



IPL

escola superior de tecnologia e gestão
instituto politécnico de leiria

Instituto Politécnico de Leiria
Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Departamento de Engenharia Informática
Mestrado em Cibersegurança e Informática Forense

ANALISE FORENSE NÃO INVASIVA EM
AUTOMÓVEIS

ESTUDANTE HUMBERTO JORGE MARTINS RODRIGUES

Leiria, Setembro de 2024



IPL

escola superior de tecnologia e gestão
instituto politécnico de leiria

Instituto Politécnico de Leiria
Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Departamento de Engenharia Informática
Mestrado em Cibersegurança e Informática Forense

**ANALISE FORENSE NÃO INVASIVA EM
AUTOMÓVEIS**

ESTUDANTE HUMBERTO JORGE MARTINS RODRIGUES

Número: 2213204

Projeto realizado sob orientação do Professor Doutor Miguel Cerdeira Marreiros
Negrão.

Leiria, Setembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio incondicional de várias pessoas, a quem quero expressar a minha profunda gratidão. Em primeiro lugar, quero agradecer à minha esposa, cuja paciência, compreensão e incentivo constante foram fundamentais durante este percurso. Nos momentos mais desafiantes, o seu apoio foi um pilar essencial que me permitiu continuar a avançar, e sou eternamente grato pela sua presença ao meu lado.

Aos meus filhos, a minha maior fonte de inspiração, agradeço pela alegria e amor que trouxeram aos meus dias. O seu entusiasmo contagiante e os momentos de carinho foram o equilíbrio perfeito para os desafios deste projeto.

Um agradecimento muito especial ao meu professor orientador, Professor Doutor Miguel Cerdeira Marreiros Negrão, cuja orientação paciente, a sua perspicácia e partilha de conhecimento foram cruciais para o sucesso deste trabalho. A sua dedicação, disponibilidade e valiosas sugestões ajudaram-me a crescer enquanto investigador e a alcançar os objetivos propostos.

Uma nota de agradecimento ao Professor Sérgio Pereira dos Santos pela sua disponibilidade e apoio em efetuar a extração de dados com o equipamento CDR no veículo Toyota Prius, passo importante para a elaboração deste trabalho.

A todos, deixo aqui o meu sincero agradecimento, por tornarem este projeto possível e pela constante manifestação de apoio.

RESUMO

A análise forense digital automóvel assume uma importância crescente, dado o aumento da complexidade dos sistemas eletrônicos presentes nos veículos modernos e da sua constante sofisticação e automatização. Neste contexto, este trabalho foca-se na extração e análise de dados de duas fontes principais: o Event Data Recorder (EDR) e o sistema de infoentretenimento. O EDR, responsável pela gravação de dados críticos de eventos antes e durante acidentes, e o sistema infoentretenimento, que armazena informações de navegação, comunicação e multimédia, oferecem um potencial significativo para a investigação forense, tanto em casos de crimes como de acidentes rodoviários.

Este estudo abordou a recolha de dados forenses de forma não invasiva, explorando os métodos e ferramentas necessárias para a interação com ambos os sistemas. A implementação prática envolveu a ligação a um sistema de infoentretenimento através de Telnet e FTP, a análise do sistema operativo QNX e a exploração dos pontos de montagem de discos e partições. Foram ainda investigadas as técnicas para a extração de dados do EDR, para reconstruir eventos críticos relacionados com acidentes, incluindo a validação dos dados registados no barramento CAN e a sua comparação com os relatórios do sistema comercial BOSCH CDR.

O trabalho compara os dados obtidos o valor de ambas as fontes de dados na investigação forense automóvel, destacando a necessidade de preservação da integridade dos dados para garantir a sua admissibilidade em contextos legais. A pesquisa também sugere possíveis abordagens para futuras investigações, nomeadamente na análise de sistemas infoentretenimento em outros modelos de veículos.

Palavras-chave: Veículo, EDR, infoentretenimento, forense, BMW, análise de dados.

ABSTRACT

Digital forensic analysis in the automotive sector is gaining increasing importance, given the rising complexity of electronic systems in modern vehicles and their constant sophistication and automation. In this context, this work focuses on the extraction and analysis of data from two main sources: the Event Data Recorder (EDR) and the infotainment system. The EDR, responsible for recording critical event data before and during accidents, and the BMW CIC infotainment system, which stores navigation, communication, and multimedia information, offer significant potential for forensic investigation, both in criminal cases and road accidents.

This study addressed the non-invasive collection of forensic data, exploring the methods and tools necessary for interacting with both systems. The practical implementation involved remotely connecting to the infotainment system via Telnet, analyzing the QNX operating system, and exploring the disk and partition mount points. Additionally, techniques for extracting data from the EDR were investigated to reconstruct critical events related to accidents, including validating the data recorded on the CAN bus and comparing it with reports from the BOSCH CDR system.

The work compares the data obtained and the value of both data sources in automotive forensic investigation, highlighting the need to preserve the integrity of the data to ensure its admissibility in legal contexts. The research also suggests possible approaches for future investigations, particularly in the analysis of infotainment systems in other vehicle models.

Keywords: Vehicle, EDR, infotainment, forensics, BMW, data analysis.

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Índice	vii
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xiii
Glossário	xiv
1 Introdução	1
1.1 Motivação	2
1.2 Objetivos	2
1.3 Contributos	3
1.4 Estrutura	4
2 Enquadramento Teórico	5
2.1 Fontes de dados para análise forense	5
2.2 Literatura sobre Perícia Digital em Veículos	7
3 Análise e Extração de Dados do Event Data Recorder (EDR)	10
3.0.1 Aquisição e Análise de Dados do EDR	13
4 Aquisição Não Invasiva e Análise de Dados no Sistema BMW infoentretenimento	19
4.1 Implementação de Acesso ao sistema de infoentretenimento	20
4.1.1 Sucesso na ligação Telnet	21
4.1.2 Recolha de Informação e Descoberta das Credenciais	22
4.1.3 Ligação à unidade infoentretenimento do veículo	23
4.2 Investigação do sistema operativo	24
4.2.1 Primeira ligação e identificação do sistema operativo	24
4.2.2 QNX	25
4.2.3 Análise Detalhada do Sistema operativo QNX	26
4.2.4 Mount	26

ÍNDICE

4.2.5	df	29
4.2.6	ls	30
4.2.7	fdisk	34
4.2.8	netstat	37
4.3	Extração de dados via FTP e USB	39
4.3.1	Descarga de dados por Ligação FTP ao Sistema Operativo do Veículo	40
4.4	Análise da Estrutura de Diretórios e Dados Descarregados	41
4.5	Extração de dados por USB	42
4.6	extração de dados seletiva por USB	45
5	Comparação de resultados obtidos	47
5.1	Configuração, ligação e recolha de dados	47
5.2	Análise e Comparação Quantitativa dos Dados Obtidos	48
5.3	Análise e Comparação Qualitativa dos Dados Obtidos	49
6	Discussão de resultados	52
7	Conclusão	56
	Bibliografia	58
	Apêndices	
	Apêndices	63
A	Cópia-USB	63
B	Cópia-seletiva-USB	66
C	Script comparação de conteúdos	68
	Anexos	
	Anexos	72
D	Instruções para a construção de um cabo ENET	72
E	Relatório de CDR sem eventos	81

F	Relatório de CDR com evento registrado	91
G	Listagem comando tree	113
	Declaração	159

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama das ligações para captura de dados no barramento CAN entre CDR e unidade EDR.	11
Figura 2	Cabo de derivação dos conectores CAN e bypass OBD F-to-M.	12
Figura 3	Log da comunicação entre o CDR e o EDR e no veículo. . .	16
Figura 4	Dados em hexadecimal de Pre-crash-data.	17
Figura 5	Dados convertidos de hexadecimal para decimal.	17
Figura 6	Diagrama de ligações do cabo adaptador Ethernet - OBDII (ENET)	21
Figura 7	Cabo ENET construído a partir das instruções encontradas	22
Figura 8	Identificação do fabricante do equipamento pelo endereço MAC	26
Figura 9	Estrutura de diretórios do sistema operativo QNX6 acedida via FTP.	39
Figura 10	Estrutura de diretórios do sistema operativo QNX6 acedida via FTP.	40
Figura 11	Estrutura de diretórios do sistema operativo QNX6 acedida via FTP.	42
Figura 12	Bases de dados dos contactos de Telemóvel do utilizador atual do veículo.	50
Figura 13	Base de dados de um proprietário anterior	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Elementos de dados exigidos para todos os veículos equipados com EDR	12
Tabela 2	Identificadores de pedido e resposta em UDS	15
Tabela 3	Descrição Detalhada dos Campos das Mensagens CAN	15
Tabela 4	Pre-Crash Data -5 to 0 Sec (Record 1)	16
Tabela 5	Cálculo do espaço total do disco	36
Tabela 6	Tempos envolvidos na desmontagem e extração de dados	48
Tabela 7	Comparação da quantidade de diretórios e ficheiros entre o sistema live e a extração física	49
Tabela 8	Bases de dados em sistema IVI CIC da marca BMW extração física	50
Tabela 9	Bases de dados em sistema IVI CIC da marca BMW extração lógica	51

GLOSSÁRIO

GLOSSÁRIO

ARP	Address Resolution Protocol. Protocolo responsável pela resolução de endereços de IP em endereços MAC numa rede local.. xiii
Bash	Um dos tipos mais comuns de shell Unix, usado para interagir com o sistema operativo através da linha de comandos.. xiii
BMW	Bayerische Motoren Werke, uma empresa alemã fabricante de veículos.. xiii
CAN	Rede de Controlo de Área (<i>Controller Area Network</i>), um padrão de barramento série amplamente utilizado em veículos automóveis para a comunicação entre diferentes módulos eletrónicos.. xiii
CDR	Crash Data Retrieval, um sistema utilizado para recuperar dados de acidentes.. xiii
Checksum	Um valor numérico usado para verificar a integridade de dados transferidos ou armazenados, garantindo que não sofreram alterações.. xiii
CIC	Car Information Computer, um computador de bordo utilizado em veículos BMW.. xiii
Diagnóstico	Processo de identificação de problemas num sistema, normalmente utilizando ferramentas e protocolos de comunicação específicos.. xiii
DNS	Sistema de Nomes de Domínios (<i>Domain Name System</i>), responsável por converter nomes de domínios em endereços IP.. xiii

DSP	Processador de Sinal Digital (<i>Digital Signal Processor</i>), usado para processar sinais digitais, comum em áudio.. xiii
DSSAD	Sistema de Armazenamento de Dados para Condução Automática (<i>Data Storage System for Automated Driving</i>).. xiii
ECU	Unidade de Controlo Eletrónico (<i>Electronic Control Unit</i>), um sistema embebido utilizado em veículos para controlar subsistemas automotivos.. xiii
EDR	Gravador de Dados de Eventos (<i>Event Data Recorder</i>), usado em veículos para gravar dados relacionados a acidentes.. xiii
EEPROM	Memória Programável e Apagável Eletricamente (<i>Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory</i>), usada para armazenar dados em sistemas eletrónicos.. xiii . xiii
ENET	Rede Ethernet (<i>Ethernet Network</i>), utilizada para comunicação em redes locais.. xiii . xiii
Flash	Memória não volátil usada para armazenar dados de forma persistente, mesmo quando o dispositivo está desligado.. xiii
FSC	Freischaltcode, um código de ativação utilizado em sistemas de navegação BMW.. xiii
FTP	Protocolo de Transferência de Ficheiros (<i>File Transfer Protocol</i>), utilizado para transferir ficheiros numa rede.. xiii
GB	Gigabyte, unidade de medida de armazenamento de dados.. xiii
Hash	Um valor gerado por uma função que converte dados numa sequência fixa de caracteres, frequentemente usado para verificar integridade ou para encriptação.. xiii

Hostname	Nome que identifica um dispositivo numa rede, permitindo a sua comunicação com outros dispositivos.. xiii
IDS	Sistemas de Detecção de Intrusões (<i>Intrusion Detection Systems</i>), utilizados para monitorar redes em busca de atividades maliciosas.. xiii . xiii
IP	Protocolo de Internet (<i>Internet Protocol</i>), usado para endereçamento e roteamento de pacotes de dados através de redes.. xiii
ISO	Organização Internacional de Normalização (<i>International Organization for Standardization</i>).. xiii
ISO-TP	Protocolo de Transporte ISO (<i>ISO Transport Protocol</i>), utilizado em comunicações automotivas.. xiii
IVI	Infotainment Veicular (<i>In-Vehicle Infotainment</i>), o sistema de entretenimento e informação de um veículo.. xiii
Log	Ficheiro que regista eventos ou mensagens num sistema, permitindo a análise posterior do que ocorreu.. xiii
MAC	Controle de Acesso ao Meio (<i>Media Access Control</i>), uma subcamada responsável pelo controle de acesso à rede.. xiii
MMI	Interface Multimédia (<i>Multi Media Interface</i>), uma interface de controlo de sistemas de veículos.. xiii
Mount	Processo de associar um sistema de ficheiros ou dispositivo de armazenamento ao sistema operativo, permitindo o acesso aos seus dados.. xiii
Multithreading	Técnica de programação que permite a execução de múltiplos segmentos de um processo ao mesmo tempo, melhorando a eficiência.. xiii

NAT	Tradução de Endereços de Rede (<i>Network Address Translation</i>), usada para remapear um endereço IP dentro de outra rede.. xiii
NHTSA	Administração Nacional de Segurança no Tráfego Rodoviário (<i>National Highway Traffic Safety Administration</i>), agência do governo dos EUA responsável pela segurança veicular.. xiii
OBD-II	Diagnóstico On-Board (<i>On-Board Diagnostics II</i>), utilizado para diagnosticar e relatar códigos de erro em veículos.. xiii
Patch	Pequena atualização de software que corrige erros ou melhora a segurança e funcionalidade de um programa ou sistema.. xiii
PC	Computador Pessoal (<i>Personal Computer</i>).. xiii
PCI	Interconexão de Componentes Periféricos (<i>Peripheral Component Interconnect</i>), uma interface de hardware.. xiii
PID	Identificadores de Parâmetros (<i>Parameter IDs</i>) usados para monitorizar e diagnosticar parâmetros em sistemas automotivos.. xiii
Ping	Comando utilizado para testar a conectividade de rede entre dois dispositivos, medindo o tempo de resposta.. xiii
Protocolo de Comunicação	Conjunto de regras e convenções que permitem a comunicação entre dispositivos numa rede.. xiii
QNX	Sistema Operativo em Tempo Real (<i>Quantum UNIX</i>), usado em sistemas embarcados críticos.. xiii
	. xiii
RAM	Memória de Acesso Aleatório (<i>Random Access Memory</i>), usada para armazenar dados temporários de programas em execução.. xiii

RJ45	Conector Registrado 45 (<i>Registered Jack 45</i>), usado para conectores de rede Ethernet.. xiii . xiii
Router	Dispositivo de rede que encaminha pacotes de dados entre redes de computadores.. xiii
RTOS	Sistema Operativo em Tempo Real (<i>Real-Time Operating System</i>).. xiii
Shell	Interface de linha de comandos que permite ao utilizador interagir com o sistema operativo.. xiii
Sistema de Ficheiros	Estrutura que um sistema operativo utiliza para organizar e armazenar ficheiros no disco.. xiii
Sistema Operativo	Software que gere os recursos de hardware e software de um dispositivo, e que fornece serviços essenciais para os programas.. xiii
SQL	Linguagem de Consulta Estruturada (<i>Structured Query Language</i>), usada para gerenciar bases de dados relacionais.. xiii
SSH	Secure Shell. Protocolo de rede que permite a comunicação segura entre dois dispositivos numa rede.. xiii
Swap	Espaço em disco utilizado para memória virtual quando a RAM física está totalmente ocupada.. xiii . xiii . xiii
TFTP	Protocolo Trivial de Transferência de Ficheiros (<i>Trivial File Transfer Protocol</i>).. xiii
Timeout	Tempo limite para que uma determinada operação seja concluída. Se o tempo limite for atingido, a operação falha.. xiii
TTS	Texto para Fala (<i>Text to Speech</i>).. xiii
UDS	Serviços Diagnósticos Unificados (<i>Unified Diagnostic Services</i>), um padrão de comunicação em veículos.. xiii

Glossary

uname	Comando usado em sistemas Unix para exibir informações sobre o sistema operativo.. xiii
USB	Barramento Serial Universal (<i>Universal Serial Bus</i>), usado para conectar dispositivos ao computador.. xiii . xiii
Username	Nome de utilizador atribuído a uma pessoa ou serviço para autenticação num sistema.. xiii . xiii
V2X	Veículo-para-Tudo (<i>Vehicle-to-Everything</i>), um conceito de comunicação automotiva.. xiii

INTRODUÇÃO

A análise forense a dados digitais registados em veículos automóveis tem-se tornado um tema cada vez mais relevante, quer para a avaliação do modo e estilo de condução, quer para a análise do histórico da utilização do veículo, devido à ocorrência de acidentes ou à atuação criminosa. Entre os casos possíveis, destacam-se:

- acidentes de viação;
- alterações das características do veículo;
- raptos;
- criminalidade geral (assaltos, roubos, ‘carjacking’);
- narcotráfico.

Existem também alguns fenómenos emergentes que não eram um problema há alguns anos, tais como:

- ataques informáticos aos sistemas do veículo (‘Vehicle hacking’) (U.S. Department of Transportation, 2016);
- acidentes envolvendo veículos autónomos (National Highway Traffic Safety Administration, 2019);
- incêndios em veículos elétricos durante o carregamento (National Transportation Safety Board, 2020).

A abundância de dados disponíveis nos veículos atuais tem elevado interesse em caso de investigação forense, pelo que a sua recolha e preservação é de extrema importância. Estes dados, que podem incluir desde registos de localização GPS até informações detalhadas sobre o comportamento dos sistemas de segurança e resposta do veículo em situações críticas, são cruciais para a reconstrução de eventos e para a determinação das causas subjacentes a incidentes. Além disso, a análise forense destes dados pode fornecer evidências essenciais em processos judiciais, permitindo uma compreensão mais profunda dos fatores envolvidos em crimes ou acidentes, e auxiliando as autoridades na identificação de responsáveis e na tomada de decisões informadas.

1.1 MOTIVAÇÃO

No contexto das investigações forenses em veículos automóveis, a eficiência e a integridade na recolha de dados são fundamentais para assegurar a validade das provas obtidas. Motivado pela necessidade de desenvolver soluções mais eficazes e menos invasivas do que as abordagens convencionais, este trabalho propõe a implementação de métodos inovadores para a recolha de dados, utilizando exclusivamente as portas e interfaces disponíveis e acessíveis, sem recorrer à desmontagem de componentes do veículo.

A recolha de dados forenses sem a necessidade de desmontagem dos equipamentos oferece algumas vantagens, mas sobretudo esta abordagem reduz significativamente o tempo e o esforço necessários para a obtenção de informações. Em investigações forenses, a rapidez na recolha de dados pode ser determinante para a resolução de um caso. O uso de portas acessíveis, como a OBD-II, facilita o acesso a uma vasta gama de dados armazenados nas unidades de controlo eletrónico (ECUs) do veículo, incluindo informações sobre o desempenho do motor, dados de sensores, registos de falhas, entre outros. Desta forma, as investigações podem ser conduzidas de maneira célere e eficiente, sem a necessidade de processos invasivos que poderiam atrasar a recolha de provas.

Por fim, a não desmontagem dos componentes do veículo contribui para a preservação da integridade física do mesmo, o que é particularmente relevante em casos onde o veículo deve ser devolvido ao proprietário ou mantido em estado original para análises futuras. A recolha de dados através de interfaces existentes, como a OBD-II, representa uma solução técnica viável para os desafios atuais da análise forense automóvel, assegurando a integridade e a fiabilidade dos dados recolhidos.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho consiste na implementação de uma ferramenta que permita a recolha de dados forenses de veículos automóveis utilizando exclusivamente portas e interfaces acessíveis sem necessidade de desmontagem de componentes, com particular foco na porta de diagnóstico OBD-II. Este trabalho tem como metas específicas:

- Aceder às várias unidades de controlo disponíveis no veículo, com prioridade para a unidade de infoentretenimento.

