada, elas nunca devem ser descarregadas mais do que 50% do seu valor nominal, neste caso, não devem nunca se encontrar em um valor menor do que 50 Ah.

Portanto, para apontarmos a melhor e a pior condição de descanso do veículo, apresentaremos os valores que cada situação consome, e verificaremos se o valor projetado para 10 horas de descanso ultrapassa ou não o valor máximo de descarga da bateria.

5.1.4 Equipamento utilizado para medição

O equipamento utilizado para fazer essa medição foi um alicate amperímetro FLUKE 337 TRUR RMS, idêntico ao apresentado na figura 45 a seguir.



Figura 45 – Modelo de alicate amperímetro utilizado no teste de consumo de corrente.

Fonte: Os autores

5.1.5 Resultados dos testes no veículo físico

As situações de descanso descritas no item 5.1.2 deste trabalho, foram reproduzidas em um veículo físico. As medições realizadas estão apresentadas na tabela 02.

	Situação de descanso do veículo			
	Situação 1	Situação 2	Situação 3	Situação 4
Corrente instantânea fornecida ao veículo (A)	0,35	3,55	4,01	6,63
Consumo projetado para 10 horas de descanso (Ah)	3,50	35,5	40,1	66,3

Tabela 02 – Valores encontrados na medição do veículo físico

Fonte: Os autores

Legenda: █ Situação de uso **ideal** durante o período de descanso.
█ Situação de uso **não indicado** durante o período de descanso.

Os cálculos de corrente fornecida ao veículo foram feitos contemplando o veículo em modo de repouso de 10 horas, por isso, todos os valores de corrente medidos, tiveram que ser multiplicados por 10 para que se obtivesse o valor que o veículo consumiria no período total de descanso.

Como podemos verificar, se o motorista deixa o veículo em modo de descanso na situação 1, o veículo consumirá apenas 3,5 Ah, o que nos dá uma descarga de apenas 3,5% da capacidade total (100 Ah), não afetando a vida útil da bateria.

Checando os resultados obtidos nas situações 2 e 3 (aro verde na tabela), podemos afirmar que a bateria é capaz de suprir a corrente necessária para atender as condições de descanso dessas situações. Como temos um par de baterias que é capaz de fornecer 100 Ah para o veículo, e considerando que a sua descarga máxima, nunca pode exceder 50% do seu valor nominal (50 Ah), as situações 2 e 3 não diminuem a vida útil da bateria, pois nenhuma das duas, o consumo é superior a 50 Ah.

Já na situação 4 (aro vermelho na tabela), que simula uma condição em que não se deve deixar o veículo quando parado, o consumo durante um período de 10 horas é igual a 66,3 Ah, ou seja, um consumo de 66,3% da carga total da bateria, ultrapassando o valor máximo de descarga das baterias, que é 50%. Se o motorista, por um acaso deixar o veículo por 10 horas nessa condição, com certeza afetará a vida útil da bateria.

As medições da corrente entregue pela bateria para suprir as condições citadas acima, foram realizadas no cabo de bateria indicado na figura 46 a seguir, que é o cabo que alimenta as cargas do veículo.

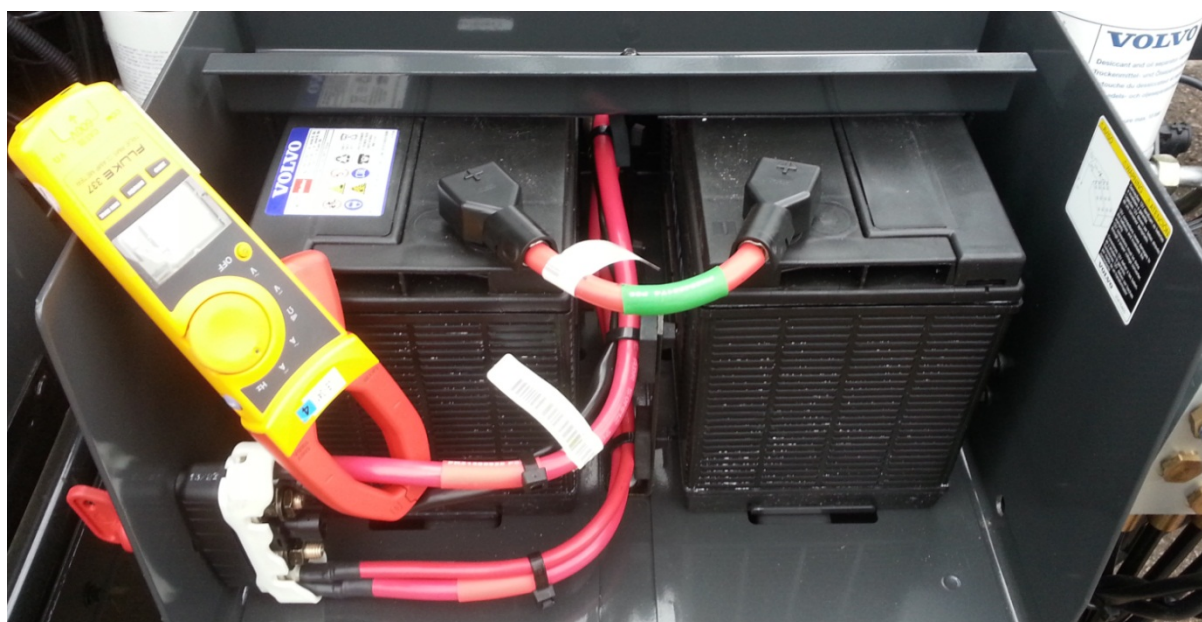


Figura 46 – Local da medição do teste de consumo

Fonte: Os autores



5.1.6 Resultados dos testes na Box Truck e validação do teste

Os mesmas medições apresentadas na seção acima foram reproduzidas na Box Truck. Os resultados foram apresentados na tabela 03 a seguir:

	Situação de descanso do veículo			
	Situação 1	Situação 2	Situação 3	Situação 4
Corrente instantânea fornecida ao veículo (A)	0,32	3,49	3,92	6,57
Consumo projetado para 10 horas de descanso (Ah)	3,20	34,9	39,2	65,7

Tabela 03 – Valores encontrados na medição da Box Truck

Fonte: Os autores

Legenda:  Situação de uso **ideal** durante o período de descanso.
 Situação de uso **não indicado** durante o período de descanso.

A primeira observação que podemos fazer é que todos os valores mensurados na Box Truck foram inferiores aos mensurados no veículo físico. Isso se dá pelo fato de que junto com as cargas descritas nas situações da seção 5.1.2, ainda temos muitas outras unidades eletrônicas no veículo físico, que não foram contempladas na Box Truck. Essas unidades têm um consumo em modo stand-by, que podem influenciar as medições em alguns miliampères, fazendo com que tenhamos medidas um pouco abaixo, quando se trata de testes de consumo.

Os cálculos de corrente fornecida a Box Truck foram feitos contemplando o uma simulação do veículo em modo de repouso de 10 horas, por isso, todos os valores de corrente medidos, tiveram que ser multiplicados por 10 para que se obtesse o valor que o veículo consumiria no período total de descanso.