- Utilizar a porta de diagnóstico [OBD-II](#) ou outras portas acessíveis para a recolha de dados, evitando a necessidade de desmontagem.
- Implementar os protocolos necessários para a comunicação sobre barramentos [CAN](#) ou [Ethernet](#), garantindo a compatibilidade com as [ECU](#) dos veículos.
- Desenvolver uma ferramenta que permita a descarga automática de dados de uma ECU de um automóvel por via não invasiva.

Com este trabalho, pretende-se superar as dificuldades encontradas na recolha de dados digitais como meio de prova em veículos automóveis, minimizando o tempo e o esforço necessários para a obtenção de informação, enquanto se preserva a integridade do veículo e dos dados recolhidos.

1.3 CONTRIBUTOS

Durante o desenvolvimento deste projeto, os contributos principais foram:

- Investigação sobre a comunicação entre um Event Data Recorder ([EDR](#) comercial e um veículo, que envolveu a captura de dados utilizando um conversor USB para CAN e um script em Python. Esta etapa incluiu a análise do protocolo CAN [ISO-TP](#) e dos parâmetros registados no sistema EDR.
- Obtenção de dados de um sistema de infoentretenimento [CIC](#) num veículo BMW E90 através de um script criado para o efeito. A investigação de artigos relevantes e em informação disponibilizada online conduziu à identificação de métodos para aceder ao sistema de infoentretenimento BMW CIC via Ethernet, utilizando um cabo adaptador Ethernet para OBD-II e via USB usando um script Shell para o efeito.
- Comparação dos dados obtidos pelos métodos de extração física e extração lógica via [FTP](#) ou [USB](#).

Este projeto foi conduzido para uma abordagem não invasiva, que se demonstrou possível de implementar e abriu novas possibilidades para a análise forense automóvel, sobretudo em situações onde a rápida obtenção de dados pode ser imperiosa para o sucesso da missão.

1.4 ESTRUTURA

Após o presente capítulo segue-se o enquadramento teórico, onde são abordados os conceitos teóricos e técnicos relevantes para o estudo, incluindo uma análise dos protocolos de comunicação automóvel e as metodologias forenses aplicadas a veículos automóveis. Análise e extração de dados do Event Data recorder (EDR), detalha a tecnologia presente nos EDR, os dados que podem ser adquiridos através do mesmo, e o protocolo de comunicação. Segue-se o capítulo Aquisição não invasiva de dados no sistema BMW infoentretenimento, onde é implementada a extração de dados da unidade CIC via Ethernet, FTP, e por USB, usando scripts de extração autónomos. Em Comparação de resultados obtidos e Discussão de resultados, são apresentados os resultados alcançados durante a investigação, com uma análise crítica dos métodos utilizados e das suas implicações para a análise forense automóvel. Por fim, em Conclusão, são sintetizadas as principais contribuições do estudo e se sugerem direções para investigações futuras nesta área.

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo, dedicado ao enquadramento teórico, pretende-se explorar e detalhar as principais fontes de dados utilizadas nas análises forenses em automóveis, fornecendo uma base sólida para compreender a relevância de cada uma delas em contexto de investigação forense. A evolução tecnológica nos veículos trouxe uma variedade de sistemas e dispositivos que capturam e armazenam informação, como os Event Data Recorders (EDR), os sistemas de telemática e infoentretenimento, as unidades de controlo eletrónico (ECU) e as chaves inteligentes. Esses dados são fundamentais para a reconstituição de eventos, identificação de causas de acidentes, e até na prevenção de fraudes.

Com a crescente obrigatoriedade e utilização destes sistemas, é importante compreender como cada uma dessas fontes de dados pode ser analisada e interpretada no contexto de uma perícia forense. O presente capítulo explora estas tecnologias, proporcionando uma visão abrangente do contexto atual de acesso e recolha de dados digitais em automóveis.

2.1 FONTES DE DADOS PARA ANÁLISE FORENSE

Durante uma perícia forense digital a um automóvel, as principais fontes de obtenção de dados incluem: caixas pretas (Event Data Recorders - EDR), que registam informações cruciais em caso de colisões; sistemas de telemática e de infoentretenimento, que fornecem dados sobre a localização geográfica e as atividades de comunicação dos ocupantes do veículo; unidades de controlo eletrónico (Electronic Control Units — ECU), que monitorizam e gerem várias funções do veículo, como o motor e os airbags; unidades eCALL, que acionam automaticamente os serviços de emergência em caso de acidente; câmaras de bordo (Dash Cams), que registam visualmente os acontecimentos à frente e atrás do veículo; chaves inteligentes (Key Fobs), que armazenam informações como a quilometragem e o último uso do automóvel; e, por fim, tecnologias pós-venda, como sistemas de telemática implementados por algumas seguradoras para monitorizar o comportamento do condutor e as condições

do veículo. Cada uma destas fontes será descrita em maior detalhe nas secções seguintes, sublinhando a sua relevância para investigações forenses.

As caixas pretas, também conhecidas como EDR, são amplamente utilizadas em investigações de acidentes de trânsito. Elas registam eventos até 5 segundos antes de uma colisão e armazenam dados durante todo o incidente, permitindo que os investigadores analisem os eventos que levaram ao acidente. Embora sejam essenciais para investigações de acidentes, as caixas pretas não são adequadas para investigar fraudes, como manipulação do odómetro ou do número VIN. O sistema EDR (Event Data Recorder), cuja instalação é obrigatória em veículos de passageiros vendidos na Europa a partir de 2022 (European commission, 2022), e já é amplamente utilizado pela maioria dos fabricantes, permite registar uma variedade de dados cruciais para investigações forenses. Entre as informações registadas pelo EDR, destacam-se:

- aceleração lateral e longitudinal (gradiente de velocidade);
- velocidade instantânea do veículo;
- posição do pedal do acelerador;
- estado do pedal de travão e travão de mão;
- ciclos de ignição;
- estado dos cintos de segurança.

SISTEMAS DE TELEMÁTICA E DE INFOENTRETENIMENTO O termo telemática refere-se à transmissão de dados entre componentes do veículo e entre veículos e infraestruturas externas, enquanto infoentretenimento combina as palavras informação e entretenimento.

Sistemas de infoentretenimento fornecem dados valiosos sobre a geolocalização dos veículos e as atividades de comunicação dos ocupantes, como chamadas telefónicas e navegação na internet, sendo uma importante fonte de informações para investigações forenses. Segundo Roman Rak and D Kopencová os dados normalmente disponíveis incluem:

- histórico de navegação;
- alertas e notificações de redes sociais;
- endereços eletrónicos;
- mensagens de texto;
- lista de emparelhamentos Bluetooth;
- informação sobre iluminação interior e exterior;

- informação sobre os acionamentos, tais como vidros elétricos, configuração do ar condicionado, fecho centralizado, ocupação dos vários lugares e utilização do cinto de segurança;
- localização, paragens, temperaturas, etc.

As ECUs são microcontroladores responsáveis por controlar processos específicos nos veículos, como o estado do motor, nível de combustível e atividade dos airbags. A conectividade entre as ECUs é garantida por protocolos de dados, como [CAN](#) e [FlexRay](#). A comunicação entre testadores externos e as diversas ECU presentes no veículo é geralmente feita via interface OBD-II.

Dispositivos eCALL são usados para acionar serviços de emergência automaticamente em caso de acidente, transmitindo informações importantes sobretudo no contexto do acidente, como localização e o número de ocupantes do veículo. Esses dados podem ser usados não apenas para salvar vidas, mas também para investigações forenses posteriores.

As chaves inteligentes armazenam informações importantes, como o último uso do veículo, a quilometragem e a quantidade de combustível. Esses dados podem ser acessados pelos centros de serviço autorizados ou por instrumentos forenses especializados.

As câmaras instaladas nos veículos registam eventos ocorridos ao redor do carro, fornecendo evidências visuais valiosas em investigações de acidentes de trânsito, um exemplo deste sistema é Tesla Sentry Mode (Tesla Inc., [2021](#)) ou os sistemas instalados nos transportes públicos de alguns países (London Assembly, [2024](#)).

Dispositivos instalados posteriormente em veículos, como sistemas de gestão de frotas, podem transmitir dados em tempo real sobre o uso do veículo. Equipamento semelhante também é usado por seguradoras, em há uma transferência contínua dos parâmetros relevantes para o servidor da seguradora através de rede móvel. Um estilo de condução mais seguro resultará em apólices mais baixas.

2.2 LITERATURA SOBRE PERÍCIA DIGITAL EM VEÍCULOS

Os veículos modernos possuem uma arquitetura interna extremamente complexa (Strandberg et al., [2022](#)), estando constantemente conectados à Internet, a outros veículos (National Highway Traffic Safety Administration, [2014](#)) e à infraestrutura viária. O risco crescente de ataques cibernéticos e outros incidentes criminosos, acidentes rodoviários envolvendo veículos tradicionais e autónomos, exige uma maior

investigação na área da perícia digital automóvel. Falhas nas funções de condução autónoma podem resultar de problemas de hardware, software ou de cibersegurança. Portanto, é crucial determinar e investigar as causas dessas falhas, o que requer a obtenção de dados fiáveis para a realização de perícias digitais.

No entanto, os sistemas de diagnóstico atualmente implementados nos veículos monitorizam sobretudo eventos relacionados com a segurança ou com o desempenho mecânico do veículo, e registam informações de forma não padronizada. Strandberg et al. (2022) apresenta uma revisão abrangente da literatura, sobre a análise forense digital na área automóvel. Esta revisão sistematiza as pesquisas existentes, identifica dados forenses relevantes, e categoriza-as quer por conteúdo, quer por dados forenses. Oferece uma visão abrangente das atividades de pesquisa relacionadas, ajudando a encontrar bibliografia relevante.

Para fundamentar adequadamente o desenvolvimento deste projeto, foi realizada uma revisão abrangente da literatura existente, focada em abordagens forenses aplicadas a sistemas de infoentretenimento em veículos. Embora muitos artigos tenham sido analisados, alguns estudos destacam-se pela sua relevância e aplicabilidade direta ao tema central desta investigação.

Jacobs et al. (2017) propuseram uma solução de hardware e software para análise forense dos sistemas de infoentretenimento da Volkswagen. A abordagem envolveu a remoção de componentes da placa eletrónica do sistema infoentretenimento (flash e ROM) e a leitura física do disco rígido do sistema. Com o processo foi possível identificar coordenadas GPS e listas de ficheiros audio.

D et al. (2011) apresentaram uma análise detalhada dos sistemas inteligentes aplicados em veículos, descrevendo sistematicamente as fontes de dados eletrónicos disponíveis para evidências em investigação forense automóvel. Este estudo é crucial para identificar diferentes categorias de dados que podem ser extraídos dos sistemas de infoentretenimento.

F. e. al. (2012) projetaram e implementaram um mecanismo não invasivo para a recolha e armazenamento de dados forenses de carros autónomos em cidades inteligentes, oferecendo perspectivas aplicáveis à recolha de dados em sistemas de infoentretenimento sem comprometer a integridade do sistema.

B. e. al. (2013) propuseram uma abordagem genérica para a análise forense automóvel usando exclusivamente a interfaces de diagnóstico, protocolo DoIP e UDS. No entanto, apenas focaram em registos e assinaturas digitais de software que sustentassem a manipulação do software existente nas ECU do veículo.

Ebbers et al. (2021) descreveram uma investigação forense focada na unidade infoentretenimento de múltiplos fabricantes de automóveis, utilizando as aplicações móveis Android ou IOS, para aceder a informações pessoais armazenadas, que incluíam reabastecimentos, localizações de estacionamento, e registos de abertura e fecho do veículo. Um estudo relevante para compreender vulnerabilidades em sistemas de infoentretenimento ligados a aplicações móveis.

3

ANÁLISE E EXTRAÇÃO DE DADOS DO EVENT DATA RECORDER (EDR)

Este capítulo aborda a fase inicial do projeto, dedicada à recolha de dados do EDR. O objetivo principal foi analisar a comunicação entre uma ferramenta CDR comercial e um veículo, com o intuito de replicar o processo de extração de dados utilizando um sistema mais acessível e de baixo custo. Através de uma abordagem prática, a captura de dados foi realizada com o uso de um computador, um conversor USB para CAN, e um script em Python. No contexto deste estudo, foi utilizado um Toyota Prius e o sistema CDR da Bosch, cujas interligações são descritas e analisadas detalhadamente ao longo do capítulo.

Conforme delineado no plano de desenvolvimento, a fase inicial do projeto visou a obtenção dos dados registados nas unidades EDR (Event Data Recorder), popularmente conhecidas como unidades de controlo de airbag.

Para iniciar o processo de recolha de dados do EDR, foi fundamental analisar a troca de informações entre uma ferramenta CDR comercial (Bosch Automotive Service Solutions, 2023) e um veículo. A ferramenta CDR (Crash Data Retrieval) é usada para aceder e extrair dados armazenados no EDR (Event Data Recorder) de um veículo. Este equipamento inclui normalmente um conjunto de cabos e adaptadores para realizar a extração de dados nos diferentes veículos. Esta etapa preliminar exigiu uma análise metódica da comunicação de dados, visando compreender o protocolo utilizado, o que facilitaria a implementação de uma ferramenta similar em ambiente simplificado, e de baixo custo, utilizando apenas um PC e um cabo conversor USB para CAN. A estratégia adotada para a aquisição dos dados envolveu a utilização de um computador equipado com um conversor USB para CAN e um script desenvolvido em Python, que permitia a captação de todos os dados trocados entre a ferramenta EDR e o CDR do veículo, em típico ataque “man in the middle”.

O barramento CAN é um protocolo de comunicação amplamente utilizado em veículos automóveis, permitindo a interação entre diferentes módulos eletrónicos. Para capturar dados nesse barramento, foi necessário empregar um dispositivo especializado, frequentemente denominado “CAN logger” ou “sniffer CAN”. Este dispositivo é ligado em paralelo com a ligação física do barramento CAN do veículo,

permitindo o registo de todas as mensagens transmitidas e recebidas pelos diversos componentes eletrónicos do veículo e do próprio CDR ligado externamente. A Figura 1 esquematiza as ligações entre os principais componentes.

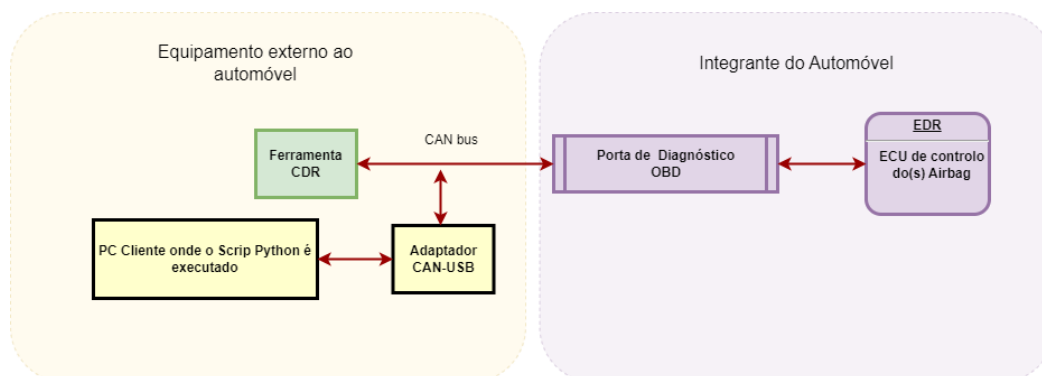


Figura 1: Diagrama das ligações para captura de dados no barramento CAN entre CDR e unidade EDR.

No contexto desta análise, foi utilizado um veículo Toyota Prius pertencente ao Departamento de Engenharia Automóvel da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG), e um sistema CDR da Bosch. A interligação entre estes dois sistemas foi essencial para aceder e registar os dados transmitidos e recebidos pelo EDR. Para tanto, foi preparado um cabo adaptador OBD-II M-F com uma derivação nos conectores do barramento CAN, sendo estes direcionados ao conversor CAN-USB. Através deste método, foi possível capturar e analisar os dados comunicados, permitindo a compreensão do protocolo de comunicação empregado e como este poderia ser replicado para realizar a captura de dados desejada.

Para intercepar as comunicações, foi criada uma interface entre a ficha macho do CDR e a ficha fêmea do OBD, como mostrado na Figura 2. O cabo de derivação permite a interceção dos sinais CAN, facilitando a sua recolha para posterior análise. A alimentação elétrica é encaminhada pela interface, mas não é necessária para o USB, porque é alimentado pelo PC Cliente.

Um Event Data Recorder (EDR) refere-se a um dispositivo ou função num veículo que regista dados dinâmicos do veículo em série temporal durante o período imediatamente anterior a um evento (por exemplo, velocidade em função do tempo) imediatamente antes de um acidente, para ser recuperado após o acidente (European commission, 2022). Geralmente, o EDR é parte integrante da unidade de controlo de airbag, e está ligado a vários sistemas de controlo eletrónico através da rede interna de comunicação do veículo. Para adquirir e analisar os dados armazenados no EDR, é necessário aceder e decodificar os dados brutos presentes no dispositivo. O EDR monitoriza vários sistemas críticos, como travões, airbags e cintos de segurança, e

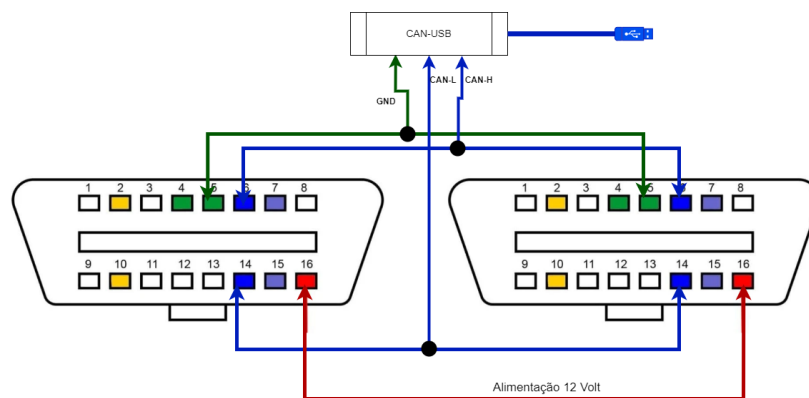


Figura 2: Cabo de derivação dos conectores CAN e bypass OBD F-to-M.

registra os dados de forma permanente quando ocorre um evento. Existem condições de disparo para que o EDR armazene dados resultantes de uma colisão física ou acidente. As seguintes condições são exemplos de disparo:

- Quando o airbag é acionado: os dados são armazenados na memória do EDR e bloqueados para evitar que sejam apagados ou sobrescritos por outros dados.
- Quando o pré-tensor do cinto de segurança é ativado sem o acionamento do airbag: os dados são armazenados na memória do EDR, mas não são bloqueados, permitindo que sejam apagados ou sobrescritos.

Cada país obriga os veículos a armazenarem dados específicos; tal como a quantidade de dados que devem ser armazenados varia de país para país. A Tabela 1 lista os dados armazenados pela National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) dos Estados Unidos da América (National Highway Traffic Safety Administration, 2006).

Tabela 1: Elementos de dados exigidos para todos os veículos equipados com EDR

Elemento de Dados	Intervalo/Tempo de Gravação	Taxa de Amostragem (segundos)
Delta-V, longitudinal	0 -250 ms	100
Máximo Delta-V, longitudinal	0-300 ms	n.a.
Tempo, máximo Delta-V	0-300 ms	n.a.
Velocidade, indicada do veículo	-5.0 -0 s	2
Acelerador, % total (ou pedal do acelerador, % total)	-5.0 -0 s	2
Travão de serviço, ligado/desligado	-5.0 -0 s	2
Ciclo de ignição, colisão	-1.0 s	n.a.
Ciclo de ignição, download	No momento do download	n.a.
Estado do cinto de segurança, condutor	-1.0 s	n.a.
Luz de aviso do airbag frontal, ligado/desligado	-1.0 s	n.a.
Acionamento do airbag	Evento	n.a.
Número de eventos (multievento)	Evento	n.a.
Tempo desde o evento 1 até o evento 2	Conforme necessário	n.a.
Arquivo completo gravado (sim, não)	Após outros dados	n.a.

3.0.1 *Aquisição e Análise de Dados do EDR*

Existem dois métodos principais para recolher dados do EDR:

- Método não intrusivo: se o dispositivo EDR funcionar corretamente e a interface regular não estiver danificada, os dados podem ser recolhidos através de uma interface padrão. As interfaces padrão poderão ser:

- OBD-II no veículo;
- conexão direta à ECU através do conector do seu conector físico.

- Método intrusivo: Se o dispositivo EDR não estiver a funcionar corretamente e/ou a interface estiver danificada, os dados podem ser recolhidos diretamente dos circuitos integrados de memória, presentes no EDR. Este método obriga a dessoldar componentes da placa eletrónica da ECU e à utilização de ferramentas específicas para ler dados diretamente de memórias flash ou EPROM.

Focando o método não intrusivo, objetivo deste trabalho, a aquisição de dados que deve ser efetuada em interfaces padrão, utilizando a ferramenta CDR, com os acessórios que a acompanham, chicotes de cabos e fichas adaptadoras, próprias para as interfaces de diagnóstico existentes no veículo. Estes acessórios são necessários devido a diferenças nos pinos utilizados pelos fabricantes para cada função e também pelos múltiplos protocolos suportados pelos veículos.

A interface OBD-II é geralmente a preferida para o acesso aos sistemas do veículo. Se a OBD-II funcionar corretamente, podemos aceder às múltiplas unidades do veículo via OBD-II sem necessidade de conexão direta à ECU. Caso contrário, podem ser utilizados cabos de ligação direta à ECU EDR. Neste caso também deve ser fornecida energia diretamente à unidade pelo mesmo conjunto de cabos. Após a conexão do software da ferramenta CDR à ECU EDR, seja via OBD-II ou por conexão direta, os dados do EDR podem ser descarregados. A Bosch disponibiliza um testador dedicado chamado Crash Data Retrieval (CDR) desde o ano 2000. Se o veículo alvo utilizar um dispositivo EDR compatível, os dados podem ser facilmente recuperados através desta ferramenta.

Na inexistência de software dedicado, os dados do EDR podem ser obtidos ao utilizar o protocolo UDS e testadores (conhecidos como dispositivos de diagnóstico) utilizados em comunicação direta com o EDR. O UDS é um protocolo de comunicação utilizado na manutenção e diagnóstico de veículos, conforme especificado pela ISO14229. Para poder efetuar esta recolha, não intrusiva, foi necessário entender o protocolo ISO14229, conhecido como Unified Diagnostic Services (UDS). É um

dos padrões mais utilizados para a comunicação de diagnóstico entre as ECU dos veículos e as ferramentas externas de diagnóstico. Este protocolo define os serviços de diagnóstico e procedimentos de comunicação que permitem aos técnicos monitorizar e controlar os diferentes sistemas eletrónicos dos veículos modernos. A norma ISO14229 é essencial para a manutenção e reparação de veículos, facilitando a leitura, interpretação e manipulação de dados importantes relacionados com o desempenho dos sistemas do veículo (International Organization for Standardization, 2020).

O UDS oferece uma ampla gama de serviços que serão descritos de seguida.

Serviços de Diagnóstico: estes serviços permitem a leitura de códigos de erro e dados operacionais em tempo real. Um exemplo é o serviço Read Data By Identifier (0x22), que possibilita a leitura de dados específicos armazenados nas ECUs (Vector Informatik, 2021).

Serviços de Programação: estes serviços são usados para atualizar o software das ECU e alterar a sua configuração, fundamental para a manutenção e adaptação dos sistemas eletrónicos do veículo. O Security Access Service (0x27) é um dos serviços críticos para garantir que apenas dispositivos autorizados possam realizar alterações (Softing, 2020).

O protocolo também suporta funções de gestão de comunicação, como o Diagnostic Session Control (0x10), que permite a inicialização de sessões de diagnóstico específicas. Além disso, o UDS trabalha em conjunto com protocolos de transporte, como o ISO-TP (ISO 15765-2), para a fragmentação e envio de grandes pacotes de dados entre as ECU e as ferramentas de diagnóstico (Vector Informatik, 2021). A Tabela 2 apresenta alguns dos serviços que podem ser executados com recurso ao UDS e os identificadores dos pedidos e das respostas esperadas.

O protocolo UDS, funcionando sobre CAN, deve respeitar algumas regras deste protocolo, por exemplo, cada mensagem inclui além do identificador da ECU que envia a mensagem, um tamanho fixo de 8 bytes, por esse motivo mensagens longas são enviadas como múltiplas mensagens, consecutivas. Estas mensagens incluem um cabeçalho que identifica o seu conteúdo, e também um contador com o número sequencial de cada mensagem, como se encontra descrito na Tabela 3

Estando o protocolo entendido, seguiu-se uma recolha efetiva de dados de um veículo. Efetuou-se a ligação de uma ferramenta CDR à interface OBD do Toyota Prius, colocando o dispositivo de interceção já indicado em Figura 2. Com esta configuração foi possível monitorizar e registar os dados trocados entre o EDR do veículo e o equipamento BOSCH CDR. Desta forma, confirmou-se o protocolo

Tabela 2: Identificadores de pedido e resposta em UDS

UDS SID (pedido)	UDS SID (resposta)	Serviço
0x10	0x50	Controlo de sessão para serviços UDS
0x11	0x51	Reinicia a ECU ("Hard reset", "desligar", "Soft Reset")
0x27	0x67	Habilita o acesso a serviços de segurança através de autenticação
0x34	0x74	Inicia pedido para adicionar software/dados à ECU (incl. localização/tamanho)
0x35	0x75	Inicia pedido para ler software/dados da ECU (incl. localização/tamanho)
0x36	0x76	Realiza a transferência de dados
0x37	0x77	Suspende a transferência de dados
0x38	0x78	Realiza um download/upload de arquivo para/de a ECU
0x7F	-	Enviado com um Código de Resposta Negativa quando um pedido não pode ser executado

Tabela 3: Descrição Detalhada dos Campos das Mensagens CAN

Campo	Valor Exemplo	Descrição
CAN ID	0x780	Identificador da ECU que envia a mensagem CAN.
Byte 1	0x02, 0x04	Protocol Control Info (PCI) Indica a função principal da mensagem e o número sequencial numa série de mensagens.
Byte 2	0x10, 0x27	Especifica o Service ID (SID).
Byte 3	0x03, 0x01	Parâmetro adicional para o comando indicado no Byte2, como especificação de uma sessão ou nível de segurança.
Byte 4 a 8	0x00, 0x4B, 0x2D	Usados para transportar dados efetivos da mensagem.

utilizado e identificaram-se as informações trocadas entre o sistema CDR e a unidade EDR. A Figura 3 apresenta um excerto da comunicação intercetada entre o CDR e o EDR, com uma breve explicação do significado de cada mensagem trocada. A comunicação segue um protocolo assíncrono de pedido-resposta, com handshakes para validar ou recusar operações, assim como para verificar o estado de prontidão para a leitura ou escrita de dados. As linhas cujo CAN ID é 0x780 são mensagens DO CDR para o EDR do veículo, e estão sublinhadas a cor verde. As respostas do EDR aparecem com o CAN ID 0x788 e mantêm a cor branca nas linhas.

Apesar do sucesso na captura e análise do protocolo, a unidade EDR do veículo não apresentava nenhum evento registado, logo todos os campos de dados, os

CAN ID	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8	
0x780	0x2	0x10	0x3	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	Ordem para entrar na sessão de diagnóstico alargada (0x03) no Controlador Eletrónico.
0x788	0x3	0x7f	0x10	0x12	0x0	0x0	0x0	0x0	Resposta negativa, função 10, sub-função 0x12 não suportada no modo atual, indicando que a requisizi
0x780	0x2	0x10	0x1	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	Pedido de Sessão de diagnóstico normal.
0x788	0x1	0x50	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	Operação executada com sucesso.
0x780	0x4	0x27	0x1	0x4b	0x2d	0x0	0x0	0x0	Acesso de segurança 0x27: O cliente solicita desbloquear um ou mais servidores seguros.
0x788	0x5	0x67	0x1	0x0	0x0	0x34	0x0	0x0	Confirmação de sucesso na operação solicitada.
0x780	0x2	0x21	0x3	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	Pedido de diagnóstico SID 21, modo 03.
0x788	0x10	0x1b	0x61	0x3	0x34	0x37	0x38	0x33	Resposta pronta com '0x1b' bytes para transmitir.
0x780	0x30	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	Acknowledge do equipamento de teste que está pronto para receber dados
0x788	0x21	0x30	0x30	0x30	0x30	0x36	0x38	0x30	Início da transmissão de dados solicitados.
0x788	0x22	0x30	0x30	0x36	0x38	0x30	0x30	0x30	Continuação da transmissão de dados em sequência.
0x788	0x23	0x36	0x44	0x30	0x30	0x30	0x36	0x44	Mais dados enviados para processamento detalhado ou configuração.
0x780	0x2	0x21	0x21	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	SID 21, SubFunção 21, solicitação de operações específicas sob este identificador.
0x788	0x4	0x61	0x21	0x2	0xa0	0x0	0x0	0x0	Operação confirmada para SID 61, SubFunção 21, aguardando próximos comandos ou dados adicionais.
0x780	0x2	0x21	0x61	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	SID 21, SubFunção 61, resposta com dados configurados conforme solicitado.
0x788	0x10	0x38	0x61	0x61	0x2	0x9	0x5	0x0	Resposta pronta com 0x38 (56) bytes de dados.
0x780	0x30	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	Acknowledge do equipamento de teste que está pronto para receber dados
0x788	0x21	0x4	0xe2	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	Início da sequência de dados de resposta
0x788	0x22	0x0	0x3	0x55	0x3	0x55	0x0	0x0	Continuação da sequência de dados da resposta
0x788	0x23	0x0	0x0	0x3	0x55	0x3	0x55	0x13	Continuação da sequência de dados da resposta
0x788	0x24	0x88	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	Continuação da sequência de dados da resposta
0x788	0x25	0x0	0x0	0x24	0x0	0xff	0xfe	0x0	Continuação da sequência de dados da resposta
0x788	0x26	0x0	0x81	0x2	0x81	0x2	0x80	0x0	Continuação da sequência de dados da resposta
0x788	0x27	0x0	0x0	0x3	0xca	0x0	0x0	0x0	Continuação da sequência de dados da resposta
0x788	0x28	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	Fim da sequência de dados da resposta (56 Bytes)

Figura 3: Log da comunicação entre o CDR e o EDR e no veículo.

denominados **PID**, encontravam-se a zero. Deste modo não seria possível efetuar engenharia inversa para comparar os dados presentes no relatório CDR, com os dados recolhidos do barramento CAN durante a captura.

Para confirmar a viabilidade deste processo, mesmo não sendo possível recolher eventos de um veículo disponível, foram analisados registos de outros veículos, envolvidos em acidentes, que continham registos de eventos. Nestes relatórios podem ser encontrados os registos de velocidade instantânea do veículo nos 5 segundos anteriores à ocorrência de um evento no EDR. Na Tabela 4, podem ser observados os valores indicados no relatório do sistema CDR, para a velocidade instantânea do veículo em análise.

Tabela 4: Pre-Crash Data -5 to 0 Sec (Record 1)

Time (sec)	Speed (MPH [km/h])	Accelerator (%)	Brake (On/Off)
-5.0	59.0 [95]	100	Off
-4.5	55.3 [89]	100	Off
-4.0	57.8 [93]	1	On
-3.5	47.7 [77]	0	On
-3.0	33.6 [54]	0	On
-2.5	33.6 [54]	0	On
-2.0	18.6 [30]	0	On
-1.5	24.9 [40]	0	On
-1.0	12.4 [20]	0	On
-0.5	11.8 [19]	0	On
0.0	14.9 [24]	0	On

Já na Figura 4, é possível verificar que estes dados (velocidade em KM/h) se encontram também no registo RAW dos dados recolhidos do veículo no parâmetro (PID) \$0x2E.

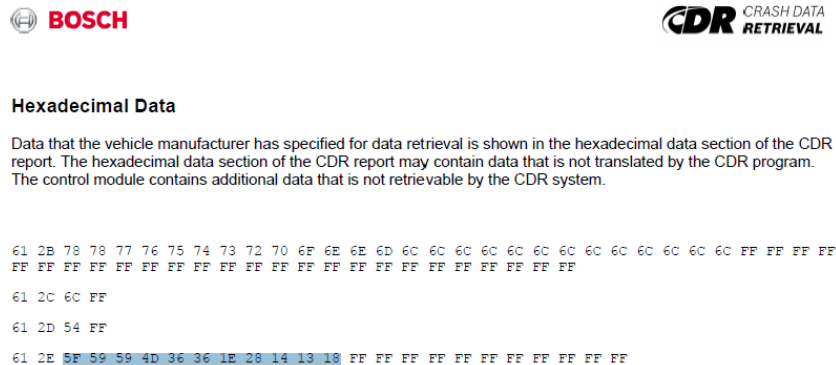


Figura 4: Dados em hexadecimal de Pre-crash-data.

A conversão dos valores em hexadecimal para decimal, como visível na Figura 5, revelou que o parâmetro \$0x2E contém, de facto, os valores de velocidade nos 5 segundos anteriores ao acidente.

Este PID\$0x2E é o primeiro a ser identificado por engenharia inversa. O processo pode ser replicado para os restantes parâmetros e valores presentes no relatório do CDR. O valor \$0x61 que antecede o PID \$0x2E é o código de subfunção reservada para o fornecedor de sistemas, que neste caso é uma subfunção implementada pelo EDR do veículo, que nos permite descarregar os parâmetros guardados em memória. Outros fabricantes poderão implementar um código de subfunção diferente, pelo que este processo de captura de dados pela utilização de um CDR comercial é essencial para a descoberta destes códigos, quer de subfunção, quer para os parâmetros que identificam os dados ou sinais disponibilizados.

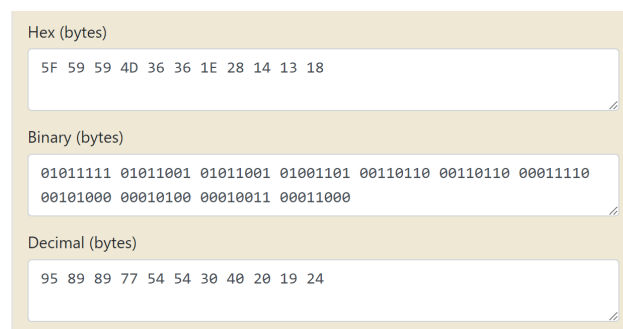


Figura 5: Dados convertidos de hexadecimal para decimal.

Esta abordagem foi esclarecedora quanto ao processo de início de sessão de diagnóstico, e posterior recolha de dados da unidade EDR. No entanto, a ausência de eventos armazenados no EDR, no veículo em estudo, limitou a possibilidade

de realizar os processos completos de engenharia inversa. Como o objetivo era de reconstruir os dados tal como seriam recolhidos pelo CDR, construindo também uma ferramenta de recolha automatizada. Não tendo acesso a um veículo com dados registados e o necessário equipamento CDR para efetuar a primeira captura, este processo terminou com a compreensão detalhada de como funciona o sistema e de que forma os dados do EDR podem ser recolhidos.

Os dados presentes num sistema EDR (Event Data Recorder) incluem informações relacionadas com eventos de colisão, como a velocidade do veículo no momento do impacto, a ativação dos airbags, a força da colisão, o ângulo do volante de direção, e o estado de sistemas de segurança, como cintos de segurança e travões, como observável em [Apêndice F](#). Esses dados são relevantes em investigações forenses, pois podem ajudar a reconstruir o cenário do acidente, fornecer evidências sobre o comportamento do condutor, e identificar potenciais falhas nos sistemas de segurança do veículo.

Em valor forense, os dados registados pelo EDR são altamente confiáveis, visto que são recolhidos de forma automatizada e objetiva, sem depender da intervenção humana. Esses registos podem ser determinantes em processos legais, permitindo a verificação de factos que sustentem conclusões sobre a causa do acidente e eventuais responsabilidades. Assim, o acesso a esses dados é uma peça-chave para investigações em acidentes rodoviários e questões de responsabilidade civil ou criminal.

AQUISIÇÃO NÃO INVASIVA E ANÁLISE DE DADOS NO SISTEMA BMW INFOENTRETENIMENTO

Este capítulo explora a aquisição não invasiva e a análise de dados no sistema de infoentretenimento de um veículo BMW E90 de 2011. O projeto propõe a recolha de dados a partir do sistema de infoentretenimento do veículo, sem a necessidade de desmontar o hardware. Utilizando a porta OBD-II e um cabo adaptador Ethernet, foi possível estabelecer uma ligação entre o veículo e um PC, permitindo o acesso a serviços como Telnet e FTP para a obtenção remota de dados armazenados no sistema.

Devido à impossibilidade de aceder a um sistemas EDR com eventos registados, o projeto foi reformulado e redirecionado para uma área onde fosse possível aceder a alguns dados úteis, com a garantia da disponibilidade do veículo. Com essas premissas em mente e após discussão com o professor orientador, foi definido um novo objetivo para o projeto, desta vez com foco na obtenção de dados de um veículo BMW E90 de 2011. Esta escolha baseou-se na disponibilidade do veículo e também na possibilidade de realizar um trabalho adicional e comparativo com outro estudo já realizado por um aluno do mesmo curso. Nesse trabalho anterior, foram recolhidas várias imagens de disco rígido (mediante a remoção do disco rígido do veículo) e os dados foram analisados do ponto de vista do seu valor forense. Como o veículo disponível neste caso também estava equipado com um sistema de infoentretenimento, modelo semelhante ao analisado nesse outro trabalho, seria oportuno, recolher a maior quantidade possível de dados sem desmontar o painel de instrumentos do veículo e conseqüente remoção do disco rígido da unidade infoentretenimento, método utilizado anteriormente. A metodologia proposta manteve o objetivo da recolha de dados sem desmontar equipamentos no veículo, utilizando a porta de diagnóstico OBD.

A investigação inicial sobre os protocolos disponíveis identificaram o uso de OBD com CAN como camada física e o protocolo ISO15765 para a comunicação de dados. No entanto, a informação acessível via porta OBD e barramento CAN é principalmente relacionada com estado mecânico do veículo, e não se mostrou relevante do ponto de vista forense.

Durante a pesquisa em fóruns, foram encontradas discussões relacionadas à atualização de mapas de navegação sem recurso ao distribuidor oficial da marca, as quais, para serem aceitas pelo sistema infoentretenimento, requerem a obtenção de um código único para o veículo. Este código pode ser encontrado no disco rígido do sistema infoentretenimento. Segundo as instruções, a obtenção deste código pode ser realizada através de um cabo adaptador especial, que interliga o sistema de infoentretenimento do veículo a um PC via rede Ethernet, permitindo o uso de serviços como Telnet ou FTP para transferência de dados.

4.1 IMPLEMENTAÇÃO DE ACESSO AO SISTEMA DE INFOENTRETENIMENTO

Através da pesquisa em fóruns, foi possível identificar utilizadores procedendo à atualização de mapas de navegação para versões mais recentes, sem recorrer à aquisição desses mapas pelos meios oficiais (Bimmerpost Forums, 2024). Como eram utilizados arquivos de mapas não oficiais, para que estes funcionassem no veículo de destino, era necessário obter uma chave existente no disco rígido presente no sistema infoentretenimento do veículo. Esta chave pode ser encontrada e descarregada a partir de um dos arquivos presentes no disco rígido do sistema infoentretenimento. Com esta descoberta, estava aberta a possibilidade de acesso remoto ao sistema de arquivos do sistema infoentretenimento.

A solução para obter este arquivo passa por utilizar um cabo adaptador entre Ethernet e OBD16. A ficha Ethernet foi conectada a uma porta de rede, no PC e a outra extremidade com uma ficha OBD16 foi ligada na porta de diagnóstico do veículo (vulgarmente conhecida como porta OBDII). Após realizar a conexão do PC ao infoentretenimento, foram pesquisados os serviços de rede disponibilizados pelo infoentretenimento, que se verificou serem os serviços Telnet e FTP. Sendo possível encontrar online vários pares de utilizador e senha, foi uma questão de testar quais das credenciais facultariam acesso ao sistema.