Como podemos verificar, se o motorista deixa o veículo em modo de descanso na situação 1, o veículo consumirá apenas 3,2Ah, o que nos dá uma

descarga de apenas 3,2% da capacidade total (100 Ah), não afetando a vida útil da bateria.

Checando os resultados obtidos nas situações 2 e 3 (aro verde na tabela), podemos afirmar que a bateria é capaz de suprir a corrente necessária para atender as condições de descanso dessas situações. Como temos um par de baterias que é capaz de fornecer 100 Ah para o veículo, e considerando que a sua descarga máxima, nunca pode exceder 50% do seu valor nominal (50 Ah), as situações 2 e 3 não diminuem a vida útil da bateria, pois nenhuma das duas, o consumo é superior a 50 Ah.

Já na situação 4 (aro vermelho na tabela), que simula uma condição em que não se deve deixar o veículo quando parado, o consumo durante um período de 10 horas é igual a 65,7 Ah, ou seja, um consumo de 66% da carga total da bateria, ultrapassando o valor máximo de descarga das baterias, que é 50%. Se o motorista, por um acaso deixar o veículo por 10 horas nessa condição, com certeza afetará a vida útil da bateria.

As medições da corrente entregue pela bateria para suprir as condições citadas acima, foram realizadas no cabo de bateria que alimenta a Box Truck, indicado na figura 47 a seguir.



Figura 47 – Local da medição do teste de consumo na Box Truck

Fonte: Os autores

As conclusões, quanto às descargas que afetam a vida útil das baterias, são as mesmas conclusões do tiradas das medições realizadas no veículo físico, pois os valores medidos, variaram muito pouco, o que valida a utilização da Box Truck para esse tipo de teste.

5.2 MEDIÇÃO DO CONSUMO INDIVIDUAL (MCI) DAS UNIDADES ELETRÔNICAS DO VOLVO VM

5.2.1 Proposta

Para a validação de uma das funcionalidades da Box Truck, será realizada uma análise do consumo individual de corrente de algumas unidades eletrônicas do Volvo VM com as unidades em stand-by. Essas medições serão feitas primeiramente em um veículo físico e posteriormente, na Box Truck. Os resultados serão comparados e validados.

Depois que o veículo sai da linha e produção e passa pelos ajustes finais, ele fica em espera no pátio de entregas da Volvo. Sabemos que mesmo o veículo estando desligado, algumas unidades eletrônicas ainda continuam consumindo uma pequena corrente da bateria. Somando todas as unidades eletrônicas do veículo, temos um valor significativo, que pode levar a uma descarga irregular das baterias.

A proposta específica do teste é medir, individualmente, os equipamentos que permanecem energizados mesmo quando o veículo está parado e desligado, e apontar quais são as unidades eletrônicas que mais consomem corrente no veículo.

5.2.1.1 Objetos de teste

Os componentes que serão submetidos a teste são:

Quantity	Description	PN
2	Baterias 12V / 100Ah – Johnson Controls	21461173

Tabela 04 – Objetos que serão submetidos ao teste

Fonte: Os autores

5.2.2 Método

Para mensurar os valores individuais de consumo das unidades eletrônicas do Volvo VM, utilizaremos o seguinte procedimento:

- Tomar um valor de corrente de referência, com todas as cargas do veículo em repouso, e a chave na posição zero;
- Identificar o fusível correspondente a unidade, na central de fusíveis;
- Retirar o fusível correspondente da central de fusíveis para se obter o valor de corrente sem o equipamento em questão;
- Medir a corrente entregue pela bateria à unidade para saber quantos Amperes o equipamento consome. Esse cálculo será feito através da diferença entre o valor de referência e o valor medido sem o fusível da unidade em questão;
- Repetir o procedimento para todas as unidades.

As posições dos fusíveis a serem retirados da central de fusíveis para as medições são apresentados a seguir:

Climatizador - Posição 2.6 na central de fusíveis, como apresenta a figura 48.

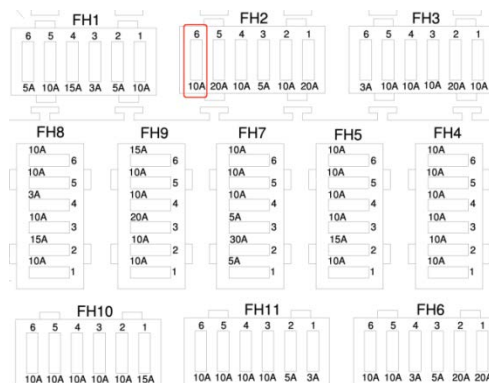


Figura 48 – Posição do fusível de proteção do climatizador

Fonte: Volvo do Brasil

Tacógrafo - Posição 9.1 na central de fusíveis, como apresenta a figura 49.

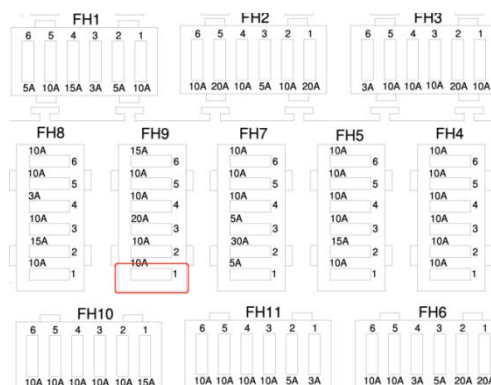


Figura 49 – Posição do fusível de proteção do tacógrafo

Fonte: Volvo do Brasil

Cluster - Posição 1.5 na central de fusíveis, como apresenta a figura 50.

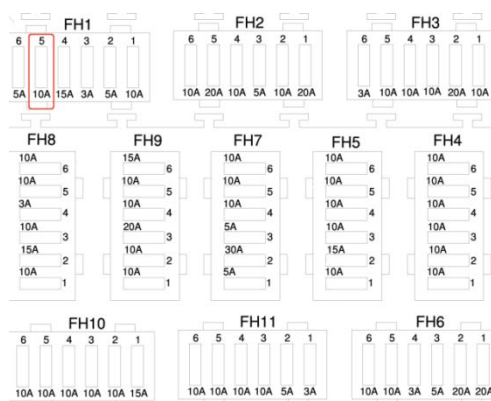


Figura 50 – Posição do fusível de proteção do cluster

Fonte: Volvo do Brasil

Radio - Posição 6.5 na central de fusíveis, como apresenta a figura 51.

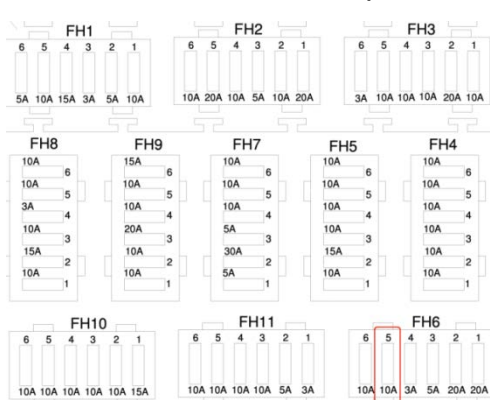


Figura 51 – Posição do fusível de proteção do Rádio

Fonte: Volvo do Brasil

Unidade da caixa I-shift - Posição 9.6 na central de fusíveis, como apresenta a figura 52.