Após se ter verificado a possibilidade de iniciar sessão por Telnet ou FTP, o trabalho ganhou um novo objetivo, a saber, descarregar os dados disponíveis por FTP ou Telnet, conforme fosse mais rápido e prático, garantindo a máxima quantidade de informação, e sempre sem proceder à desmontagem de nenhuma parte no veículo.

4.1.1 *Sucesso na ligação Telnet*

Após várias tentativas sem sucesso utilizando um cabo adquirido online, foi considerada a possibilidade de o cabo adquirido não ter qualidade, a opção seguinte foi construir um novo cabo, conforme as instruções encontradas online. Trata-se de um cabo simples, que apenas usa uma ficha Ethernet RJ45, uma secção de cabo de rede, uma ficha OBD16 macho e uma resistência de polarização. Ver Figura 6. A resistência de polarização é utilizada para que o veículo possa identificar o tipo de interface que deve ativar na ficha OBDII. As instruções podem ser encontradas em (Sean "lmSW1", 2023) e no Anexo D. Com um novo cabo construído foi possível a ligação à rede Ethernet existente no veículo, usando o segundo método de forma estável, e assim aceder ao serviço FTP e também ao serviço Telnet disponibilizados pelo sistema infoentretimento.

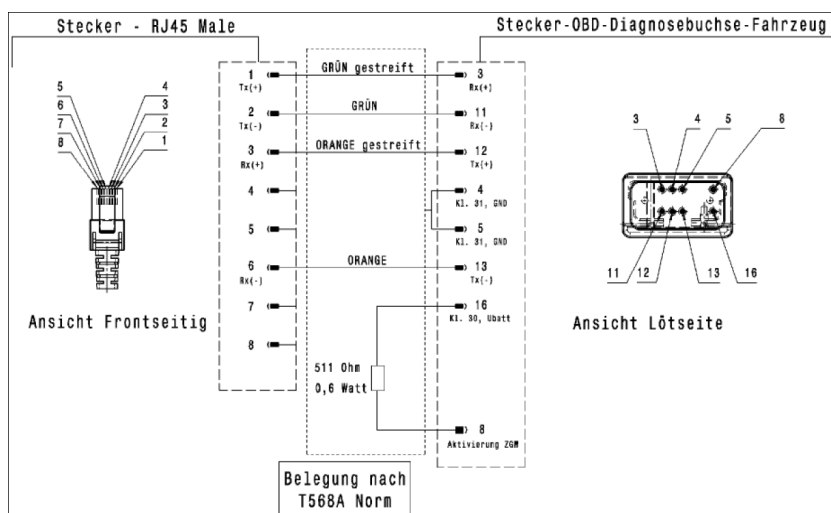


Figura 6: Diagrama de ligações do cabo adaptador Ethernet - OBDII (ENET)

A conceção de um cabo BMW ENET foi um dos componentes práticos deste projeto, permitindo uma ligação direta e funcional aos sistemas do veículo. A construção do cabo seguiu as especificações técnicas já referidas anteriormente, definidas por (Sean "lmSW1", 2023), garantindo a compatibilidade e a eficiência na transmissão de dados entre o PC e a unidade de infoentretimento presente no veículo. O processo incluiu a aquisição dos materiais, incluindo o cabo RJ-45 e conector OBD-II, bem como a resistência de polarização. A Figura 7 ilustra o cabo ENET já construído, refletindo o sucesso das instruções seguidas e a prontidão do dispositivo para uso em contextos de diagnóstico automóvel.



Figura 7: Cabo ENET construído a partir das instruções encontradas

4.1.2 *Recolha de Informação e Descoberta das Credenciais*

A descoberta das credenciais para o acesso FTP, permitiu o acesso ao servidor FTP e shell de Telnet com permissões de utilizador root, que em sistemas baseados em Unix, tem controlo total sobre o sistema, com acesso a todos os ficheiros e diretórios, podendo modificar, criar ou eliminar qualquer configuração, ou recurso.

O sucesso desta abordagem não só permitiu a recolha de dados sem desmontar fisicamente o sistema, mas também abriu a possibilidade de explorar mais a fundo o sistema operativo QNX encontrado no infoentretimento do veículo, através do acesso ao servidor FTP e à transferência de todas as pastas e arquivos disponíveis para o utilizador root. Este avanço representa um marco significativo no campo da análise forense automóvel, permitindo uma abordagem não invasiva para a recolha de dados relevantes.

4.1.3 *Ligação à unidade infoentretenimento do veículo*

A estação cliente utilizada para este processo consiste num computador equipado com o sistema operativo Windows 11 Pro, e uma interface de rede física. Este computador será doravante denominado “Cliente”. O Cliente é responsável por estabelecer a ligação via Ethernet com a unidade de infoentretenimento do veículo e executar os testes e transferências de dados necessários.

Há duas abordagens possíveis para a ligação via Ethernet ao sistema infoentretenimento. Uma primeira abordagem, baseada em definir um IP fixo no Cliente, revelou que a ligação era frequentemente perdida, tornando o método pouco confiável para transferências de dados prolongadas. Após a quebra de ligação pela unidade de infoentretenimento do veículo, era necessário desligar o veículo e esperar cerca de cinco minutos para o reset da unidade de infoentretenimento e início de nova ligação. Os passos para este processo são os seguintes:

Configuração do Cliente com um IP fixo:

1. Configurar o IP do Cliente para: 169.254.199.98, máscara de sub-rede: 255.255.255.0, gateway: 169.254.199.99.
2. Conectar o cabo de diagnóstico ao veículo e ligar a ignição do veículo (modo Acessórios).
3. Utilizar um browser ou cliente FTP para aceder a: ftp://169.254.199.99.
4. Quando solicitado, introduzir as credenciais: nome de utilizador "root" e senha "Hm83stN)" ou "cic0803".

A segunda abordagem, descrita a seguir, mostrou-se significativamente mais estável, permitindo o controle eficaz do endereço IP da unidade de infoentretenimento e garantindo uma ligação confiável. Isso possibilitou a transferência de arquivos de maneira consistente e sem interrupções.

Configuração de um servidor DNS no Cliente, permitindo que a unidade infoentretenimento no veículo obtivesse um IP definido pelo utilizador:

1. Instalar uma aplicação que permita o Cliente funcionar como servidor DNS
Exemplo: TFTP32.
2. Definir um IP estático para o Cliente, por exemplo, 192.168.10.10 com máscara de sub-rede 255.255.255.0.
3. Iniciar o TFTP32 (ou equivalente) e associar ao adaptador de rede Ethernet disponível.

4. Na aba de opções do TFTD32, configurar o endereço de início para 169.254.199.99, com um tamanho mínimo de pool de 2.
5. Reiniciar o sistema de infoentretenimento pressionando o botão de volume durante 30 segundos. Após arranque o infoentretenimento deverá estar acessível no endereço especificado, 169.254.199.99.
6. Utilizar os programas tftp32, WinSCP, FileZilla ou programas semelhantes para realizar a conexão FTP.
7. Inserir as credenciais listadas acima para início de sessão.

4.2 INVESTIGAÇÃO DO SISTEMA OPERATIVO

Garantindo uma comunicação estável com a unidade infoentretenimento do veículo, foi possível abrir um terminal remoto na unidade de infoentretenimento. Este passo foi fundamental para prosseguir com a análise e recolha de dados necessários à investigação forense do sistema.

4.2.1 *Primeira ligação e identificação do sistema operativo*

Após estabelecer a ligação Telnet ao sistema, o primeiro passo consiste em identificar o sistema operativo em execução. Através do comando `uname -a`, foi possível obter informações detalhadas sobre o ambiente de execução. O resultado deste comando revela que o sistema opera sobre o sistema operativo QNX, versão 6.3.2, compilado em 2009 para a plataforma HB_SH7785.

```
target:/home/root> uname -a
QNX ifront 6.3.2 2009/10/30-15:33:18EDT HB_SH7785 shle
```

Explicação dos comandos e da saída:

- `uname -a`: comando que pede a informação do sistema.
 - QNX: nome do sistema operativo;
 - ifront: nome de rede da máquina;
 - 6.3.2: versão do sistema operativo;
 - 2009/10/30-15:33:18EDT: data e hora da compilação;
 - HB_SH7785: identificação do processador.

- `shle`: arquitetura do processador (SH Little-Endian).

4.2.2 QNX

O QNX é um sistema operativo em tempo real (RTOS) amplamente utilizado em sistemas embebidos críticos devido à sua alta fiabilidade e robustez. Desenvolvido pela QNX Software Systems, este sistema operativo é baseado num microkernel, o que significa que apenas os componentes essenciais do sistema correm no núcleo, aumentando assim a segurança e a estabilidade (QNX Software Systems, 2024a). Além disso, o QNX é um sistema derivado do Unix e parcialmente compatível com a norma POSIX, o que lhe confere grande portabilidade e flexibilidade na execução de programas que seguem este padrão. O QNX é utilizado em várias indústrias, como automóvel, aeroespacial e telecomunicações, sendo particularmente conhecido pela sua aplicação em veículos (BlackBerry QNX, 2023), controlando sistemas críticos como o infoentretenimento e assistência ao condutor. Um dos principais pontos fortes do QNX é a sua capacidade de garantir que processos críticos são executados em tempos predefinidos, (Abraham Silberschatz, Peter B. Galvin, Greg Gagne, 2018) essencial em sistemas onde falhas podem resultar em riscos significativos para bens ou pessoas.

Seguidamente foi identificado o endereço MAC do dispositivo infoentretenimento. Para tal, foi executado o comando `arp` no Cliente. Este comando permitiu verificar a tabela ARP e, conseqüentemente, obter o endereço MAC associado ao infoentretenimento. O endereço encontrado, “00:1c:d7:1e:a4:98”, serviu para confirmar o fabricante do sistema infoentretenimento. Como mostrado na Listagem 1, o comando ARP exhibe as tabelas de correspondência de endereços IP para endereços MAC:

Listagem 1: Saída do comando ARP

```

1 C:\users\hjmro>arp -a
2 Interface: 169.254.199.98 --- 0x14
3   Internet Address      Physical Address      Type
4   169.254.199.99        00-1c-d7-1e-a4-98    dynamic

```

Colocando este endereço MAC na caixa de pesquisa de uma plataforma de identificação de fabricantes por endereço MAC, verificamos que o fabricante do sistema é a Harman-Becker Automotive Systems GmbH, (ipchecktool.com, 2024).

The MAC address "00:1c:d7:1e:a4:98" has been assigned by the IEEE to:	
MAC-Segment:	00:1C:D7:00:00:00 - 00:1C:D7:FF:FF:FF (MA-L)
Vendor:	Harman/Becker Automotive Systems GmbH
Address:	Becker-Görling-Straße 16 Karlsbad Baden-Württemberg 76307 DE

Figura 8: Identificação do fabricante do equipamento pelo endereço MAC

4.2.3 *Análise Detalhada do Sistema operativo QNX*

Nesta secção, é apresentada uma análise detalhada da execução de comandos Telnet no sistema operativo QNX, destacando os seus resultados e a sua relevância na gestão de unidades de controlo em automóveis, onde o QNX é amplamente utilizado. Esta análise é particularmente valiosa para compreender a estrutura de sistemas de ficheiros, dispositivos de armazenamento e ligações de rede da unidade infoentretenimento. Para esta investigação, foram utilizados os comandos `mount`, `df`, `ls /dev`, `fdisk` e `netstat -an`, que fornecem informações fundamentais sobre a organização dos dados e a conectividade do sistema.

4.2.4 *Mount*

O comando `mount` é utilizado para listar todos os sistemas de ficheiros montados no momento da execução. No contexto do sistema QNX, este comando permite identificar os pontos de montagem, ou seja, onde os dispositivos de armazenamento, como discos rígidos ou dispositivos USB, estão acessíveis no sistema de ficheiros. Esta informação é essencial para perceber a estrutura dos dados no equipamento infoentretenimento, permitindo ao investigador localizar rapidamente onde estão armazenados ficheiros relevantes, especialmente em contextos de análise forense de dados.

A execução do comando `mount` também revela se o sistema de ficheiros é de leitura e escrita ou apenas leitura, informação crítica para operações de recolha e preservação de dados sem risco de alterar o conteúdo do sistema.

Listagem 2: Listagem de partições montadas no sistema

```

1 target:/home/root> mount
2 /net/front.l6.bmw/mnt/hbnavi/pkgdb/SDS_ECEW_3_40_0/SDS.iso on /SDS type cd
  ↪ (joliet)
3 /net/front.l6.bmw/mnt/hbnavi/pkgdb/SDS_ECEW_3_40_0/SDS.iso on /SDS type cd
  ↪ (joliet)
4 /net/front.l6.bmw/dev/blk/ram-0-alloc-0-tmp on /fs/tmpfs type tmp multicored on
  ↪ /hbsystem/multicore type multicore
5 /net/front.l6.bmw/mnt/hbnavi/pkgdb/MISC_ECE_1_2_6/MISC.iso on /mnt/MISC type cd
  ↪ (joliet)
6 /net/front.l6.bmw/mnt/hbnavi/pkgdb/GUIDEDTOUR_ECE_1_14_0/guidedtours.iso on
  ↪ /mnt/guidedtours type cd (joliet)
7 /net/front.l6.bmw/mnt/hbdata/IBA/iso1/iba_text.iso on /mnt/IBASWE1 type cd (rrip)
8 /net/front.l6.bmw/dev/hd0t77.5 on /mnt/hbdebug type qnx6
9 /net/front.l6.bmw/dev/hd0t77.4 on /mnt/hbmedia type qnx6
10 /net/front.l6.bmw/dev/hd0t77.3 on /mnt/hbuser type qnx6
11 /net/front.l6.bmw/dev/hd0t77.2 on /mnt/hbdata type qnx6
12 /net/front.l6.bmw/dev/hd0t77.1 on /mnt/hbcddb type qnx6
13 /net/front.l6.bmw/dev/hd0t77 on /mnt/hbnavi type qnx6
14 /dev/fs0p6 on /mnt/logistics type flash
15 /dev/fs0p5 on /mnt/HBpersistence type flash
16 /dev/fs0p3 on /mnt/EFS_RO type flash
17 /dev/fs0p1 on /mnt/equalizing type flash

```

O comando **mount** revelou uma série de pontos de montagem que nos permitem compreender melhor a estrutura e a organização do sistema de ficheiros e armazenamento deste equipamento. Abaixo, segue uma explicação detalhada de cada um desses pontos de montagem.

O sistema contém várias imagens ISO montadas como volumes do tipo “cd” utilizando os sistemas de ficheiros “joliet” e “rrip”. Estas imagens são utilizadas para fornecer dados específicos, como aplicações de navegação e multimédia:

- A imagem `SDS_ECEW_3_40_0/SDS.iso` está montada no ponto `/SDS`. Este ficheiro provavelmente contém dados relacionados a sistemas de navegação ou software específico do infoentretenimento.
- A imagem `MISC_ECE_1_2_6/MISC.iso` montada em `/mnt/MISC`, ponto contém dados adicionais, possivelmente relacionados a funções secundárias do sistema.
- A imagem `guidedtours.iso`, montada em `/mnt/guidedtours`, é uma aplicação de visita guiada sobre as funcionalidades do veículo para os utilizadores.
- `/mnt/IBASWE1`: Montado com o sistema de ficheiros “rrip”, não foi possível encontrar informação adicional.

- A partição `/fs/tmpfs` está montada como um sistema de ficheiros temporário em RAM, este ponto armazena dados voláteis, como ficheiros temporários ou logs, que são perdidos após a reinicialização.
- A partição `/hbsystem/multicore`, montada com o sistema de ficheiros “multicore”, indica a gestão de múltiplos núcleos de processamento para partilhar recursos entre os diferentes subsistemas do infoentretenimento.

O sistema de ficheiros QNX utiliza várias partições montadas a partir do disco principal (`hd0t77`). Cada uma destas partições desempenha uma função específica:

- `/mnt/hbdebug`: esta partição é utilizada para depuração, armazenando logs de erro e informações de diagnóstico para suporte técnico.
- `/mnt/hbmedia`: armazena ficheiros multimédia, como música e vídeos, para utilização nas funções de entretenimento do sistema.
- `/mnt/hbuser`: contém dados de utilizadores, incluindo perfis personalizados e configurações individuais.
- `/mnt/hbdata`: responsável por armazenar dados de operação do sistema, como bases de dados e ficheiros necessários para o funcionamento correto do infoentretenimento.
- `/mnt/hbcddb`: esta partição contém metadados relacionados a CDs e bases de dados de música, permitindo ao sistema identificar automaticamente faixas de áudio.
- `/mnt/hbnavi`: partição dedicada à funcionalidade de navegação, armazenando mapas, rotas e dados relacionados ao sistema de navegação do veículo.

O sistema também monta várias partições baseadas em memória flash, que desempenham um papel crucial no armazenamento de dados persistentes e críticos:

- `/mnt/logistics`: esta partição contém dados logísticos e possivelmente informações relacionadas à manutenção do sistema.
- `/mnt/HBpersistence`: armazena dados persistentes que precisam ser mantidos mesmo após reinicializações, como configurações essenciais do sistema.
- `/mnt/EFS_RO`: esta partição de leitura apenas contém ficheiros de sistema que não podem ser modificados pelo utilizador.
- `/mnt/equalizing`: utilizada para armazenar configurações audio e HiFi.

A análise dos pontos de montagem do sistema revela a complexa organização de ficheiros e o armazenamento no sistema operativo QNX do infoentretenimento do

BMW. As partições do disco principal são dedicadas a diferentes funções, desde a depuração até ao armazenamento de dados multimédia e de utilizador, enquanto as imagens ISO montadas fornecem pacotes de software adicionais ou conteúdo multimédia. As partições flash garantem a persistência dos dados essenciais ao funcionamento do sistema, assegurando a integridade e o correto desempenho do sistema de infoentretenimento do veículo.

Em resumo, este sistema possui uma configuração complexa que inclui múltiplos ficheiros ISO montados, sistemas de ficheiros temporários, dispositivos de armazenamento em flash e sistemas de ficheiros específicos do QNX. Os sistemas de ficheiros em flash referem-se a partições montadas em armazenamento flash que não estão presentes no disco rígido. Estas partições, quando montadas, permitem o acesso a dados que não estariam disponíveis nas imagens de disco após a remoção do disco da unidade.

Esta diferença ilustra a distinção significativa entre a análise forense de um sistema ao vivo (volátil) e uma análise post-mortem (não volátil). Na análise ao vivo, é possível aceder a informações presentes na RAM e nos sistemas de ficheiros em flash montados. Já na análise post-mortem, o acesso a dados voláteis não é possível, e o acesso ao conteúdo da memória flash exigiria a remoção dos chips ou a ligação direta através de pontas de prova na própria PCB (placa de circuito impresso).

4.2.5 *df*

Complementarmente ao `mount`, o comando `df` permite visualizar o espaço de armazenamento disponível em cada sistema de ficheiros montado. Este comando detalha o uso de cada unidade de armazenamento, ajudando a identificar possíveis problemas de espaço e fornecendo uma visão clara de como os recursos de armazenamento são utilizados pelo sistema. Num ambiente automóvel, onde múltiplos subsistemas podem estar em execução simultaneamente, compreender a distribuição do espaço de armazenamento é vital para assegurar a eficiência e integridade do sistema. Listagem 3 apresenta a saída do sistema de infoentretenimento para a ocupação de cada uma das partições, visível na quarta coluna juntamente com o símbolo de %.

Listagem 3: Utilização de espaço nas partições e dispositivos montados

```

1 target:/home/root> df
2 /mnt/hbnavi/pkgdb/S          455012  455012    0 100% /SDS
3 /dev/umas/usb20100         241631104    1920 241629184    1% /mnt/umas20100
4 /dev/blk/ram-0-alloc       122880    2848  120032    3% /fs/tmpfs
5 /hbsystem/multicore         4283     4283    0 100% /hbsystem/multicore
6 /mnt/hbnavi/pkgdb/M         2539472 2539472    0 100% /mnt/MISC
7 /mnt/hbdata/IBA/iso        769628 769628    0 100% /mnt/IBASWE1
8 /mnt/hbnavi/pkgdb/G         2539472 2539472    0 100% /mnt/guidedtour
9 /dev/hd0t77.5              337264    23494  307870    9% /mnt/hbdebug
10 /dev/hd0t77.4             26635776 2194296 244959480    8% /mnt/hbmedia
11 /dev/hd0t77.3             2391740    10722  2189978    1% /mnt/hbuser
12 /dev/hd0t77.2            34317248 764488 33552760    3% /mnt/hbdata
13 /dev/hd0t77.1            1230496    216720  1013776   18% /mnt/hbcddb
14 /dev/hd0t77              6145024 5334576    810448   86% /mnt/hbnavi
15 /dev/fsOp6                24304     2820    21234   12% /mnt/logistics
16 /dev/fsOp5                65024    63973    1051   98% /mnt/HBpersistence
17 /dev/fsOp3                19848     2823    17025   14% /mnt/EFS-RO
18 /dev/fsOp1               241664000 241664000    0 100% /mnt/equalizing
19 /dev/hd0                 156301488 156301488    0 100% /mnt/hd0
20 /dev/cd0                 156301488 156301488    0 100% /mnt/cd0

```

A Listagem 3 apresenta a informação da utilização de espaço em várias partições e imagens ISO montadas no sistema. É possível observar que algumas partições, como as que contêm pacotes de software e as imagens ISO, estão completamente ocupadas, enquanto outras, como as partições multimídia e de perfis de utilizador, ainda têm uma quantidade considerável de espaço disponível.

4.2.6 *ls*

O comando `ls /dev` lista os dispositivos e interfaces de hardware presentes no diretório `/dev`, que é o local onde o QNX mantém referências a todos os dispositivos do sistema, como discos rígidos, portas USB e controladores de rede. Este comando é particularmente útil para identificar quais dispositivos estão ativos e prontos para serem utilizados ou acedidos, facilitando tarefas como clonagem de discos ou recuperação de dados.

Por exemplo, ao listar os dispositivos presentes no diretório `/dev`, pode-se verificar se há discos adicionais, como USB externos conectados ao sistema, ou se a partição principal do veículo está corretamente identificada.

Listagem 4: Lista de dispositivos no diretório /dev

```

1 target:/home/root> ls /dev
2 BMWOTFagent      flexgps-update    fs0p7             hddmgr
  ↳ ipstate
3 mv2trace         ptyp0             resmgr            starter            ttyp6
4 blk              fs0                gracernote        io-display
  ↳ layermanager
5 name             ptyp1             scp-sss           sysregs            ttyp7
6 cam0             fs0p0             hd0               io-media           lvm
7 navi             ptyp2             sem               text
  ↳ tunnelipc
8 cd0              fs0p1             hd0t77            io-net             mcd
9 ndr              ptyp3             hd0t77.1          io-usb
  ↳ medialauncher
10 console          fs0p2             hd0t77.2          ipauth             mem
11 netmgr           ptyp4             hd0t77.3          ipnat
  ↳ mmelauncher
12 dspipc          fs0p3             hd0t77.4          ipc                mlb
13 null            ptyp5             hd0t77.5          ipstate            mme
14 eeprom           fs0p4             slog              ttyp0              pipe
15 fs0p6            hd0t77.1          shmem             ttyp1
  ↳ flexgps
16 pci              ptyp7             ser1              ttyp2              pipe
17 qdb              socket            ser2              ttyp3              zero

```

De seguida descrevem-se de forma detalhada os dispositivos encontrados na saída do comando `ls /dev`:

- **BMWOTFagent**: provavelmente um agente de comunicação específico da BMW;
- **blk**: dispositivos de blocos, usados para operações de leitura/escrita em blocos;
- **cam0**: dispositivo de câmara, usado para sistemas de vídeo no automóvel;
- **cd0**: dispositivo de CD-ROM;
- **console**: dispositivo de consola para entrada/saída padrão do sistema;
- **dspipc**: comunicação entre processos DSP (Digital Signal Processor);
- **dvdplayer**: dispositivo de leitor de DVD;
- **eeprom**: memória EEPROM, usada para armazenar dados não voláteis, que devem ser preservados entre reinicializações;
- **flexgps**: dispositivo GPS, utilizado no sistema de navegação;
- **flexgps-update**: atualizações para o dispositivo GPS;
- **fs0**: partição ou sistema de ficheiros;
- **fs0p0 a fs0p7**: partições do sistema de ficheiros;

- **gracenote**: base de dados de música Gracenote, usada para reconhecimento de músicas e metadados;
- **hd0, hd0t77, hd0t77.1 a hd0t77.5**: dispositivos de disco rígido e partições;
- **hddmgr**: gestor de discos rígidos;
- **io-display**: interface para dispositivos de exibição;
- **io-media**: interface para dispositivos de média;
- **io-net**: interface para dispositivos de rede;
- **io-usb**: interface para dispositivos USB;
- **ipauth**: autenticação de rede IP;
- **ipnat**: tradução de endereços de rede IP (NAT);
- **ipc**: comunicação entre processos;
- **ipstate**: estado da rede IP;
- **ipl**: programa de carregamento inicial;
- **layermanager**: gestor de camadas, possivelmente para interfaces gráficas;
- **lvm**: gestor de volumes lógicos;
- **mcd**: dispositivo de controlo de média;
- **medialauncher**: iniciador de média para dispositivos de reprodução de média;
- **mem**: dispositivo de memória;
- **mlb**: biblioteca principal de aplicações;
- **mme**: motor de média multimédia;
- **mmelauncher**: iniciador do motor de média multimédia;
- **mv2trace**: ferramenta de rastreamento de processos;
- **name**: servidor de nomes;
- **navi**: dispositivo de navegação;
- **ndr**: registo de dispositivos de rede;
- **netmgr**: gestor de rede;
- **nvram**: memória não volátil;
- **pci**: interface para dispositivos PCI;
- **pipe**: comunicação entre processos através de pipes;

- `pty0` a `pty7`: terminais virtuais para ligações de rede;
- `qdb`: base de dados do sistema;
- `resmgr`: gestor de recursos;
- `scp-sss`: provavelmente relacionado ao Secure Copy Protocol (SCP);
- `sem`: semáforos para sincronização de processos;
- `ser1` e `ser2`: interfaces de porta série;
- `shmem`: memória partilhada;
- `slog`: sistema de logs;
- `socket`: comunicação baseada em sockets de rede;
- `starter`: iniciador de processos ou serviços;
- `sysregs`: registos do sistema;
- `text`: dispositivos de entrada/saída de texto;
- `ttyp0` a `ttyp7`: terminais de pseudo-terminal, utilizados para emulação de terminais;
- `tty0` a `tty7`: terminais teletipo, usados para interfaces de texto;
- `tym`: gestor de memória de terminais;
- `videoctrl`: controlador de vídeo;
- `videowatchdog`: monitor de vídeo, usado para garantir que a exibição funcione corretamente;
- `zero`: dispositivo que fornece um fluxo contínuo de zeros, usado para teste ou limpeza de dados;
- `null`: dispositivo que descarta todos os dados escritos para ele e fornece end-of-file (EOF) ao ser lido, usado para descartar saídas desnecessárias.

Esta análise detalha os diversos dispositivos encontrados na pasta `/dev`, cada um com as suas funções específicas que compõem a gestão automóvel e telemática do sistema infoentretenimento. Muitos destes dispositivos são comuns a qualquer sistema derivado de Unix e não são muito relevantes, foram mantidos apenas para rigor da análise.

4.2.7 *fdisk*

O comando `fdisk /dev/hd0 show` é utilizado para visualizar a tabela de partições do disco principal, neste caso o `hd0`, do sistema QNX. Este comando exibe a estrutura das partições do disco rígido, fornecendo informações detalhadas sobre cada partição, como a categoria de sistema de arquivos, o tamanho e o ponto de montagem de cada uma. Através deste comando, é possível obter uma visão clara da organização do disco rígido do sistema, identificando onde os dados estão armazenados e como o espaço está distribuído entre diferentes partições. A Listagem 5, apresenta a saída do comando `fdisk`, e exibe as partições dos dispositivos de armazenamento.

Listagem 5: Saída do comando `fdisk /dev/hd0 show`

```

1 target:/home/root> fdisk /dev/hd0 show
2
3      _____ OS _____
4      name      type      Start      End      _____ Number _____
5                                     Cylinder Cylinder Cylinders  Blocks
6      1. Ext'd  5          0          76315     76316   156296322  76316 MB
7      2. -----
8      3. -----
9      4. -----
10
11 target:/home/root> fdisk /dev/hd0t77 show
12
13      _____ OS _____
14      name      type      Start      End      _____ Number _____
15                                     Cylinder Cylinder Cylinders  Blocks
16      1. nonQNX  114       1900571    2006426   105856   216793029  105855 MB *
17      2. DOS      6         1605437    1613562   8126     16641012   8125 MB *
18      3. -----
19      4. -----
20
21 target:/home/root> fdisk /dev/hd0t77.1 show
22
23      _____ OS _____
24      name      type      Start      End      _____ Number _____
25                                     Cylinder Cylinder Cylinders  Blocks
26      1. nonQNX  114       1900571    2006426   105856   216793029  105855 MB *
27      2. DOS      6         1605437    1613562   8126     16641012   8125 MB *
28      3. -----
29      4. -----

```

No resultado dos comandos `fdisk /dev/hd0 show`, `fdisk /dev/hd0t77 show` e `fdisk /dev/hd0t77.1 show`, observamos a tabela de partições do disco rígido principal, `/dev/hd0`, que é composto por várias partições. Em QNX6 as múltiplas partições do tipo QNX, assumem o tipo 77, e são numeradas como 77.1, 77.2, 77.n. Anteriormente na versão 4 do sistema operativo QNX, as múltiplas partições seriam

numeradas como 77, 78, 79 e 80, limitando o número máximo de partições a 4, como documentado em (QNX Software Systems, 2024b).

1. Partição estendida (Extd'd):

- Tipo: estendida (5) — Este tipo de partição não contém diretamente os dados, mas atua como um contentor para partições lógicas.
- Start Cylinder: 0 — Indica que a partição começa no cilindro 0, ou seja, no início do disco.
- End Cylinder: 76315 — Indica que a partição se estende até o cilindro 76315.
- Número de Cilindros: 76316 — Total de cilindros ocupados pela partição.
- Tamanho: 76316 MB — A partição tem aproximadamente 75 GB de tamanho.
- Boot: Não especificado — Não configurada como partição de arranque.

2. Partições não definidas: - As entradas 2, 3 e 4 não têm partições configuradas, estando indicadas com “—”.

Resultado do comando `fdisk /dev/hd0t77 show`:

Aqui é apresentada uma partição lógica na partição estendida. As partições estão configuradas como segue:

Listagem 6: Saída do comando `fdisk` para o dispositivo `/dev/hd0t77`

```

1 target:/home/root> fdisk /dev/hd0t77 show
2
3  _____OS_____
4  name      type      Start      End      _____Number_____
5  name      type      Cylinder  Cylinder  Cylinders  Blocks
6  1. nonQNX  114      1900571   2006426   105856    216793029  105855 MB  *
7  2. DOS     6        1605437   1613562   8126     16641012   8125 MB   *
8  3. -----
9  4. -----

```

As partições primárias nas entrada 3 e 4 não estão definidas.

Resultado do comando `fdisk /dev/hd0t77.1 show`:

Este comando repete a estrutura da tabela de partições já visualizada com `/dev/hd0t77 show`, apresentando as mesmas partições `nonQNX` e `DOS`:

1. Partição `nonQNX` (114): 105855 MB (configurada para arranque). 2. Partição `DOS` (6): 8125 MB (também configurada para arranque).

A estrutura das partições do disco `/dev/hd0` sugere uma partição principal estendida, contendo duas partições lógicas, uma com sistema de ficheiros `QNX` e

outra com sistema de ficheiros DOS. Ambas as partições lógicas estão configuradas para arranque. A partição de sistema de ficheiros não-QNX não é mais que uma partição QNX recente, tipicamente QNX4 não compatível com QNX2.

Conforme apresentado na Listagem 7, a saída do comando `fdisk /dev/hd0 info` exhibe as características físicas do disco e a tabela de partições. Essa informação inclui detalhes como o tipo de disco, número de cilindros, cabeças, setores por trilha, e o total de setores, além de avisos relacionados a inconsistências nos cálculos de setores. A tabela de partições também é listada, destacando o início, fim e tamanho de cada partição no disco.

Listagem 7: Informações sobre o disco físico usando o comando `fdisk`

```

1 target:/home/root> fdisk /dev/hd0 info
2 Physical disk characteristics: (/dev/hd0)
3   Disk type       : Direct Access (0)
4   Cylinders      : 76319
5   Heads         : 64
6   Sectors/Track  : 32
7   Total Sectors  : 156301488
8
9 Warning: total sectors field does not agree with
10         cylinders*sectors/track*heads!! (156301488 vs 156301312)
11
12 Partition table information:
13   0: (5) beg(h=1,s=1,c=0) end(h=254,s=255,c=255) off=63, size=156296322
14   1: (0) beg(h=0,s=0,c=0) end(h=0,s=0,c=0) off=0, size=0
15   2: (0) beg(h=0,s=0,c=0) end(h=0,s=0,c=0) off=0, size=0
16   3: (0) beg(h=0,s=0,c=0) end(h=0,s=0,c=0) off=0, size=0
17 signature1=0x55, signature2=0xAA

```

O comando `fdisk` exhibe as características físicas do disco `/dev/hd0`. As especificações incluem o tipo de disco, o número de cilindros, cabeças, setores por pista e o número total de setores.

Método	Tamanho (Bytes)	Tamanho (GB)
Calculado (156.301.312 setores)	80.061.471.232	74,53
Fornecido (156.301.488 setores)	80.061.481.216	74,53

Tabela 5: Cálculo do espaço total do disco

A Tabela 5 mostra o cálculo do espaço total do disco com base no número de setores do disco. O valor de 512 bytes por setor é um padrão utilizado para calcular o tamanho total do disco. No método “Calculado”, o número de setores (156.301.312) é obtido a partir do produto entre o número de cilindros, cabeças e setores por trilha do disco Multiplicando este número de setores por 512, obtemos o espaço total em bytes, que resulta em 80.061.471.232 bytes, ou aproximadamente 74,5 GB.

No método “Fornecido”, o número de setores (156.301.488) é aquele reportado pelo firmware do disco, e o cálculo segue a mesma fórmula, resultando em 80.061.481.216 bytes, que também equivalem a 74,53 GB. A diferença entre os dois métodos é mínima, com uma diferença de apenas 176 setores, e pode ser consequência da forma como o disco reporta o número de setores protegidos ou pela marcação de “bad sectors”.

4.2.8 *netstat*

Por fim, o comando `netstat -an` oferece uma visão detalhada das ligações de rede ativas no sistema, listando todas as portas e endereços de rede que estão em uso, bem como o estado de cada ligação (por exemplo, estabelecida, à escuta). Este comando é especialmente útil para identificar múltiplos dispositivos que possam estar ligados na mesma rede. Ao analisar o output de `netstat -an`, é possível identificar potenciais vulnerabilidades de segurança, como portas abertas desnecessárias, ou ligações a redes externas. Isto pode ser crítico para garantir a segurança do veículo e dos dados pessoais armazenados no sistema.

Listagem 8: Saída do comando `netstat` para conexões ativas

```

1 target:/home/root> netstat -an
2 Active Internet connections (including servers)
3 Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         State
4 tcp      0      4 169.254.199.99.23      169.254.199.98.15576   ESTABLISHED
5 tcp      0      0 *.2011                 *.*                     LISTEN
6 tcp      0      0 *.23                   *.*                     LISTEN
7 tcp      0      0 *.21                   *.*                     LISTEN
8 tcp      0      0 *.7331                 *.*                     LISTEN
9 tcp      0      0 *.10200                *.*                     LISTEN
10 tcp     0      0 *.*                    *.*                     CLOSED
11 tcp     0      0 *.1000                 *.*                     LISTEN
12 tcp     0      0 *.851                  *.*                     LISTEN
13 tcp     0      0 *.6801                 *.*                     LISTEN
14 tcp     0      0 *.9402                 *.*                     LISTEN
15 udp     0      0 *.*                    *.*                     LISTEN
16 udp     0      0 *.851                  *.*                     LISTEN
17 udp     0      0 *.*                    *.*                     LISTEN
18 udp     0      0 *.*                    *.*                     LISTEN

```

O comando `netstat -an` exibe todas as ligações de rede e portas em escuta, além dos serviços que estão ativos. De acordo com a saída do comando, várias portas TCP estavam abertas e em escuta, incluindo:

- **Porta 23** (Telnet): Utilizada para estabelecer conexões remotas via linha de comandos. Neste caso, utilizada pelo serviço Telnet, a única porta com uma conexão ativa estabelecida entre o sistema de infoentretenimento e o Cliente.
- **Porta 21** (FTP): Porta frequentemente utilizada para transferir ficheiros via Protocolo de Transferência de Ficheiros (FTP).
- **Portas 2011, 7331, 10200, 1000, 851, 6801, 9402**: Portas de uso geral sem um serviço padrão associado, potencialmente utilizada para fins específicos do sistema infoentretenimento.

Além das portas TCP mencionadas, várias portas UDP também estavam abertas, mas sem conexões ativas associadas. Neste cenário, a única ligação ativa foi estabelecida via **Telnet** (porta 23), permitindo o acesso remoto ao sistema via terminal. As outras portas estavam disponíveis para aceitar conexões, mas sem atividade no momento da análise.

4.3 EXTRAÇÃO DE DADOS VIA FTP E USB

Ao efetuar a ligação por FTP ao sistema operativo do veículo, foi possível obter acesso à estrutura de diretórios do sistema. A Figura 9 mostra a hierarquia de pastas e ficheiros no diretório raiz do sistema operativo QNX6, acessida pelo endereço IP 169.254.199.99 com as credenciais de utilizador root, tal como no acesso por Telnet.

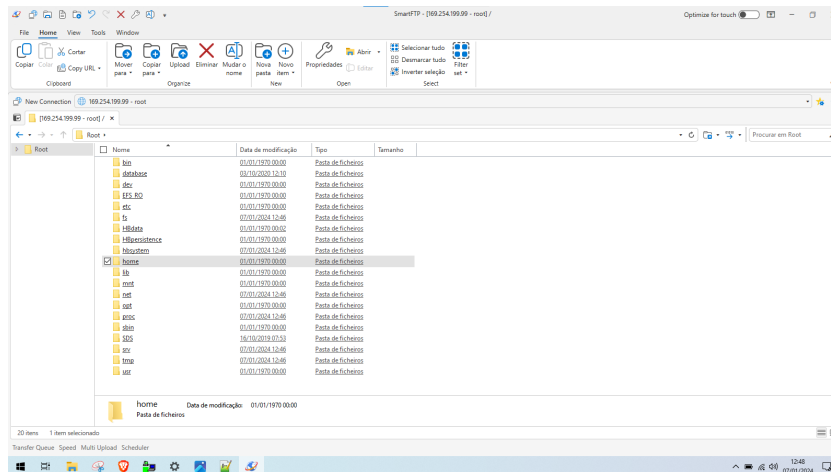


Figura 9: Estrutura de diretórios do sistema operativo QNX6 acessada via FTP.

De seguida uma análise detalhada das pastas encontradas:

- **bin**: contém executáveis binários essenciais para o sistema operativo;
- **database**: diretório onde estão armazenados os dados de bases de dados do sistema;
- **dev**: diretório de dispositivos, que inclui todos os dispositivos do sistema;
- **EFS_RD**: sistema de ficheiros Embedded File System, guardados em memória Flash;
- **etc**: contém ficheiros de configuração do sistema;
- **fs**: diretório relacionado com o sistema de ficheiros;
- **HBdata**: contém dados específicos do sistema de navegação e TTS (Text to Speech);
- **HBpersistence**: diretório utilizado para armazenamento de dados persistentes;
- **hbsystem**: sistema de ficheiros relacionado com a gestão do hardware do equipamento infoentretenimento;
- **home**: diretório principal para os utilizadores, onde cada utilizador tem a sua pasta;

- **lib**: contém bibliotecas essenciais para o funcionamento do sistema;
- **mnt**: pontos de montagem de sistemas de ficheiros;
- **net**: diretório relacionado com a rede;
- **opt**: diretório de software opcional;
- **proc**: diretório virtual que contém informações sobre processos em execução;
- **sbin**: contém executáveis binários essenciais para o sistema, geralmente usados pelo superutilizador;
- **SDS**: pode estar relacionado com um sistema de dados específico;
- **srv**: diretório utilizado para dados de serviços;
- **tmp**: diretório de ficheiros temporários;
- **usr**: contém comandos, bibliotecas, comandos comuns e scripts de shell.