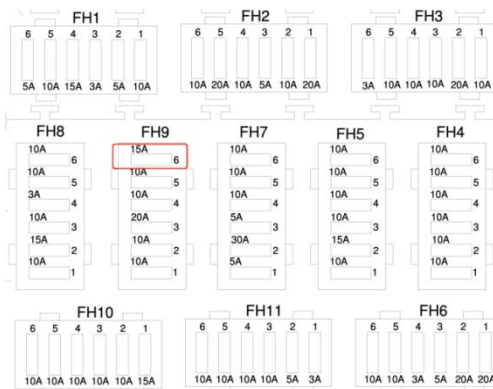


Figura 52– Posição do fusível de proteção da unidade de caixa i-shft

Fonte: Volvo do Brasil

OBD - Posição 1.6 na central de fusíveis, como apresenta a figura 53.

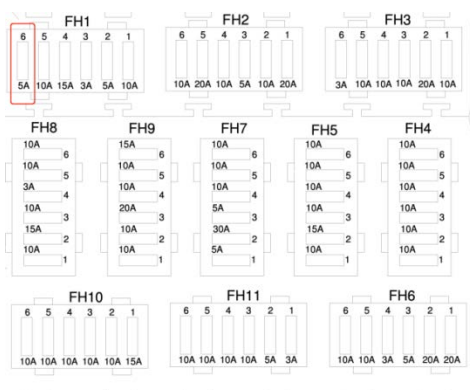


Figura 53 – Posição do fusível de proteção do OBD

Fonte: Volvo do Brasil

Dynafleet - Posição 8.4 na central de fusíveis, como apresenta a figura 54.

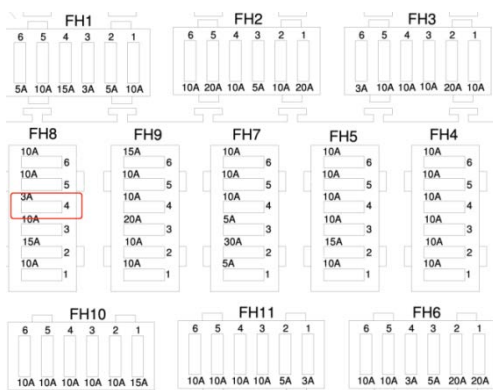


Figura 54 – Posição do fusível de proteção do dynafleet

Fonte: Volvo do Brasil

Telemática - Posição 1.2 na central de fusíveis, como apresenta a figura 55.

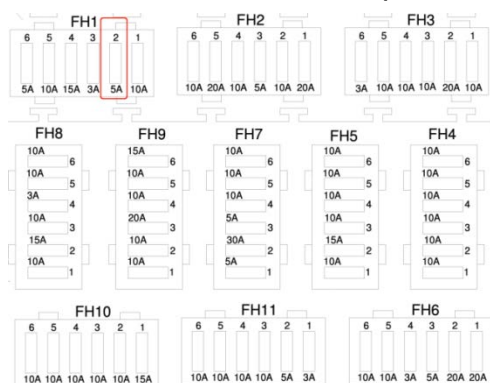


Figura 55 – Posição do fusível de proteção do telemática

Fonte: Volvo do Brasil

ABS - Posição 6.1 , 6.2 e 3.1 na central de fusíveis, como apresenta a figura 56.

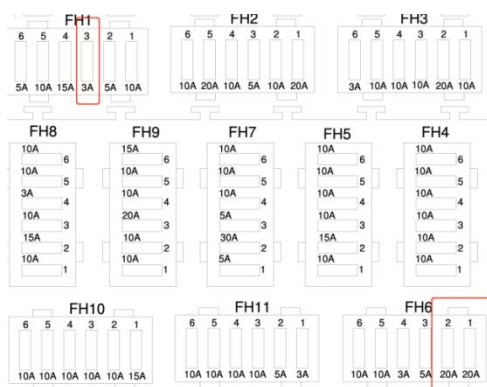


Figura 56 – Posição do fusível de proteção do ABS

Fonte: Volvo do Brasil

Gateway - Posição 7.1 na central de fusíveis, como apresenta a figura 57

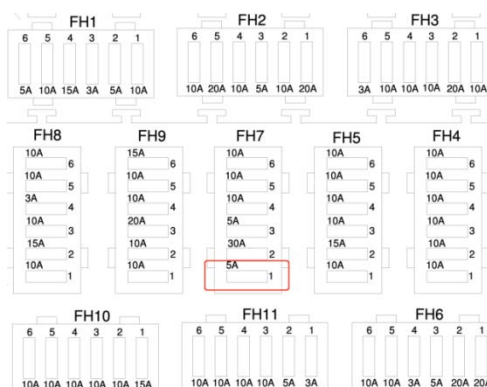


Figura 57 – Posição do fusível de proteção do gateway

Fonte: Volvo do Brasil

ECU DO MOTOR - Posição 7.2 na central de fusíveis, como apresenta a figura 58.



Figura 58 – Posição do fusível de proteção da ECU do motor

Fonte: Volvo do Brasil

Flash Unit - Posição 9.2 na central de fusíveis, como apresenta a figura 59.



Figura 59 – Posição do fusível de proteção da Flash Unit

Fonte: Volvo do Brasil

Estas unidades citadas são as mais críticas, que por conhecimento empírico, sabe-se que consomem a maior parte da corrente quando o veículo está em repouso, portanto, as medições serão feitas nessas unidades.

Para realizar a medição dessas correntes, foi necessário abrir o circuito de alimentação das baterias e fazer um *shunt* com o multímetro. Esse método foi adotado por se tratar de uma corrente muito pequena. Se a corrente fosse de grandeza um pouco maior, o teste poderia ser feito utilizando-se um alicate amperímetro. A foto do *shunt* realizado é apresentada na figura 60 a seguir.

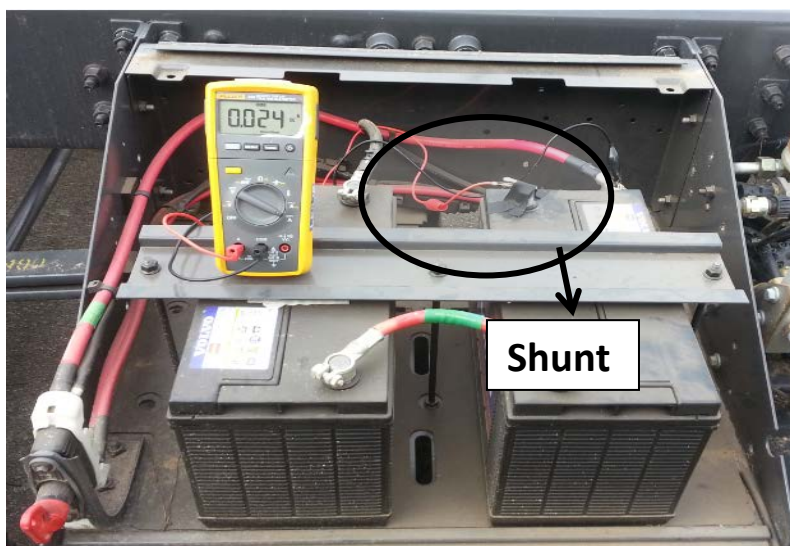


Figura 60 – Shunt realizado para medição da corrente entregue pela bateria

Fonte: Os autores

5.2.3 Equipamentos utilizados para medição

Para a realização dessa medição, foi utilizado um multímetro True RMS REMOTE DISPLAY 233, da Fluke, idêntico ao da figura 61 a seguir:



Figura 61 - Multímetro True RMS utilizado na medição

Fonte: Fluke

5.2.5 Resultados dos testes no veículo físico

A medição no veículo com a chave na posição zero foi realizada e os valores obtidos estão apresentados na tabela 05, para esse ensaio usamos como corrente de referência 82 mA, como pode ser observado da figura 62.