4.3.1 Descarga de dados por Ligação FTP ao Sistema Operativo do Veículo

Ao efetuar a ligação por FTP ao sistema operativo do veículo, com acesso privilegiado, foi possível obter acesso à estrutura de diretórios do sistema. De notar, para preservar os timestamp de criação e acesso dos ficheiros, deve ser selecionada a opção “preservar a data e horas dos ficheiros transferidos”. Esta opção estará disponível na generalidade dos clientes FTP, no caso do Clonezilla, utilizado neste projeto, a opção encontra-se no menu como visível na Figura 10

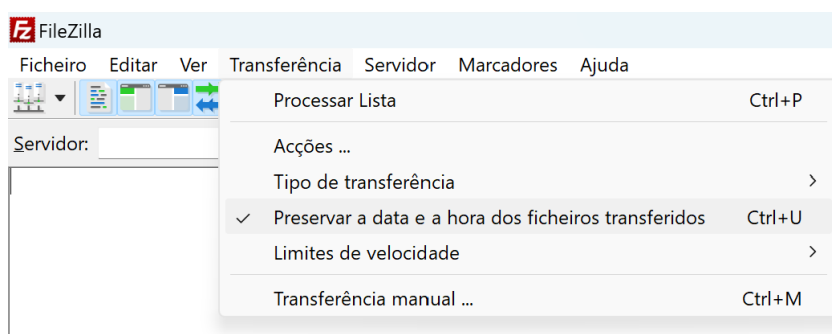


Figura 10: Estrutura de diretórios do sistema operativo QNX6 acedida via FTP.

Este processo, no entanto, revelou-se demorado, obrigando a manter o veículo com a ignição ligada por longos períodos. Inicialmente, a ignição foi colocada em modo acessórios, permitindo um consumo de energia reduzido. A generalidade das ignições em automóveis possuem 4 estados, sendo eles desligado, acessórios, ligado e arranque. O modo acessórios permite que alguns equipamentos do veículo

sejam alimentados sem que o motor esteja em funcionamento. Neste veículo o modo acessórios tem um temporizador que o desliga automaticamente após 5 minutos, desligando todos os sistemas do veículo. A única forma de manter a conectividade do sistema infoentretenimento com o Cliente era reativando frequentemente o modo acessórios. Como o processo de descarga por FTP era expectável durar várias horas, foi necessária uma abordagem diferente.

A opção passou por ligar o veículo em modo ligado, mas sem colocar o motor em funcionamento. Este modo não necessita do frequente reativar, mas tem o inconveniente do elevado consumo de energia da bateria, pois todos os sistemas estão alimentados neste modo, levando a um grande consumo elétrico. Para manter este modo por longos períodos é necessário colocar um estabilizador de bateria que garanta todo o consumo elétrico do veículo. Um carregador de baterias não é suficiente nesta situação porque o consumo pode ultrapassar os 30A.

A solução encontrada, na falta de um estabilizador de bateria, foi utilizar uma fonte de alimentação de PC com capacidade de 30 Ampere na saída de 12 Volt. Com esta solução, foi finalmente possível manter a bateria do veículo com um nível de carga mínimo e proceder à descarga completa dos ficheiros pelo método FTP.

Para concluir a descarga dos dados, foram necessárias 16 horas.

4.4 ANÁLISE DA ESTRUTURA DE DIRETÓRIOS E DADOS DESCARREGADOS

A Figura 11, apresenta a estrutura de pastas, como visível no Cliente, após a extração bem-sucedida dos dados via FTP. A pasta `Root_orig` contém a estrutura de diretórios completa, com um total de 524.291 ficheiros e 3.044 pastas, ocupando 17,0 GB no disco.

Detalhes da Pasta `Root_orig`:

- **Tipo:** Pasta de ficheiros
- **Tamanho:** 17,0 GB (18.275.591.864 bytes)
- **Tamanho no disco:** 18,2 GB (19.573.915.648 bytes)
- **Conteúdo:** 524.291 ficheiros, 3.044 pastas
- **Criado:** 4 de fevereiro de 2024, 18:00:50

A extração lógica dos diretórios facilita a navegação e o acesso aos dados relevantes durante a investigação forense, permitindo uma análise abrangente e eficiente do sistema operativo do veículo em execução, logo incluindo pastas montadas a partir

A metodologia consiste em utilizar um ficheiro cifrado na raiz do dispositivo USB que, quando executado, chama um segundo script Bash, também presente na mesma ‘pen’ USB. Este segundo script pode ser facilmente editado e não precisa ser cifrado. O segundo script é responsável por varrer as pastas e ficheiros montados no sistema operativo e extrair os dados para a ‘pen’ USB.

O ficheiro cifrado tem o nome `copie_scr.sh` sendo utilizado em sistemas de infoentretenimento automóvel, como os MMI3G e MMI3GP, especialmente em veículos de marcas como Audi, Volkswagen, e também no infoentretenimento da BMW, equipados com componentes da Harman-Becker. Esse script encriptado desempenha um papel importante em operações de extração de dados e automação de tarefas nesses sistemas, que frequentemente utilizam o sistema operativo QNX.

Em particular, o `copie_scr.sh` é usado como um lançador de scripts, ativando scripts armazenados em cartões SD ou dispositivo USB. A funcionalidade principal do ficheiro envolve a identificação do caminho correto do dispositivo de armazenamento e a execução de um segundo script, como o `run.sh` (não cifrado), que pode realizar diversas tarefas, como extrair dados do sistema para o dispositivo externo.

Devido à sua natureza cifrada, este script não pode ser facilmente visualizado ou modificado diretamente. No entanto, existem ferramentas como a `Copie_scr_Decoder`, disponíveis em repositórios de código aberto no GitHub, e que permitem a descodificação, codificação e análise do ficheiro (cmbsolutions, 2024; DrGER2, 2024; megusta1337, 2024). Esta ferramenta é útil para programadores e entusiastas que desejam entender melhor o funcionamento interno desses scripts em sistemas embebidos na área automóvel.

A encriptação do `copie_scr.sh` é uma medida de segurança comum para proteger scripts críticos que interagem com sistemas embebidos. Ela garante que apenas scripts autorizados possam ser executados, prevenindo modificações não autorizadas. Contudo, com ferramentas como a `Copie_scr_Decoder`, é possível decifrar o conteúdo para fins de estudo e personalização, sendo amplamente utilizada em comunidades de programadores que investigam o sistema QNX nas marcas de veículos referidas anteriormente.

De seguida, na Listagem 9 é apresentado um excerto do script Cópia-USB que foi usado para extrair todas as pastas do sistema infoentretenimento para um dispositivo memória USB. O script completo Cópia-USB encontra-se listado no Apêndice A.

```
38 # Directories to exclude from the backup
39 EXCLUDE_DIRS="--exclude=/proc --exclude=/sys --exclude=/dev
   ↪ --exclude=/run"
40
41 # Log the directories being excluded
42 log_message "Excluding virtual and system-specific directories: /proc,
   ↪ /sys, /dev, /run"
43
44 # Define the name of the tar archive manually or with a basic date
45 # Check if `date` command supports `+%Y-%m-%d` formatting in QNX
46 ARCHIVE_DATE=$(date +%Y-%m-%d 2>/dev/null)
47 if [ $? -eq 0 ]; then
48     ARCHIVE_NAME="backup-${ARCHIVE_DATE}.tar.gz"
49 else
50     ARCHIVE_NAME="backup.tar.gz"
51 fi
52
53 # Change directory to root to start the backup from there
54 cd /
55
56 # Create the tar archive excluding specified directories and save it to
   ↪ the USB drive
57 # Note: Adjust tar syntax if necessary based on QNX version of tar
58 tar -czf "${USB_DRIVE_PATH}/${ARCHIVE_NAME}" ${EXCLUDE_DIRS} . 2>>
   ↪ "$LOG_FILE"
```

Listagem 9: Excerto de script Python usado para extrair pastas de raiz excluindo pastas de sistema

O script Cópia-USB começa por registar uma mensagem de início no ficheiro de log. Em seguida, verifica se recebeu o argumento necessário (caminho da pen USB). Se o argumento não estiver presente, o script regista uma mensagem de erro e termina.

Os diretórios virtuais e específicos do sistema, como `/proc`, `/sys`, `/dev`, `/run`, e a própria pen USB, são excluídos do backup. O script, então, define o nome do arquivo tar e especifica os diretórios a serem incluídos no backup.

Por fim, o script cria um arquivo tar que contém os diretórios especificados e guarda-o na pen USB. Se a criação do arquivo tar for bem-sucedida, o script regista uma mensagem de sucesso no ficheiro de log e cria um ficheiro de sinalização indicando que o processo foi concluído com sucesso. Caso contrário, uma mensagem de erro é registada e o ficheiro de sinalização indica a terminação com erro.

Este método permite uma extração abrangente dos dados do sistema operativo QNX6, garantindo que as informações críticas sejam preservadas para análises forenses posteriores. Sendo que quer o script, quer o processo de extração corre

apenas na Pen USB, não há nenhuma qualquer informação ao utilizador do estado ou evolução do processo, o que dificulta a perceção do seu término.

4.6 EXTRAÇÃO DE DADOS SELETIVA POR USB

Uma melhoria em relação ao processo anterior consiste em definir de forma precisa quais os dados que se pretende extrair, em vez de tentar extrair todos os ficheiros presentes no sistema de pastas. Essa abordagem seletiva permite uma extração mais eficiente e direcionada, focando apenas nos ficheiros ou pastas de real interesse.

Um exemplo prático desta abordagem é o uso de um script projetado especificamente para extrair apenas os ficheiros ou diretórios relevantes. Dependendo do tamanho dos dados a serem extraídos, este script pode ser executado em apenas um ou dois segundos, tornando o processo extremamente rápido. Utilizar este script oferece várias vantagens:

- **Eficiência de Tempo:** Ao focar-se apenas nos dados de interesse forense, como as bases de dados de contactos telefónicos, o tempo de execução é significativamente reduzido. Isto é especialmente útil em situações onde o tempo é um fator crítico.
- **Minimização de Espaço de Armazenamento:** Ao extrair apenas os dados necessários, a memória USB é utilizada de forma eficiente.
- **Foco Forense:** O disco rígido do sistema contém uma abundância de dados sem interesse forense. Ao utilizar um script que extrai apenas os dados de interesse, garante-se que apenas a informação relevante é extraída, evitando a recolha desnecessária de dados e facilitando a análise posterior.

De seguida encontra-se a Listagem 10 de um excerto do script Cópia-seletiva-USB que pode ser utilizado para extrair apenas as bases de dados presentes no sistema infoentretenimento. São visíveis os caminhos onde se encontram as referidas bases de dados no sistema infoentretenimento. Este script demora apenas um ou dois segundos a executar. De notar que o script Cópia-seletiva-USB extrai todas as bases de dados, incluindo aquelas de anteriores utilizadores do veículo e informação de emparelhamentos (bluetooth). Todas as bases de dados com os dados de moradas e contactos telefónicos estão na pasta: “/mnt/usr/SQL” pelo que basta descarregar o conteúdo desta pasta.

O excerto de código presente na inclui o caminho onde se encontra a diretoria que contém as bases de dados com os contactos telefónicos no sistema infoentretenimento.

Listagem 10: Excerto de script Python usado para extrair uma pasta em específico

```
20 # Define the source folder path
21 SOURCE_FOLDER="/mnt/usr/SQL"
22
23 # Define the destination folder path on the USB drive
24 DESTINATION_FOLDER="${USB_DRIVE_PATH}/SQL"

38 # Copy the source folder contents to the destination folder on the USB
   ↔ drive
39 cp -R "$SOURCE_FOLDER/*" "$DESTINATION_FOLDER"
```

COMPARAÇÃO DE RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo, serão comparadas a qualidade e a quantidade de dados obtidos através de dois métodos de extração diferentes. O primeiro método envolve a leitura física do disco rígido, enquanto o segundo método refere-se à extração de dados por FTP, utilizando a porta OBD-II do veículo e ligação ao sistema CIC via Ethernet e por via USB.

A base de comparação será constituída pelos dados recolhidos e analisados por Ricardo Marques (Marques, Ricardo Manuel da Costa, 2023) no âmbito do trabalho *Análise Forense de Sistemas de Infoentretenimento em Veículos BMW*. Esta comparação visa avaliar a eficácia de cada método, destacando as vantagens e limitações de cada abordagem na obtenção e análise de dados digitais em sistemas IVI da BMW.

5.1 CONFIGURAÇÃO, LIGAÇÃO E RECOLHA DE DADOS

De seguida são descritos os tempos envolvidos na desmontagem dos componentes do veículo, na remoção do disco rígido para uma extração física dos dados, e o processo de extração dos dados via FTP a partir de um sistema em execução (live).

Desmontagem e Remoção Física do Equipamento: A remoção do disco rígido do veículo requer a desmontagem de componentes internos do sistema de infoentretenimento. Os tempos requeridos para o processo estão representados na Tabela 6.

Como não há informação para o tempo necessário para efetuar a extração física do disco rígido presente no sistema infoentretenimento, foi realizada a seguinte aproximação: A velocidade máxima do disco rígido Toshiba MK8050GSX ATA100, será de 100MB por segundo, assumindo um dispositivo de extração, que permita manter a velocidade média de 80MB por segundo ao longo de todo o processo:

$$\text{Tempo de extração} = \frac{\text{Tamanho do disco (80 GB)}}{\text{Velocidade média (80 MB/s)}} = \frac{80 \times 1000}{80} = 1000 \text{ segundos} \approx 17 \text{ minutos}$$

Conclusão: O tempo estimado para a extração de 80 GB num disco PATA, como o Toshiba MK8050GSX, seria de aproximadamente 17 minutos, considerando uma velocidade média de 80 MB/s.

Tabela 6: Tempos envolvidos na desmontagem e extração de dados

Processo	Tempo
Desmontagem e Remoção Física do Equipamento	
Desmontagem de painéis e acesso ao hardware	1 hora e 30 minutos
Remoção do disco rígido do sistema	15 minutos
Preparação para extração física	10 minutos
Total (Remoção física do equipamento)	1 hora e 55 minutos
extração Física do Disco Rígido	
extração completa de um disco de 80 GB	17 minutos
Total (Remoção e extração física do disco)	2 horas e 12 minutos
extração de Dados via FTP no Sistema Live	
Configuração e ligação ao sistema FTP	10 minutos
extração de dados via FTP (80 GB)	16 horas
Total (extração via FTP)	16 horas e 10 minutos

5.2 ANÁLISE E COMPARAÇÃO QUANTITATIVA DOS DADOS OBTIDOS

Para realizar uma comparação detalhada e quantitativa dos ficheiros obtidos através das duas abordagens, extração física do disco e extração via FTP do sistema em execução, foi desenvolvido um script em Python. Este script percorre toda a estrutura de diretórios e ficheiros, tanto das imagens de disco extraídas quanto da lista de ficheiros recolhida via FTP.

A análise revelou que o sistema em execução contém um número significativamente maior de pastas e ficheiros. Esse aumento deve-se ao fato de que, no sistema live, várias imagens de CD e partições de disco, como mapas de navegação, manuais do utilizador e arquivos multimédia, são montadas e disponibilizadas para o sistema. Quando o veículo está desligado, esses dados estão armazenados como imagens de CD e não são visíveis na análise estática do disco. Assim, o sistema live exibe uma visão mais completa dos dados, incluindo ficheiros temporários e outros elementos carregados dinamicamente durante o funcionamento do sistema.

A tabela abaixo apresenta uma comparação do número de diretórios e ficheiros encontrados nas duas abordagens de análise: o sistema live, onde o sistema de

ficheiros está montado e ativo, e a extração física do disco rígido, realizada após a desmontagem do veículo. Através desta comparação, é possível observar a diferença significativa na quantidade de ficheiros acessíveis em cada método, refletindo as diferenças características da extração física com a extração de um sistema em execução (live).

Modelo de extração	Número de Diretorias	Número de Ficheiros
Sistema Live	3000	524210
extração Física	170	688

Tabela 7: Comparação da quantidade de diretórios e ficheiros entre o sistema live e a extração física

No Apêndice C, é apresentado o script que foi utilizado para fazer as comparações anteriores, em termos quantitativos, contando os ficheiros comuns e os ficheiros únicos identificados em cada uma das abordagens.

As listagens completas do conteúdo das várias partições encontradas por Marques, Ricardo Manuel da Costa, quer a árvore completa de diretorias e ficheiros encontrados no sistema live serão disponibilizadas pelo autor se necessário, mas não farão parte deste documento pela sua extensão.

Tabela com as várias partições presentes na imagem física:

Device	Start	End	Sectors	Size	Id Type
simao.001p1	63	156296322	156296260	74.5G	5 Extended
simao.001p5	126	11745089	11744964	5.6G	4d QNX4.x
simao.001p6	11745278	123604109	6152832	2.9G	4d QNX4.x
simao.001p7	123604173	127625956	3421782	1.6G	4d QNX4.x
simao.001p8	127626018	129323239	697232	341M	4d QNX4.x
simao.001p9	129323313	155959019	26635707	12.7G	4d QNX4.x
simao.001p10	155959083	156296384	337302	164.7M	4d QNX4.x

5.3 ANÁLISE E COMPARAÇÃO QUALITATIVA DOS DADOS OBTIDOS

Em ambas as abordagens de análise — tanto na extração física do disco quanto na análise do sistema live — foi possível identificar e recolher os dados mais relevantes do ponto de vista forense. Entre esses dados encontram-se as bases de dados que contêm os registos de contactos telefónicos de todos os dispositivos que já foram emparelhados por Bluetooth com o veículo, assim como as moradas de GPS

que foram guardadas como pontos de interesse. Além disso, foi possível recuperar moradas registadas por proprietários anteriores, designadas como “casa”, que, apesar de poderem ser atualizadas pelo utilizador do veículo, e deixarem de estar visíveis no sistema, continuam a residir nas bases de dados internas do veículo. Este facto levanta questões importantes sobre a privacidade e a retenção de dados pessoais, dado que não parece haver uma forma de o utilizador final eliminar essa informação, o que sugere possíveis lacunas na gestão e proteção de dados pessoais armazenados no sistema infoentretenimento do automóvel.

Nas imagens seguintes, podemos observar as bases de dados obtidas por extração lógica via FTP, analisadas com recurso ao Autopsy. As bases de dados podem, no entanto, ser abertas e visualizadas por qualquer outro programa de leitura de bases de dados.

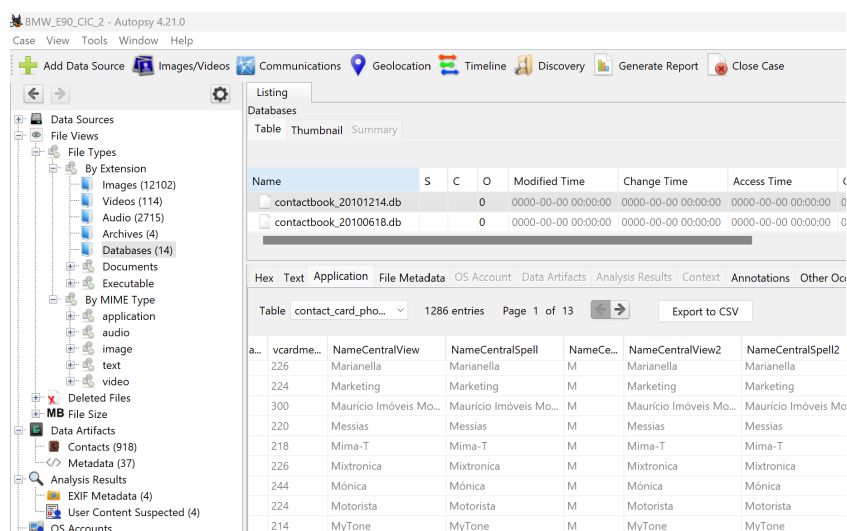


Figura 12: Bases de dados dos contactos de Telemóvel do utilizador atual do veículo.