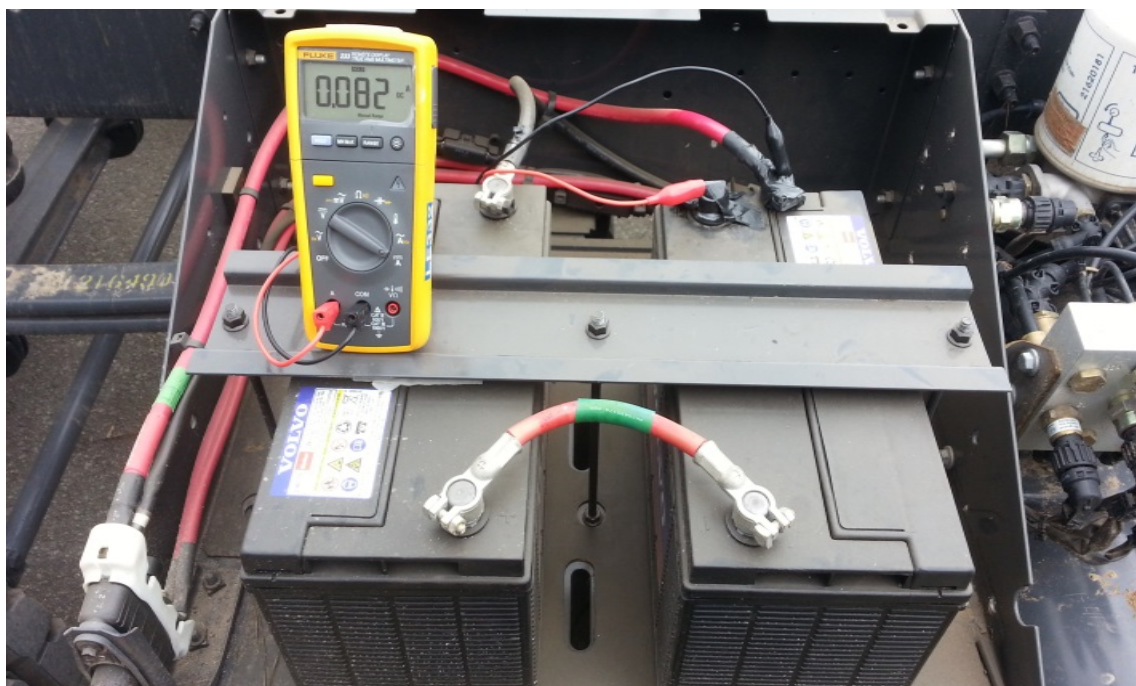


Figura 62 - Corrente de referência usado para o teste de consumo individual

Fonte: Os autores

EQUIPAMENTO	I ref (A)	I med (A)	Consumo (A)
Climatizador	0.082	0.048	0.034
Tacógrafo	0.082	0.057	0.025
ECU MOTOR	0.082	0,052	0,030
Rádio	0.082	0,045	0,037
Telemática	0.082	0.076	0.006
I-SHIFT	0.082	0.072	0.01
Dynafleet	0.082	0.078	0.004
OBD	0.082	0.082	0
ABS	0.082	0.072	0.01

Gateway	0.082	0.065	0.017
Flash Unit	0,082	0,77	0,005
Cluster	0,082	0,074	0,008

Tabela 05 – Resultados das medições das correntes consumidas pelas unidades eletrônicas no veículo físico

Fonte: Os autores

Os valores de consumo apresentados na tabela 05 para cada componente é o resultado da diferença da corrente de referência pela corrente medida, de acordo com a equação 1. Na figura 63 é apresentado algumas medições referentes às correntes medidas no teste de MCI.

$$\text{Consumo (A)} = I_{\text{REFERENCIA}} - I_{\text{MEDIDO}}$$

Eq. 1

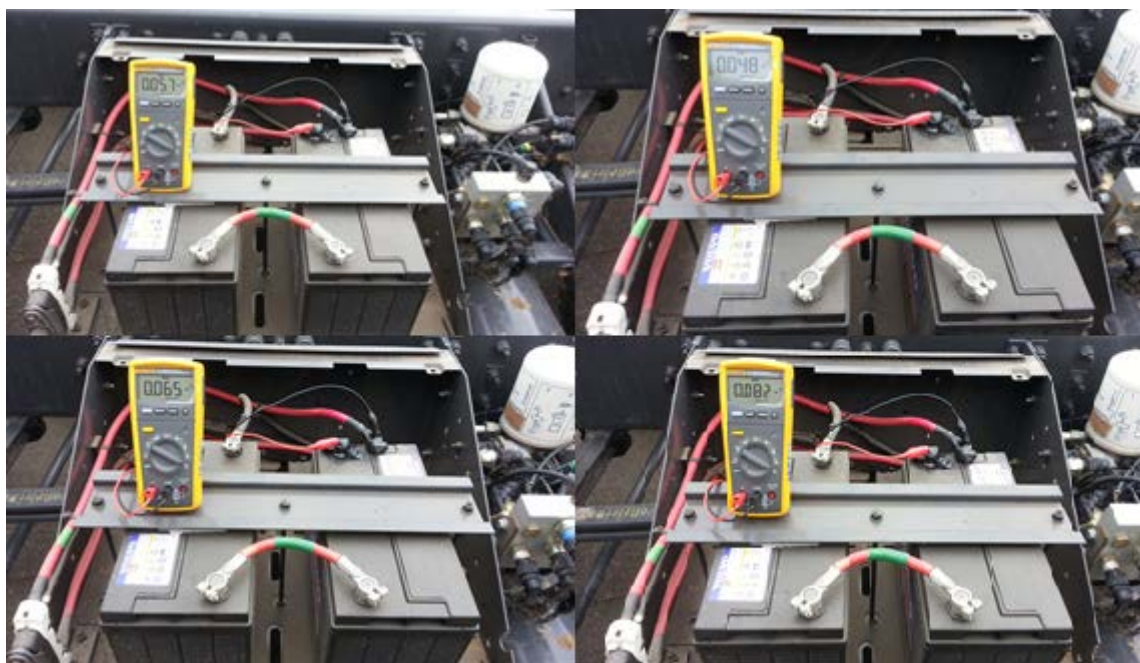


Figura 63 - Corrente do tacógrafo ,climatizador,gateway e no OBD respectivamente, medidos no teste de consumo individual.

Fonte: Os autores

Analisando os resultados apresentados, é possível concluir que o tacógrafo, ECU do motor, climatizador e o rádio são os maiores consumidores de corrente

quando o veículo está desligado, conseqüentemente eles são os maiores consumidores de carga da bateria enquanto o caminhão aguarda para ser entregue.

As baterias não podem trabalhar com níveis de carga inferiores a 50% dos 100Ah, que é a capacidade da bateria, pois em níveis inferiores podem condenar a bateria do caminhão definitivamente e diminuir a qualidade do produto final. Por esse motivo o teste de consumo é importante para definir qual é o tempo máximo de espera de um caminhão no pátio, sem danificar a bateria, que de acordo com a tabela 06 é de no máximo 25 dias.

Esses valores correspondem ao produto da corrente de consumo por 24 horas, vezes a quantidade de dias de espera, que nunca deve ser maior que 50Ah (valor máximo de descarga) como pode ser observado pela tabela 06 e na equação 2.

$$\text{Consumo} = 24 \cdot I_{ref} \cdot \text{Dias}_{espera} < 50\text{Ah} \quad \text{Eq. 2}$$

DIAS DE ESPERA	Consumo (Ah)
1	1.968
3	5.904
5	9.84
7	13.776
9	17.712
11	21.648
13	25.584
15	29.52
17	33.456
19	37.392
21	41.328
23	45.264
25	49.2

Tabela 06 – Resultados do consumo do veículo parado em espera

Fonte: Os autores

5.2.6 Resultados dos testes na Box Truck

Para os cálculos de consumo das unidades eletrônicas na bancada foi usada a equação 02, já descrita nesse trabalho, e uma corrente de referência de 57 mA, como pode ser observado na figura 64 .

Da mesma maneira que os valores de corrente foram medidos no veículo físico, agora faremos as medições utilizando uma Box Truck. Como esse teste depende somente da parte elétrica do veículo, espera-se encontrar valores de corrente muito próximos aos encontrados no veículo físico, como realmente se confirmou na tabela 07, a qual apresenta os valores individuais das unidades eletrônicas para o veículo na posição zero.



Figura 64 - Medição da corrente de referência na bancada

Fonte: Os autores

EQUIPAMENTO	I ref (Ah)	I med (Ah)	Consumo (Ah)
Climatizador	0,057	0,020	0.037
Tacógrafo	0,057	0.033	0.024
ECU MOTOR	0,057	0,025	0,032
Rádio	0,057	0,020	0,037
Telemática	0,057	0.052	0.005
I-SHIFT	0,057	0.046	0.011
Dynafleet	0,057	0,052	0.005
OBD	0.057	0.057	0
ABS	0.057	0.045	0.012
Gateway	0.057	0.043	0.014
Flash Unit	0,057	0,052	0,005
Cluster	0,057	0,050	0,007

Tabela 07 – Resultados do consumo das unidades eletrônicas medidos na Box Truck

Fonte: Os autores

Alguns dos valores medidos na Box Truck podem ser verificados na figura 65, mostrando que realmente a bancada é eficiente para realizar ensaios de MCI, já que os valores de consumo se encontraram próximos dos encontrados no veículo físico.

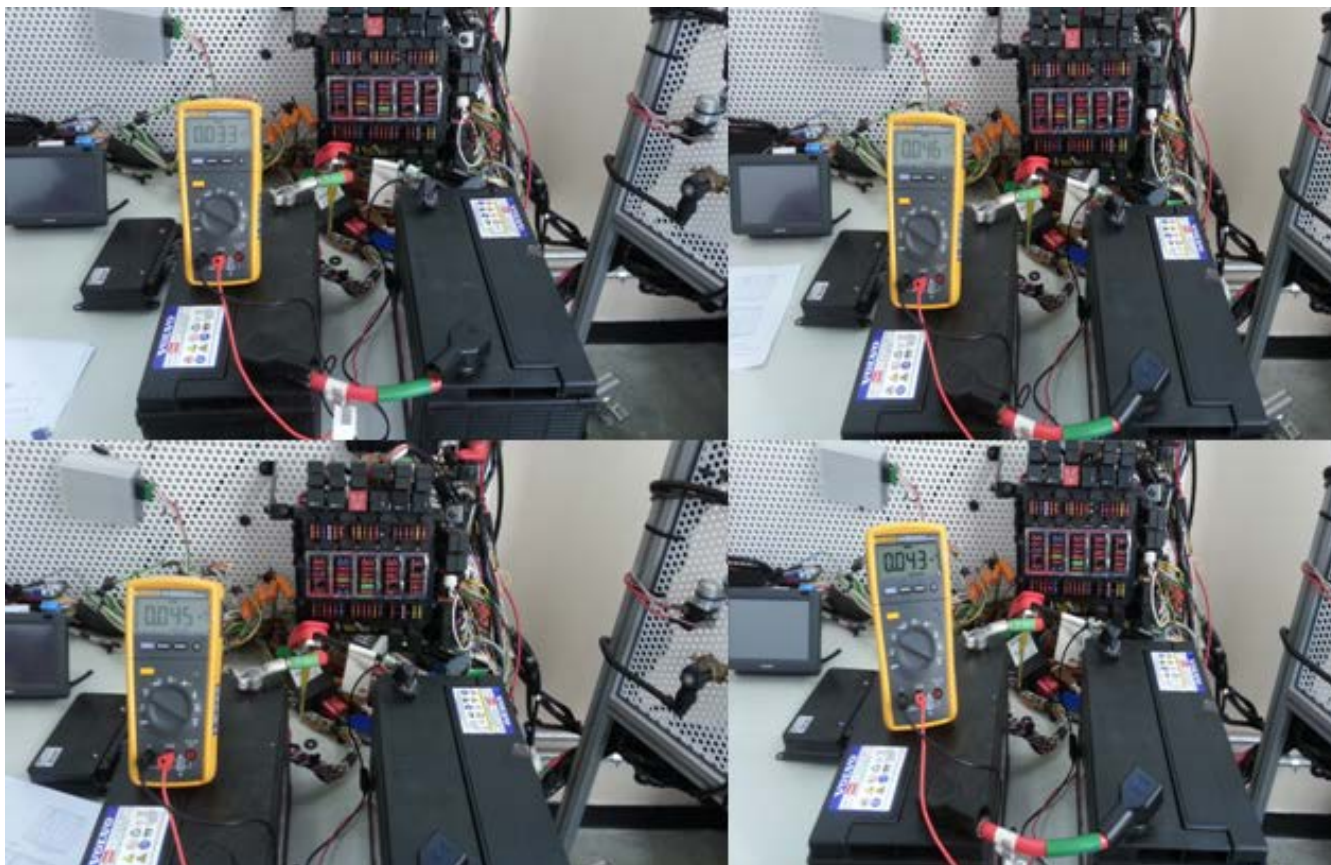


Figura 65 – Resultados das medições das correntes consumidas pelo tacógrafo, I-shift, ABS e Gateway na Box Truck respectivamente

Fonte: Os autores

Analisando os valores de consumo das unidades na bancada e no veículo físico, pode-se validar a funcionalidade da bancada para testes elétricos de medição de consumo individual, já que todos os valores encontrados foram iguais ou próximos dos medidos no caminhão. A facilidade dos ensaios e o acesso das unidades eletrônicas e dos componentes quando comparado ao veículo físico, é evidente.