Para poder comparar os resultados das bases de dados encontradas nos métodos extração física e extração live, apresenta-se de seguida as bases de dados identificadas pela extração física, conforme a Tabela 8, os dados do sistema IVI CIC da BMW série 3 do ano 2012.

Tabela 8: Bases de dados em sistema IVI CIC da marca BMW extração física

Base de dados	Localização do ficheiro
contactbook_20101214	particao8/SQL/contactbook_20101214.db
mme	particao8/SQL/qdb/gh/qdb-backup2/mme
mme_library	particao8/SQL/qdb/gh/qdb-backup1/mme_library
mme_custom	particao8/SQL/qdb/gh/qdb-backup1/mme_custom
mme_library	particao8/SQL/qdb/gh/qdb-backup1/mme_library
mme_library	particao8/SQL/qdb/gh/qdb-backup1/mme_library

5.3 ANÁLISE E COMPARAÇÃO QUALITATIVA DOS DADOS OBTIDOS

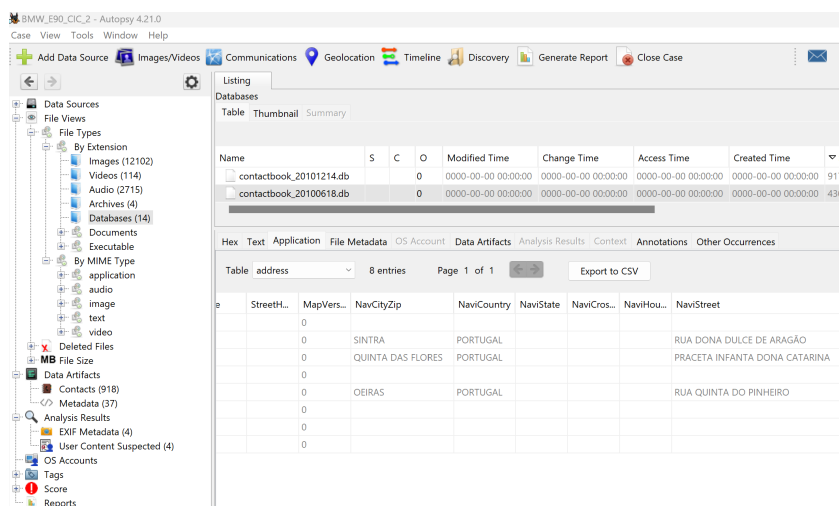


Figura 13: Base de dados de um proprietário anterior

A Tabela 9, apresenta as bases de dados que foi possível encontrar no sistema live sendo extraídas de forma lógica por FTP. Esta pasta também foi extraída pelo método USB, exatamente com os mesmos dados pelo que não é analisado aqui.

Tabela 9: Bases de dados em sistema IVI CIC da marca BMW extração lógica

Base de dados	Localização do ficheiro
contactbook_20101214	/mnt/usr/SQL/contactbook_20101214.db
contactbook_20100618	/mnt/usr/SQL/contactbook_20100618.db
qdb-backup1/mme	/mnt/usr/SQL/qdbH/qdb-backup1/mme
qdb-backup1/mme_custom	/mnt/usr/SQL/qdbH/qdb-backup1/mme_custom
qdb-backup1/mme_library	/mnt/usr/SQL/qdbH/qdb-backup1/mme_library
qdb-backup1/mme_mp3_speech	/mnt/usr/SQL/qdbH/qdb-backup1/mme_mp3_speech
qdb-backup1/mme_temp	/mnt/usr/SQL/qdbH/qdb-backup1/mme_temp
qdb-backup1/qdb_fix1	/mnt/usr/SQL/qdbH/qdb-backup1/qdb_fix1
qdb-backup2/mme	/mnt/usr/SQL/qdbH/qdb-backup2/mme
qdb-backup2/mme_custom	/mnt/usr/SQL/qdbH/qdb-backup2/mme_custom
qdb-backup2/mme_library	/mnt/usr/SQL/qdbH/qdb-backup2/mme_library
qdb-backup2/mme_mp3_speech	/mnt/usr/SQL/qdbH/qdb-backup2/mme_mp3_speech

6

DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A análise comparativa entre os dois métodos de extração de dados, via OBD-II e extração física do disco rígido, revela diferenças significativas em simplicidade, tempo de implementação e eficiência. A recolha de dados através da ligação OBD-II mostrou-se menos intrusiva, evitando a necessidade de desmontar o veículo para aceder à unidade CIC e criar uma imagem física do disco rígido. Este processo, que requer a remoção do painel de instrumentos e o uso de ferramentas especializadas, apresenta uma complexidade técnica considerável e um risco elevado de danificar componentes internos. Por outro lado, o método OBD-II, com a utilização de um cabo adaptador Ethernet, permite o acesso direto aos dados via servidor FTP do veículo, sem comprometer a integridade física do sistema.

No entanto, a recolha de dados via FTP apresentou desafios, nomeadamente a instabilidade das ligações, que se mostraram intermitentes e, em média, mais lentas do que o esperado. Embora a ligação pudesse atingir velocidades de até 100 Mb, a transferência completa demorou cerca de 16 horas, tempo durante o qual a ignição do veículo teve de permanecer ligada. Este facto obrigou à utilização de uma fonte de alimentação externa para evitar que a bateria descarregasse, após a descoberta de que o carregador inicial de 6 amperes não era suficiente para manter a carga necessária, exigindo uma fonte com corrente superior a 15 amperes.

A eficiência dos dois métodos torna-se ainda mais clara quando se considera o tempo adicional necessário para a desmontagem do veículo no caso da criação de uma imagem física. Este processo é muito mais moroso e disruptivo, enquanto a recolha via OBD-II, apesar da sua lentidão na transferência de dados, oferece uma alternativa prática e menos intrusiva. Adicionalmente, ambos os métodos permitiram o acesso às mesmas informações forenses relevantes, como os registos de dispositivos Bluetooth emparelhados, bases de dados de contactos telefónicos e históricos de GPS, não havendo uma clara vantagem do método físico sobre os métodos lógicos aqui descritos, em disponibilidade ou valor dos dados recolhidos.

A abordagem de extração física apresenta uma vantagem quando é necessária uma captura exata e completa de todos os dados, independentemente do estado do sistema operativo. Este método oferece um controlo total sobre o conteúdo do

disco, sendo especialmente útil quando existem restrições de permissões ou quando o sistema operativo pode impedir o acesso a certos ficheiros. Contudo, o tempo necessário, a complexidade técnica e o risco de danificar o veículo torna este método menos atrativo para operações onde o tempo e a preservação da integridade física do veículo são prioridades.

Por outro lado, a abordagem live, através da ligação OBD-II, oferece uma solução mais ágil e menos invasiva, que permite obter dados relevantes sem a necessidade de desmontar o veículo. Este método é particularmente eficaz em situações onde o tempo é um fator crítico, como no caso de investigações forenses em campo. No entanto, a dependência da estabilidade do sistema operativo em execução e a possibilidade de interrupções na transferência de dados são desvantagens a considerar, especialmente quando se exige uma recolha completa e ininterrupta. Este método também exige cuidados redobrados para evitar a alteração nas datas de criação ou acesso de cada ficheiro, o software ftp deve ser configurado para não alterar os timestamps dos ficheiros.

Relativamente à estabilidade das ligações, foi possível observar que a abordagem via FTP, embora eficaz, não garante a estabilidade de uma extração física, é um processo suscetível de interrupções que podem comprometer a integridade dos dados extraídos. Já a extração física, por não depender do sistema operativo em execução, assegura uma captura integral dos dados sem essas limitações.

No que toca à integridade dos dados, ambos os métodos permitiram o acesso aos dados críticos, como os históricos de Bluetooth e GPS, com igual qualidade. Contudo, a extração física garante que todos os ficheiros do disco, incluindo aqueles que não são acessíveis pelo sistema operativo, são capturados, assegurando assim uma extração mais profunda e completa.

A eficiência do processo de recolha também varia substancialmente entre os métodos. A abordagem live pode, em teoria, ser mais rápida, dependendo da quantidade de dados a serem extraídos e da estabilidade da ligação, enquanto a extração física exige mais tempo na desmontagem/montagem do veículo. Além disso, a abordagem live requer menos recursos técnicos e ferramentas, sendo necessária apenas uma ligação FTP ou USB, o que a torna mais acessível a operadores com menos experiência técnica.

Por fim, ao considerar o custo e a complexidade técnica, a extração física revela-se substancialmente mais dispendiosa, não só pelo tempo necessário para desmontar o veículo e criar a imagem do disco, mas também pela exigência de equipamentos especializados e trabalhadores qualificados. A abordagem live, por outro lado, é

mais económica e menos intrusiva, permitindo que a recolha de dados seja feita de forma rápida e simples.

A abordagem via sistema live, através da ligação OBD-II ou USB, é altamente recomendada em cenários onde o tempo e a integridade do veículo são fatores críticos. Contudo, para investigações que requerem uma análise forense completa e detalhada, a extração física do disco continua a ser a opção mais robusta, assegurando a captura total de todos os dados disponíveis no disco rígido.

A análise comparativa das abordagens de extração de dados revela diferenças significativas em termos de complexidade, tempo de execução, e eficiência. Abaixo, resumem-se estes aspetos para cada método abordado:

- **Extração Física:** Este método envolve desmontar componentes internos para aceder e extrair diretamente o disco rígido. Embora ofereça alta fiabilidade pela captura completa dos dados, é tecnicamente complexo, podendo danificar componentes do veículo durante a desmontagem. O processo é moroso, exigindo significativo tempo de desmontagem e montagem.
- **Extração Lógica via FTP:** A extração lógica por FTP permite aceder aos dados diretamente através de uma ligação de rede, evitando a desmontagem física do veículo. Apesar de menos invasiva e com potencial para altas velocidades de transferência (até 100 Mb/s), enfrenta problemas de instabilidade nas ligações, resultando em transferências mais lentas do que o esperado, com médias de 16 horas para a transferência completa de 80 GB. Este método requer que a ignição do veículo permaneça ligada, o que pode levar a problemas de consumo da bateria.
- **Extração USB Completa:** Similar ao FTP por não ser invasivo, a extração USB completa permite uma transferência direta de dados através de uma conexão USB. Esta abordagem é geralmente mais rápida que o FTP e não depende da estabilidade da conexão de rede, mas ainda assim pode ser afetada pela limitação de velocidade dos portos USB e pela capacidade de processamento do sistema operativo do veículo. A falta de informação sobre o progresso limita a aplicabilidade em extrações completas.
- **Extração USB Seletiva:** Permite a seleção específica de dados a serem copiados, reduzindo o volume de dados transferidos e, conseqüentemente, o tempo necessário para a operação. Este método é ideal para situações onde apenas um subconjunto de informações é necessário, oferecendo uma solução eficiente e rápida, embora a seleção criteriosa possa requerer um conhecimento prévio detalhado dos dados armazenados.

Concluindo, enquanto a extração física proporciona uma garantia de integridade dos dados por capturar a totalidade do conteúdo do disco, as abordagens lógicas, particularmente a extração USB seletiva, destacam-se pela eficiência e menor risco de danos ao veículo. A escolha do método apropriado deve considerar o contexto específico da investigação, incluindo fatores como a urgência da recolha de dados, a infraestrutura disponível e a capacidade técnica do executor.

7

CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho foi a recolha de dados forenses de veículos de forma não intrusiva, preservando a integridade do veículo durante o processo, através de um procedimento simples. Para atingir este objetivo, explorou-se a utilização da interface OBD-II como método principal de extração de dados, evitando a necessidade de desmontagem física do sistema de infoentretenimento. A comparação com o método tradicional de extração física do disco rígido foi utilizada como uma forma de validação da eficácia da abordagem não intrusiva.

A extração de dados via OBD-II provou ser uma solução viável e eficiente, permitindo aceder às informações mais relevantes, como registos de dispositivos (Bluetooth) emparelhados e históricos de GPS, sem necessidade de desmontar o veículo. Este método demonstrou ser menos disruptivo e mais rápido em preparação e execução, apesar de apresentar alguns desafios, como a instabilidade das ligações durante o processo de transferência via FTP. A extração via USB também se mostrou bastante promissora, sobretudo em casos onde se pretende a extração rápida e seletiva de dados com elevada relevância forense. O exemplo das bases de dados de contactos telefónicos e localizações GPS são um bom exemplo de extrações seletivas com interesse forense.

A comparação destes métodos com o método de extração física demonstrou que, embora extração física ofereça um controlo absoluto sobre os dados, o processo é mais invasivo, demorado e arriscado para a integridade dos componentes do veículo. A abordagem via OBD-II, mesmo com uma velocidade de transferência inferior, alcançou o objetivo de recolher dados de forma não intrusiva, validando a sua utilidade em investigações forenses. Se a extração total for o objetivo primordial, a extração física continua a fazer sentido, mas serão extraídos uma quantidade enorme de dados sem relevância forense por serem ficheiros exclusivamente de leitura com informação genérica do sistema infoentretenimento, dos quais são exemplos mapas e manuais de utilizador do veículo.

Para o futuro, será fundamental melhorar a estabilidade das ligações durante a recolha de dados via OBD-II, talvez implementando protocolos mais robustos que permitam retomar transferências interrompidas. Além disso, uma análise mais

ampla de diferentes sistemas de infoentretenimento poderá ajudar a garantir que este método seja aplicável a uma variedade de fabricantes. Adicionalmente, o aumento de medidas de segurança nos veículos, como a criptografia, exigirá novas soluções para garantir que os investigadores forenses possam continuar a aceder a dados de forma legal e eficaz.

Em suma, as abordagens via OBD-II e USB provaram ser técnicas promissoras e eficazes na extração de dados de forma não intrusiva, cumprindo o objetivo inicial e mostrando-se uma alternativa válida e menos complexa em comparação com os métodos tradicionais de extração de dados.

BIBLIOGRAFIA

- Abraham Silberschatz, Peter B. Galvin, Greg Gagne (2018). *Operating System Concepts*. 10th. Capítulo sobre Real-Time Operating Systems (RTOS). New York, NY: Wiley.
- al., Buquerin et (2013). «Generic automotive forensics utilizing OBD interfaces and Diagnostics over IP». Em: *Journal of Network Forensics* 14.1, pp. 75–92.
- al., Feng et (2012). «Non-invasive data collection from autonomous vehicles in smart cities». Em: *International Conference on Smart City Applications*.
- Bimmerpost Forums (2024). *FSC Code generator*. Acedido: 2022-11-17. URL: <https://f30.bimmerpost.com/forums/showthread.php?t=949582>.
- BlackBerry QNX (2023). *QNX for Automotive Systems*. Acedido: 2024-09-21. URL: <https://www.blackberry.com/us/en/products/qnx/automotive>.
- Bosch Automotive Service Solutions (2023). *Crash Data Retrieval (CDR) Tool - Commercial Solutions for Downloading EDR Data*. Acedido: 2023-09-08. URL: <https://www.boschdiagnostics.com/cdr/>.
- cmbolutions (2024). *Copie_scr.sh-Encoding-Decoding: Encode and decode tool for RNS850 / 3G MMI Volkswagen and Audi*. https://github.com/cmbolutions/copie_scr.sh-Encoding-Decoding. Accessed: 2024-09-09.
- D, Sladović et al. (2011). «Analysis of intelligent vehicle systems». Em: *Journal of Intelligent Systems* 11.2, pp. 130–145.
- DrGER2 (2024). *A new, improved encrypted copie_scr.sh for Harman/Becker MMI3G systems*. https://github.com/DrGER2/copie_src.sh. Accessed: 2024-09-09.
- Ebbers, Simon et al. (2021). «Grand Theft App: Digital Forensics of Vehicle Assistant Apps». Em: New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. ISBN: 9781450390514. URL: <https://doi.org/10.1145/3465481.3465754>.
- European commission (2022). *Vehicle safety technical requirements & test procedures for EU type-approval of event data recorders (EDRs)*. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12989-Vehicle-safety-technical-requirements-&-test-procedures-for-EU-type-approval-of-event-data-recorders-EDRs-_en/. [Online; accessed 17-July-2022].

- International Organization for Standardization (2020). *ISO 14229-1:2020 - Road vehicles — Unified diagnostic services*. <https://www.iso.org/standard/72439.html>. [Online; accessed: 08-September-2023]. International Organization for Standardization.
- ipchecktool.com (fev. de 2024). Accessed on 2024-02-18.
- Jacobs, Daniel et al. (2017). «Volkswagen Car Entertainment System Forensics». Em: *2017 IEEE Trustcom/BigDataSE/ICSS*, pp. 699–705. DOI: [10.1109/Trustcom/BigDataSE/ICSS.2017.302](https://doi.org/10.1109/Trustcom/BigDataSE/ICSS.2017.302).
- London Assembly (2024). *Retention of Video Recordings from CCTV Operating on London Buses*. Acedido: 2024-09-21. URL: <https://www.london.gov.uk/who-we-are/what-london-assembly-does/questions-mayor/find-an-answer/retention-video-recordings-cctv-operating-london-buses>.
- Marques, Ricardo Manuel da Costa (2023). *Análise Forense de Sistemas de Entretenimento em Veículos BMW*. <http://hdl.handle.net/10400.8/8891>. Acesso em: 15 março 2024.
- megusta1337 (2024). *Copie_scr_Decoder: Decoding tool for copie_scr.sh files used in MMI systems by Harmann/Becker*. https://github.com/megusta1337/Copie_scr_Decoder. Accessed: 2024-09-09.
- National Highway Traffic Safety Administration (jun. de 2006). *Docket No. NHTSA-2006-25666*. Accessed on 2022-11-17.
- (2014). *V2V Communication Fact Sheet*. Accessed: 2024-09-21. URL: https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/documents/v2v_fact_sheet_101414_v2a.pdf.
- (2019). *Reports on Tesla Autopilot Incidents*. Accessed: 2024-09-21. URL: <https://www.nhtsa.gov/>.
- National Transportation Safety Board (2020). *Safety Risks to Emergency Responders from Electric Vehicle Fires*. Accessed: 2024-09-21. URL: <https://www.nts.gov>.
- QNX Software Systems (2024a). *Introduction to QNX*. Acedido: 2024-09-21. URL: <https://www.qnx.com/products/rtos/>.
- (2024b). *Setting Up Disk Partitions and File Systems*. https://www.qnx.com/developers/docs/qnx_4.25_docs/qnx4/user_guide/setupfsys.html. Acessado em: 14 de Setembro de 2024.
- Roman Rak and D Kopencová (2020). «Actual Issues of Modern Digital Vehicle Forensic». Em: *Internet of Things and Cloud Computing*. URL: https://www.researchgate.net/profile/Roman-Rak-2/publication/345497554_Actual_Issues_of_Modern_Digital_Vehicle_Forensic/links/5ff59b3792851c13fef0003b/Actual-Issues-of-Modern-Digital-Vehicle-Forensic.pdf.
- Sean "ImSW1" (out. de 2023). *ENET Coding Cable*. Accessed on 2023-10-10.

- Softing (2020). *Unified Diagnostic Services (UDS) Overview*. Accessed: 2024-09-09. URL: <https://automotive.softing.com/en/diagnostics/uds-unified-diagnostic-services.html>.
- Strandberg, Kim, Nasser Nowdehi e Tomas Olovsson (2022). «A Systematic Literature Review on Automotive Digital Forensics: Challenges, Technical Solutions and Data Collection». Em: *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, pp. 1–19. DOI: [10.1109/TIV.2022.3188340](https://doi.org/10.1109/TIV.2022.3188340).
- Tesla Inc. (2021). *Tesla Vehicle Camera Features and Sentry Mode*. Accessed: 2024-09-21. URL: <https://www.tesla.com/support/sentry-mode>.
- U.S. Department of Transportation (2016). *Vehicle Cybersecurity Threats and Mitigation Approaches*. Accessed: 2024-09-21. URL: <https://www.transportation.gov/>.
- Vector Informatik (2021). *Overview of UDS Diagnostic Protocol*. Accessed: 2024-09-09. URL: <https://www.vector.com/int/en/products/products-a-z/diagnostic-protocol/>.