Vale a pena salientar que, tanto os chicotes da Box Truck, quanto os do veículo físico, foram projetados com o mesmo comprimento para que não houvesse problemas na impedância dos chicotes e isso influenciasse o consumo do veículo.

6 - CONCLUSÃO

Com a retomada do crescimento das vendas no biênio 2009-2010 e com a grande quantidade de serviços prestados pela unidade de Curitiba da Volvo do Brasil, a empresa passou a dar maior ênfase em projetos que otimizassem o tempo de fabricação e de validação de componentes e a melhoria da qualidade do produto final.

Este trabalho de conclusão de curso visou acompanhar essa demanda de novas tecnologias e o crescimento da empresa, adaptada ao conceito de validação de testes dentro do grupo de engenharia elétrica da Volvo do Brasil. O trabalho consistiu em: realização da proposta, onde foi possível planejar e verificar a necessidade e onde poderiam ser aplicados nossos conhecimentos de engenharia elétrica, no grupo Volvo, onde também foi definido o sentido que tomaria o desenvolvimento do trabalho.

Num segundo momento, foi apresentado todo o embasamento teórico necessário para o conhecimento da empresa, dos ramos que ela atua, das suas atuais necessidades e das ferramentas básicas para o desenvolvimento da bancada. Também foram apresentados nessa seção, todas as partes elétricas encontradas em um caminhão Volvo, suas formas de comunicação, documentação do produto, seus componentes e funcionalidades.

Para finalizar o trabalho, a bancada foi desenvolvida e testada na Volvo do Brasil. O objetivo dessa bancada foi atender a necessidade da empresa com relação a validação de testes elétricos em veículos atuais e futuros protótipos. Na Box Truck é possível realizar diversos testes como: medição corrente individual das unidades eletrônicas, ensaios de descarga da bateria, testes de fadiga, validação de novos softwares, testes de protótipos, testes de chicotes elétricos e consumo do veículo.

Realizamos alguns desses testes para validar o desenvolvimento dessa bancada e comprovar que realmente ela é uma ferramenta importante para que a empresa acompanhe a demanda de novos projetos.

Um dos testes feitos para a validação da bancada, foi a medição de consumo individual (MCI), os resultados encontrados na bancada e no caminhão foram muito próximos e a facilidade dos ensaios na bancada foi facilmente verificada, pois na Box Truck todos os componentes se encontravam distribuídos em um perfil de fácil acesso, sem a necessidade de desmontar painéis para chegar as unidades.

Diminuindo o tempo dos ensaios, custos com a mão de obra qualificada e evitando custos com a retirada do caminhão da linha de montagem ou do pátio para realização de testes. É importante ressaltar que ao retirar um caminhão para testes, o setor solicitante do teste se torna responsável em pagar alguns custos ligados com a retirada do veículo da linha de produção para realização dos testes, agora com o desenvolvimento da bancada essa necessidade acaba.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O projeto da Box Truck, está terminado para o propósito que foi criado. Estão sendo realizados testes de componentes eletrônicos e elétricos, atualização de softwares e pequenos chicotes elétricos, com sucesso. Porém, para que a sua utilidade não fique obsoleta no futuro, apresentaremos aqui algumas idéias de melhoria contínua para a bancada, de forma a abranger mais áreas de desenvolvimento da Volvo do Brasil. As propostas são:

- 1) Implementar a Box Truck com a colaboração de outras áreas de desenvolvimento da Volvo do Brasil. A integração de sistemas pneumáticos, por exemplo, é algo que existe em uma bancada de testes existente e utilizada na França, em Lyon, para testes que utilizem esse sistema no veículo.

Outra opção de integração de áreas utilizando a box truck seria a parte de *powertrain* (trem de força) da Volvo do Brasil. Temos contemplado na nossa Box Truck, de *powertrain*, apenas a EECU, que é a unidade eletrônica responsável pelo controle do Motor do Veículo. Com a integração das partes de *powertrain*, poderíamos simular os atuadores e sensores do motor do VM, de forma a ter uma interação dos sistemas elétricos e de *powertrain*.

- 2) Validar o teste citado na seção 4.5 deste trabalho. Este teste não foi contemplado nesse trabalho pelo fato de as três tecnologias não terem sido completadas até a data de entrega desse trabalho. Como uma forma de completar a validação da *Box Truck*, seria interessante a realização do teste de diferentes tecnologias para o sensor de nível de combustível do Volvo VM.

- 3) A terceira proposta contempla algo que será desenvolvido por um dos integrantes desse trabalho em forma de um estudo de mestrado. Uma Box Truck será enviada para a Universidade Federal de Santa Catarina, para o desenvolvimento e validação dos resultados do projeto de mestrado. Ao invés de enviar um veículo físico até a universidade, para validar os estudos a serem desenvolvidos, será enviada a Box Truck, que fará o papel do veículo físico, na parte elétrica, para a validação dos protótipos desenvolvidos no mestrado.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Luiz Emanuel Simette de Mello – Tecnologia e Desenvolvimento na Indústria Automobilística do Brasil, Prototipagem Rápida, a Tecnologia que Faltava – Revista Cadware, 2002.

ARAGÃO, Marianna – EcoSport, do Brasil para o mundo – Revista EXAME, 2012.

GUIMARÃES, Alexandre – Eletrônica Embarcada Automotiva. 1.ed. São Paulo: Érica, 2007

SANTOS, Max Mauro Dias - Redes de Comunicação Automotiva – 1.ed. – São Paulo: Érica, 2010.

O'CONNOR, P. D. T.. Practical Reliability Engineering. John Wiley & Sons, 2002 – 4th Edition.

PACHECO, Edson – Gestão da Qualidade Teoria e Prática. Atlas, 2000.

Norma Volvo STD 515-002 – Issue 3 – Página 7 a 13 – Wiring Harnes

Revista “VOLVO EU RODO” publicação da volvo do brasil veículos LTDA, ANO 2005 edição 107

GUIMARÃES, Alexandre - Artigo ARQUITETURAS ELETRO ELETRÔNICAS “CONCEITUAÇÃO”

<http://www.newtoncbraga.com.br>

acessado em 22/03/2013

http://www.alucek.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=166&Itemid=195

acessado em 20/06/2012

<http://www.festo-didactic.com/br-pt/sistemas-de-ensino/bancadas-de-treinamento/hidraulica/hidraulica/bancada.htm?fbid=YnlucHQuNTM3LjZLjE4LjEwMUMuNTM1NA> acessado em 20/06/2012

http://www.rukava.com.br/pt/intralogistica_produtos.php?categoria=7 acessado em 20/06/2012

ANEXO 01 - Exemplo de DSI FILE para construção do chicote de faróis dianteiros.

!Bundle Drawing Name: 20984765 Bundle Drawing File: P2704_68_124

!Section 1: Harness Name And Issue Level

20984765:01:01/08/2006:7:.....A2:RELEASED:WP:WIRINGHARNES

HEADLAMP:.....no:XSU::yes::

%Section 2: Special Text Information

!For additional information see the associated Bundle drawing.

%Section 3: Composite Details

20984766:P01:20/07/2006:.....BUMP-S:Common:

20984767:P01:20/07/2006:.....DRIVL2:FOGL-WB:

20984768:P01:20/07/2006:.....HORN-JER:

%Section 4: Branch Configuration

XSU::x-30y77:bsj34_124::x-30y65:0::001:.....:

XSHA::x-43y52:bsj32_124::x-43y65:0::002:.....:

XST::x-55y77:bsj30_124::x-55y65:0::001:.....:

XSHB::x-68y52:bsj28_124::x-68y65:0::002:.....:

XSR::x-80y77:bsj25_124::x-80y65:0::001:.....:

XSHC::x-93y52:bsj24_124::x-93y65:0::002:.....:

E30RS::x60y145:bsj16_124::x40y65:100::001:.....:

bsj14_124::x-105y65:bsj13_124::x-153y65:1020::001:.....:

H09::x-150y117:bsj14_124::x-105y65:220::001:.....:

E30LS::x-230y117:bsj12_124::x-208y65:100::001:.....:

E07L::x-230y-35:bsj1_124::x-215y-35:50::002:.....:

bsj2_124::x-215y-70:E03L::x-230y-70:50::002:.....:

bsj1_124::x-215y-35:bsj4_124::x-190y-35:350::002:.....:

bsj4_124::x-190y-35:bsj3_124::x-188y-35:20::002:.....:

bsj3_124::x-188y-35:bsj5_124::x-185y-35:20::002:.....:

bsj3_124::x-188y-35:bsj6_124::x-188y-38:20::002:.....:

bsj6_124::x-188y-38:bsj2_124::x-215y-70:450::002:.....:

bsj7_124::x-215y15:H01::x-230y15:30::003:.....:

bsj8_124::x-155y15:bsj9_124::x-158y15:20::003:.....:

bsj9_124::x-158y15:bsj7_124::x-215y15:810::003:.....:

bsj5_124::x-185y-35:bsj10_124::x-155y12:150::002:.....:

bsj10_124::x-155y12:bsj8_124::x-155y15:20::002:.....:

bsj11_124::x-155y17:bsj8_124::x-155y15:20::002/003:.....:

E13LF::x-230y65:bsj12_124::x-208y65:330::001:.....:

bsj12_124::x-208y65:bsj13_124::x-153y65:330::001:.....:

bsj13_124::x-153y65:bsj11_124::x-155y17:50::002/003:.....:

EL::x-133y165:bsj15_124::x-120y165:190::001:.....:

bsj15_124::x-120y165:bsj14_124::x-105y65:970::001:.....:

bsj16_124::x40y65:E13RF::x60y65:330::001:.....:

bsj17_124::x-3y65:bsj16_124::x40y65:330::001:.....:

bsj19_124::x45y-40:E03R::x60y-40:50::002:.....:

%Section 5: Wire Specifications

w_31596_88:FOGL-WB:R2:W:1.5:R2:002::EL::15::XSHC:.....:length=1210,part_no=970633:.....:

w_27897_68:BUMP-S:R2:W:0.5:R2:001::E30LS::4::XSR:.....:length=1550,part_no=970522:.....:

_w11381_36:DRIVL2:R2:BL/W:1.0:R2:002::XSHA:.....:E03L::2:.....:length=2100,part_no=970616:.....:

_w11380_36:DRIVL2:R2:BL/W:1.0:R2:002::E03R::2::XSHA:.....:length=800,part_no=970616:.....:

_w10855_36:FOGL-WB:R2:W:1.0:R2:002::XSHC:.....:E07L::1:.....:length=1750,part_no=970596:.....:

_w10852_36:FOGL-WB:R2:W:1.0:R2:002::XSHC:.....:E07R::1:.....:length=950,part_no=970596:.....:

_w10848_36:DRIVL2:R2:W:1.0:R2:002::XSHC:.....:E03R::1:.....:length=1050,part_no=970596:.....:

_w10847_36:DRIVL2:R2:W:1.0:R2:002::E03L::1::XSHC:.....:length=1850,part_no=970596:.....:

_w10823_36:BUMP-S:R2:GN:1.0:R2:001::XSU:.....:E30RS::1:.....:length=440,part_no=970592:.....:

_w10822_36:BUMP-S:R2:GN:1.0:R2:001::E30LS::1::XSU:.....:length=1800,part_no=970592:.....:

_w10703_36:BUMP-S:R2:Y/R:0.5:R2:001::XST:.....:E30RS::3:.....:length=540,part_no=970530:.....:

_w10701_36:BUMP-S:R2:Y/R:0.5:R2:001::E30LS::3::XST:.....:length=1700,part_no=970530:.....:

_w10721_36:Common:R2:Y/R:0.5:R2:001::EL::5::XST:.....:length=1410,part_no=970530:.....:

_w10815_36:BUMP-S:R2:BL/GN:0.5:R2:001::EL::3::E30LS::2:.....:length=2610,part_no=970539:.....:

_w10827_36:BUMP-S:R2:BL/Y:0.5:R2:001::E30RS::2::EL::10:.....:length=1950,part_no=970543:.....:

_w11382_36:DRIVL2:R2:BL/W:1.0:R2:002::XSHA:.....:EL::14:.....:length=1460,part_no=970616:.....:

_w10824_36.1:Common:R2:GN:1.0:R2:001::XSU:::EL::1:::length=1510,part_no=970592:::
 w_27898_68:BUMP-S:R2:W:0.5:R2:001::E30RS::4::XSR:::length=690,part_no=970522:::
 _w3837_21:FOGL-WB:R2:GN/Y:1.0:R2:002::E07R::2::XSHB:::length=850,part_no=970612:::
 _w3836_21:FOGL-WB:R2:GN/Y:1.0:R2:002::E07L::2::XSHB:::length=1850,part_no=970612:::
 _w1477_19:FOGL-WB:R2:GN/Y:1.0:R2:002::XSHB:::EL::13:::length=1310,part_no=970612:::
 _w4785_29:BUMP-S:R2:W:0.5:R2:001::E13RF::1::XSR:::length=920,part_no=970522:::
 _w4769_29:BUMP-S:R2:W:0.5:R2:001::E13LF::1::XSR:::length=1780,part_no=970522:::
 _w4773_29:BUMP-S:R2:BL/W:0.5:R2:001::EL::4::E13LF::2:::length=2840,part_no=970542:::
 _w4784_29:BUMP-S:R2:BL/SB:0.5:R2:001::E13RF::2::EL::12:::length=2180,part_no=970541:::
 w_27489_68:Common:R2:W:0.5:R2:001::H09::2::XSR:::length=320,part_no=970522:::
 w_27487_68:Common:R2:BN/W:0.5:R2:001::EL::2::H09::1:::length=1380,part_no=974625:::
 _w9072_21:HORN-JER:R2:W:0.5:R2:003::H01::2::XSR:::length=2050,part_no=970522:::
 _w8441_21:HORN-JER:R2:OR:0.5:R2:003::EL::8::H01::1:::length=3110,part_no=970516:::
 _w9087_21:Common:R2:W:1.5:R2:001::EL::11::XSR:::length=1260,part_no=::::

%Section 6: Components

EL::CONNECTOR::EL::1::20367827::::{Cavity MCP_2.8}::001::::
 EL:1::TERM::EL::1::20375161::::{Cavity MCP_2.8}::001::::
 EL:2::TERM::EL::1::20375161::::{Cavity MCP_2.8}::001::::
 EL:3::TERM::EL::1::20375161:::>{Cavity MCP_2.8}::001::::
 EL:4::TERM::EL::1::20375161:::>{Cavity MCP_2.8}::001::::
 EL:5::TERM::EL::1::20375161:::>{Cavity MCP_2.8}::001::::
 EL:8::TERM::EL::1::20375161:::>{Cavity MCP_2.8}::003::::
 EL:10::TERM::EL::1::20375161:::>{Cavity MCP_2.8}::001::::
 EL:11::TERM::EL::1::20375162:::>{Cavity MCP_2.8}::001::::
 EL:12::TERM::EL::1::20375161:::>{Cavity MCP_2.8}::001::::
 EL:13::TERM::EL::1::20375161:::>{Cavity MCP_2.8}::002::::
 EL:14::TERM::EL::1::20375161:::>{Cavity MCP_2.8}::002::::
 EL:15::TERM::EL::1::20375162:::>{Cavity MCP_2.8}::002::::
 E03L::CONNECTOR::E03L::1::984434:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E03L:1::TERM::E03L::1::14341209:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E03L:1::SEAL::E03L::1::14341208:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E03L:2::TERM::E03L::1::14341209:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E03L:2::SEAL::E03L::1::14341208:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E03R::CONNECTOR::E03R::1::984434:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E03R:1::TERM::E03R::1::14341209:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E03R:1::SEAL::E03R::1::14341208:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E03R:2::TERM::E03R::1::14341209:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E03R:2::SEAL::E03R::1::14341208:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E07L::CONNECTOR::E07L::1::984434:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E07L:1::TERM::E07L::1::14341209:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E07L:1::SEAL::E07L::1::14341208:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E07L:2::TERM::E07L::1::14341209:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E07L:2::SEAL::E07L::1::14341208:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E07R::CONNECTOR::E07R::1::984434:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E07R:1::TERM::E07R::1::14341209:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E07R:1::SEAL::E07R::1::14341208:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E07R:2::TERM::E07R::1::14341209:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E07R:2::SEAL::E07R::1::14341208:::>{Cavity AMP_S_SEAL_1.5_PLUG}::002::::
 E13LF::CONNECTOR::E13LF::1::976256:::>{Cavity PT_2.8_SWS}::001::::
 E13LF:1::SEAL::E13LF::1::970772:::>{Cavity PT_2.8_SWS}::001::::
 E13LF:1::TERM::E13LF::1::970778:::>{Cavity PT_2.8_SWS}::001::::
 E13LF:2::SEAL::E13LF::1::970772:::>{Cavity PT_2.8_SWS}::001::::
 E13LF:2::TERM::E13LF::1::970778:::>{Cavity PT_2.8_SWS}::001::::
 E13RF::CONNECTOR::E13RF::1::976256:::>{Cavity PT_2.8_SWS}::001::::
 E13RF:1::SEAL::E13RF::1::970772:::>{Cavity PT_2.8_SWS}::001::::
 E13RF:1::TERM::E13RF::1::970778:::>{Cavity PT_2.8_SWS}::001::::
 E13RF:2::SEAL::E13RF::1::970772:::>{Cavity PT_2.8_SWS}::001::::
 E13RF:2::TERM::E13RF::1::970778:::>{Cavity PT_2.8_SWS}::001::::
 H01::CONNECTOR::H01::1::984849:::>{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::003::::
 H01::PASSIVE::H01::1::3985598:::>{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::003::::
 H01:1::SEAL::H01::1::3963410:::>{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::003::::
 H01:1::TERM::H01::1::984846:::>{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::003:::

H01:2::SEAL::H01::1::3963410::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::003:::
 H01:2::TERM::H01::1::984846::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::003:::
 H01:3::PLUG::H01::1::970771::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::003:::
 H01:4::PLUG::H01::1::970771::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::003:::
 H09::CONNECTOR::H09::1::984849::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::001:::
 H09::PASSIVE::H09::1::20350417::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::001:::
 H09:1::SEAL::H09::1::3963410::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::001:::
 H09:1::TERM::H09::1::984846::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::001:::
 H09:2::SEAL::H09::1::3963410::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::001:::
 H09:2::TERM::H09::1::984846::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::001:::
 H09:3::PLUG::H09::1::970771::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::001:::
 H09:4::PLUG::H09::1::970771::::{Cavity AMP_DIN_SOCKET}::001:::
 E07L::J30::1::4803721:::002:::
 E03L::J31::1::4803721:::002:::
 bsj3_124::J35::1::4803727:::002:::
 bsj8_124::J33::1::4803727:::002/003:::
 E03R::J29::1::4803721:::002:::
 E07R::J28::1::4803721:::002:::
 bsj18_124::J32::1::4803727:::002:::
 XSHC::SPLICE::XSHC::1:::Heat shrink sleeve:002:::
 XSR::SPLICE::XSR::1:::Heat shrink sleeve:001:::
 XSHB::SPLICE::XSHB::1:::Heat shrink sleeve:002:::
 XST::SPLICE::XST::1:::Heat shrink sleeve:001:::
 XSU::SPLICE::XSU::1:::Heat shrink sleeve:001:::
 XSHA::SPLICE::XSHA::1:::Heat shrink sleeve:002:::

%Section 7: Branch Insulations

bsj1_124::bsj4_124::J09:4803746:::002:::
 bsj6_124::bsj2_124::J10:4803746:::002:::
 bsj9_124::bsj7_124::J08:4803746:::001:::
 bsj5_124::bsj10_124::J07:4803746:::002:::
 E13LF::bsj12_124::J01:::001:::
 H09::bsj14_124::J07:::001:::
 bsj15_124::bsj14_124::J16:::001:::
 EL::bsj15_124::J43:Identity:::001:::
 bsj15_124::bsj14_124::J06:981094:::001:::
 bsj16_124::E13RF::J26:::001:::
 E30RS::bsj16_124::J25:::001:::
 bsj17_124::bsj16_124::J20:::001:::
 bsj17_124::bsj16_124::J21:981093:::001:::
 bsj17_124::bsj16_124::J19:981092:::001:::
 bsj20_124::bsj22_124::J23:4803746:::001:::
 bsj17_124::bsj21_124::J22:4803746:::002:::
 bsj23_124::bsj19_124::J24:4803746:::002:::
 bsj14_124::bsj24_124::J36:::001:::
 bsj24_124::bsj25_124::J37:::001:::
 bsj25_124::bsj28_124::J38:::001:::
 bsj28_124::bsj30_124::J39:::001:::
 bsj30_124::bsj32_124::J40:::001:::
 bsj32_124::bsj34_124::J41:::001:::
 bsj34_124::bsj17_124::J42:::001:::

%Section 8: Center Strips

!It is not supported currently.

%Section 9: Multicore Specifications

!It is not supported currently.

%End of File Marker

<EOF>