APÊNDICES



CÓPIA-USB

Listagem integral do script utilizado para extrair pastas completas do sistema de ficheiros do QNX, em veículos BMW e sistemas de infoentretenimento CIC.

```
#!/bin/sh

# The first argument is the USB drive root path provided by the
↪ self-starting script
USB_DRIVE_PATH="$1"

# Define log file path
LOG_FILE="${USB_DRIVE_PATH}/backup_log.txt"

# Define termination flag file path
FLAG_FILE="${USB_DRIVE_PATH}/Finished.txt"

# Function to log messages
log_message() {
    echo "$(date) - $1" >> "$LOG_FILE"
}

# Function to perform cleanup or final actions before script exits
finalize_log() {
    if [ $? -ne 0 ]; then
        log_message "Backup script failed."
    else
        log_message "Backup script completed successfully."
    fi
}

# Trap exit signals to ensure finalize_log is called on script exit
trap finalize_log EXIT

# Start the script
log_message "Backup script started."
```

```

# Check if the script received the path argument
if [ "$#" -ne 1 ]; then
    log_message "Usage: $0 <USB Drive Path>"
    exit 1
fi

# Directories to exclude from the backup
EXCLUDE_DIRS="--exclude=/proc --exclude=/sys --exclude=/dev
↳ --exclude=/run"

# Log the directories being excluded
log_message "Excluding virtual and system-specific directories: /proc,
↳ /sys, /dev, /run"

# Define the name of the tar archive manually or with a basic date
# Check if `date` command supports `+%Y-%m-%d` formatting in QNX
ARCHIVE_DATE=$(date +%Y-%m-%d 2>/dev/null)
if [ $? -eq 0 ]; then
    ARCHIVE_NAME="backup-${ARCHIVE_DATE}.tar.gz"
else
    ARCHIVE_NAME="backup.tar.gz"
fi

# Change directory to root to start the backup from there
cd /

# Create the tar archive excluding specified directories and save it to
↳ the USB drive
# Note: Adjust tar syntax if necessary based on QNX version of tar
tar -czf "${USB_DRIVE_PATH}/${ARCHIVE_NAME}" ${EXCLUDE_DIRS} . 2>>
↳ "$LOG_FILE"

# Verify the creation of the tar archive
if [ $? -eq 0 ]; then
    log_message "Successfully created the tar archive '${ARCHIVE_NAME}'
↳ and saved it to '${USB_DRIVE_PATH}'."
    # Create flag file and log success in it
    echo "Script terminated successfully" > "$FLAG_FILE"
else
    log_message "Error: Failed to create the tar archive."
    # create flag file and log error in it
    echo "Terminated with error" > "$FLAG_FILE"

```

```
    exit 1  
fi
```

B

CÓPIA-SELETIVA-USB

Listagem integral do script Cópia-seletiva-USB.sh, utilizado para extrair apenas a pasta que contem as bases de dados de números de telefone e moradas, em veículos BMW e sistemas de infoentretenimento BMW CIC.

```
#!/bin/sh

# The first argument is the USB drive root path provided by the
↪ self-starting script
USB_DRIVE_PATH="$1"

# Define log file path
LOG_FILE="${USB_DRIVE_PATH}/log.txt"

# Function to log messages
log_message() {
    echo "$1" >> "$LOG_FILE"
}

# Check if the script received the path argument
if [ "$#" -ne 1 ]; then
    log_message "Usage: $0 <USB Drive Path>"
    exit 1
fi

# Define the source folder path
SOURCE_FOLDER="/mnt/usr/SQL"

# Define the destination folder path on the USB drive
DESTINATION_FOLDER="${USB_DRIVE_PATH}/SQL"

# Ensure the source folder exists
if [ ! -d "$SOURCE_FOLDER" ]; then
    log_message "Error: The source folder '$SOURCE_FOLDER' does not
↪ exist."
    exit 1
fi
```

```
fi

# Ensure the destination folder exists or create it
if [ ! -d "$DESTINATION_FOLDER" ]; then
    log_message "Creating destination folder '$DESTINATION_FOLDER'."
    mkdir -p "$DESTINATION_FOLDER"
fi

# Copy the source folder contents to the destination folder on the USB
↪ drive
cp -R "$SOURCE_FOLDER/*" "$DESTINATION_FOLDER"

# Verify the copy operation was successful
if [ $? -eq 0 ]; then
    log_message "Successfully copied contents from '$SOURCE_FOLDER' to
↪ '$DESTINATION_FOLDER'."
else
    log_message "Error: Failed to copy the contents."
    exit 1
fi
```

C

SCRIPT COMPARAÇÃO DE CONTEÚDOS

Listagem de Script para comparação de conteúdos

```
1  #!/usr/bin/env python3
2  import os
3  def read_file_contents(filename):
4      filenames = set()
5      with open(filename, 'r') as file:
6          for line in file:
7              # Extract the filename from the path
8              name = os.path.basename(line.strip())
9              filenames.add(name)
10     return filenames
11 def compare_files(file1, file2):
12     """Compare two files and print common and unique filenames."""
13     contents1 = read_file_contents(file1)
14     contents2 = read_file_contents(file2)
15     common_files = contents1.intersection(contents2)
16     unique_to_file1 = contents1 - contents2
17     unique_to_file2 = contents2 - contents1
18     # Open a file to write the results
19     with open('compare_results.txt', 'w') as result_file:
20         print("\nCommon Filenames:", file=result_file)
21         for filename in common_files:
22             print(filename, file=result_file)
23         print("\nFilenames Unique to " + file1 + ":",
24             ↪ file=result_file)
25         for filename in unique_to_file1:
26             print(filename, file=result_file)
27         print("\nFilenames Unique to " + file2 + ":",
28             ↪ file=result_file)
29         for filename in unique_to_file2:
30             print(filename, file=result_file)
```

```
29
30 if __name__ == "__main__":
31
32     # Ask the user for the file names
33     file1 = input("Enter the first file name: ")
34     file2 = input("Enter the second file name: ")
35     # Compare the files
36     compare_files(file1, file2)
```

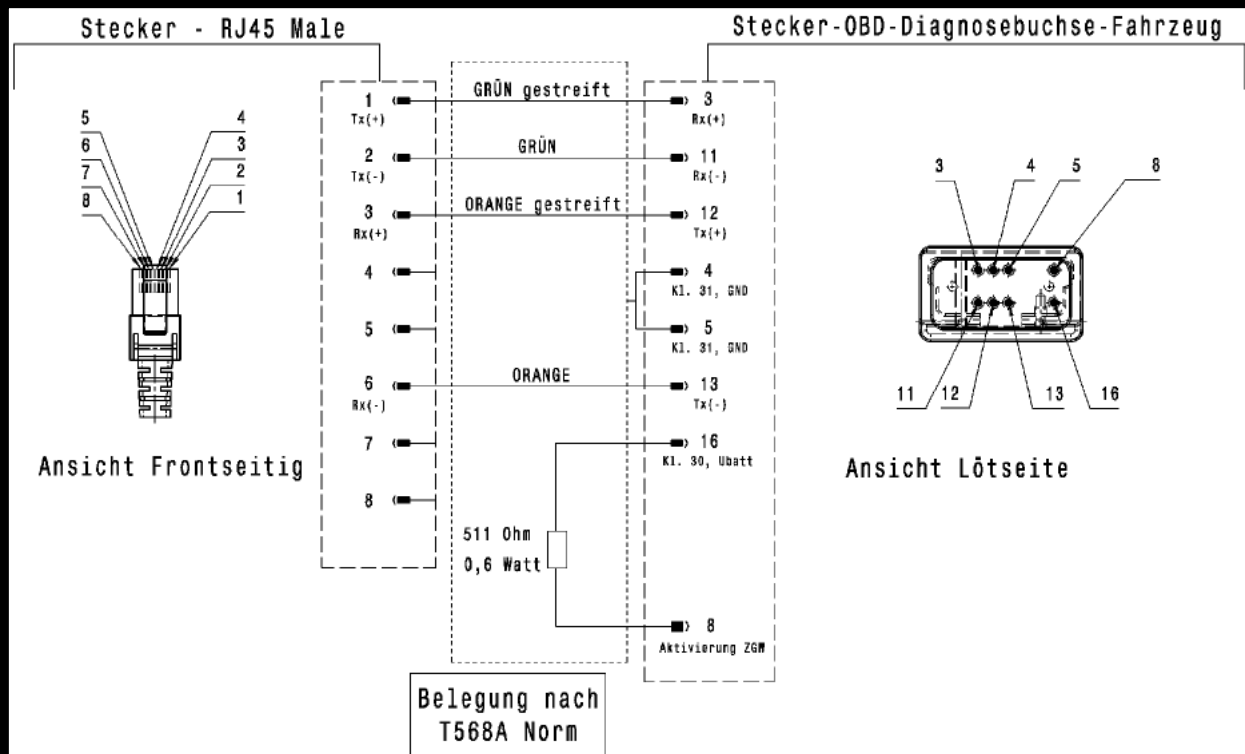
ANEXOS

D

INSTRUÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DE UM CABO ENET

Instruções para a construção de um cabo Ethernet para ligação à ECU CIC pela porta de diagnóstico OBD-II segundo Sean "ImSW1", [2023](#).

ENET CABLE BUILD



These are my instructions for putting together an Ethernet to OBD2 cable to change features on your F-Series vehicle using E-Sys, Toolset32, ISTA P/D or other BMW programming tool. You can build yours any way you like but this is how I do it.



These are the tools I use to make my cables. The only specialty tool is the network cable crimper. I'm using a simple and cheap multimeter to show that you don't need anything special to test your cable. The only thing missing from the picture is the OBD2 connector.



First I test the resistor to make sure it doesn't fluctuate all over the place. So long as it sits stable between 506 and 560 ohms you are set.

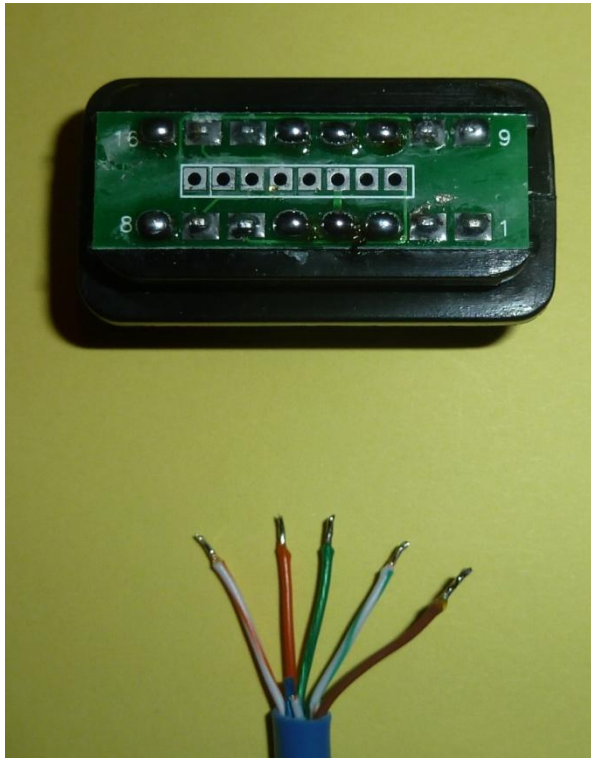
I use 510 ohm, 1/4 watt resistors, but other people have used 560 ohm, 1/4 watt resistors and been perfectly fine.



Next put on the RJ-45 boot and OBD2 connector cable protector. You don't want to crimp the RJ-45 or solder your OBD2 connector only to find out you forgot to put these on the cable first.



Next I prepare the OBD2 connector. The connector on the right is how I receive them from China. I then add more solder to the individual pins by tinning each one (left connector). You can also see that there are numbers on the connector. This makes determining what pins your working with pretty much idiot proof. You could also feed the wires through the holes in the board and solder them to the pins on the other side. I don't do this because it's not as simple a process as soldering directly to the pins here.



This shows the wires we're going to be using to connect to the OBD2 connector. In this instance we're using CAT5e cabling and I've already completed the tinning of the wires. You shouldn't strip very much casing off the wires. I cut the unused wires at differing lengths to prevent shorting.

The wiring steps are:

White with Green Stripe - Pin 3

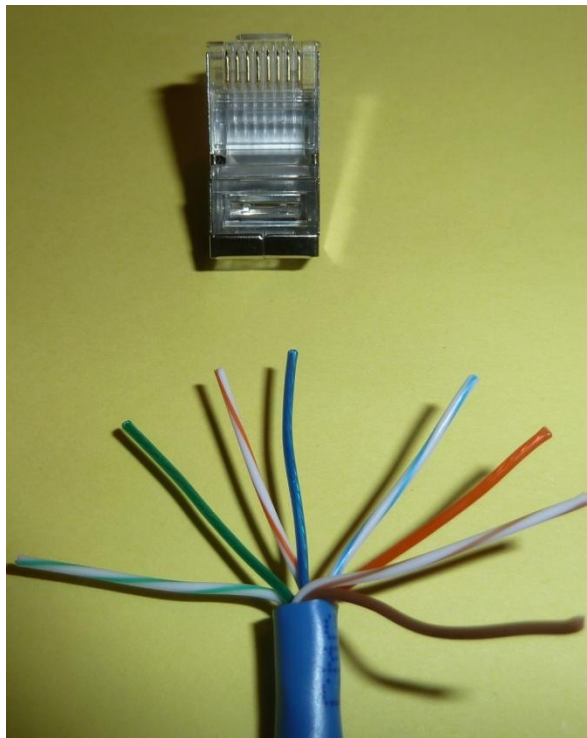
Brown - Bridges Pins 4&5

Green - Pin 11

White with Orange Stripe - Pin 12

Orange - Pin 13

I think the important thing is not to get wrapped up in the coloring. So long as you get the same wires connected between the OBD2 and RJ-45 you'll be OK.



Here's the RJ-45 side. You'll insert the wires into the RJ-45 with it positioned like it is in the picture.

The wiring steps are:

White with Green Stripe - Pin 1 (Left Side)

Green - Pin 2

White with Orange Stripe - Pin 3

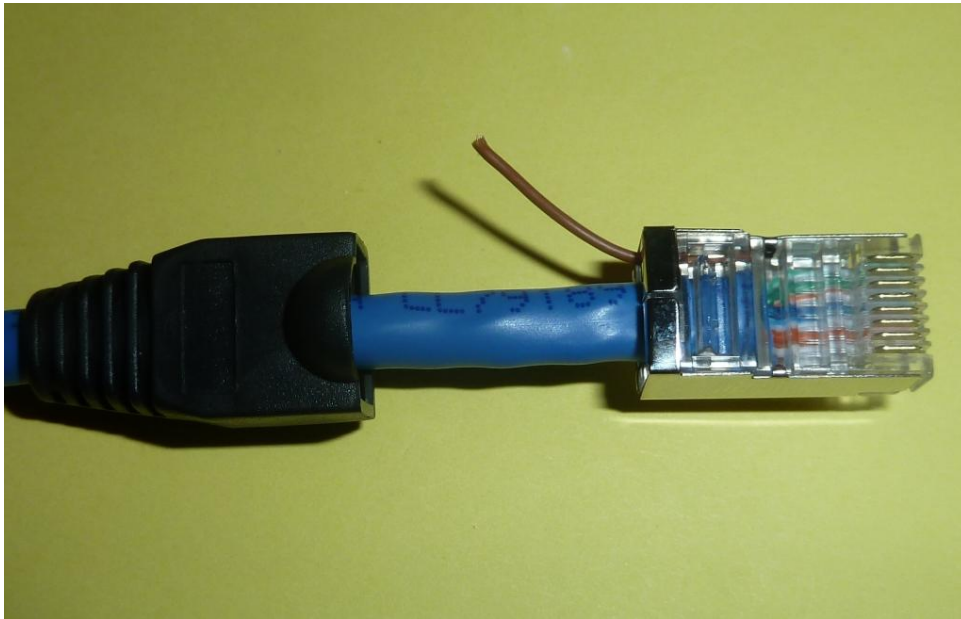
Blue - Pin 4 (Unused)

White with Blue Stripe - Pin 5 (Unused)

Orange - Pin 6

White with Brown Stripe - Pin 7 (Right Side)

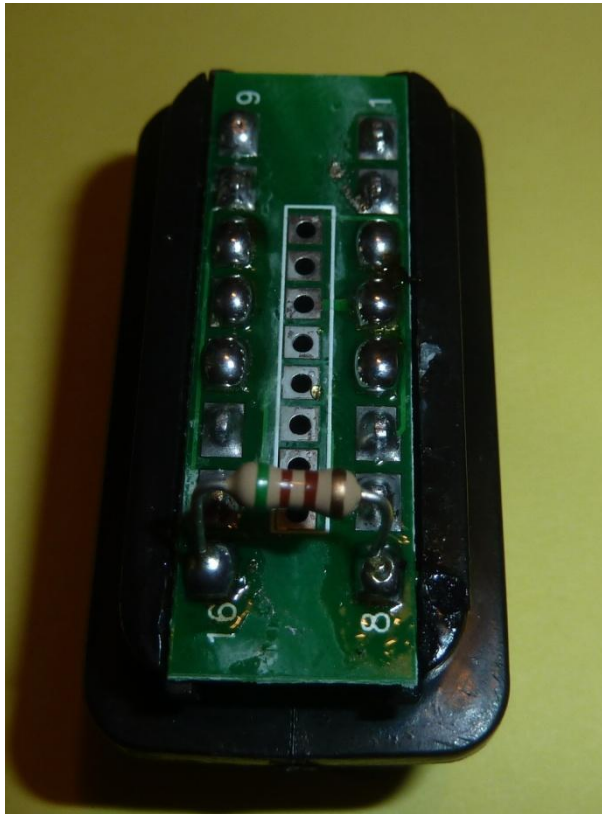
Brown - Left out of connector (See next picture)



Here the wires are threaded into the RJ-45 but not crimped yet. You can see the brown wire sitting outside of the connector. We'll use this wire to ground the OBD2 connector to the shielded RJ-45, which in turn will ground to the NIC casing and frame of your computer or laptop. Many people ignore this step and their cables function just fine. I just wanted to be sure I followed the schematic as closely as I can.

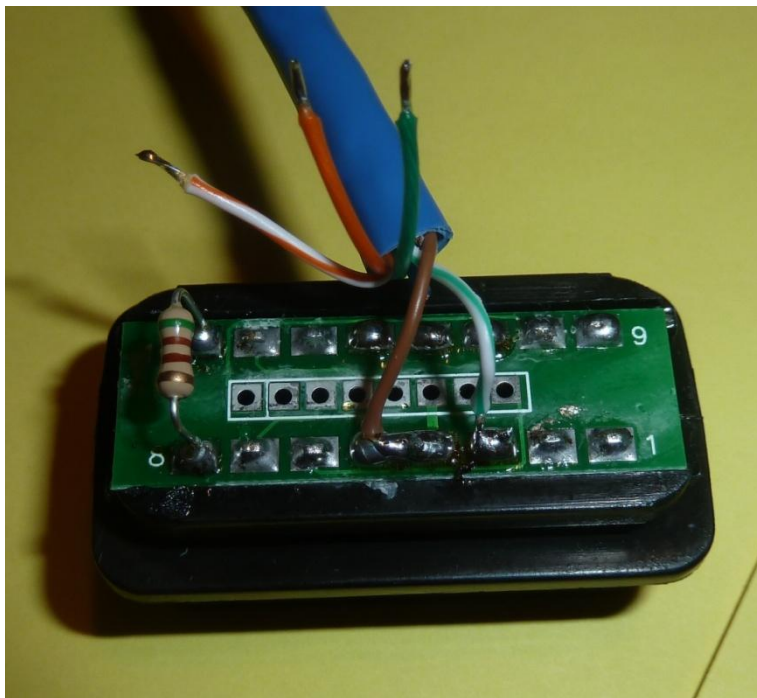


Here's the completed RJ-45. The brown wire is soldered to the shielded casing of the RJ-45 and ready to be covered by the connector boot.



On to the OBD2 connector now. This is where the bulk of your soldering will be. You shouldn't worry about your soldering skills because no one else is going to see your work. That and its going to be covered by the casing of the OBD2 connector.

I've soldered on the 510 ohm, 1/4 watt resistor to connect pins 8 and 16 together. That was easy!



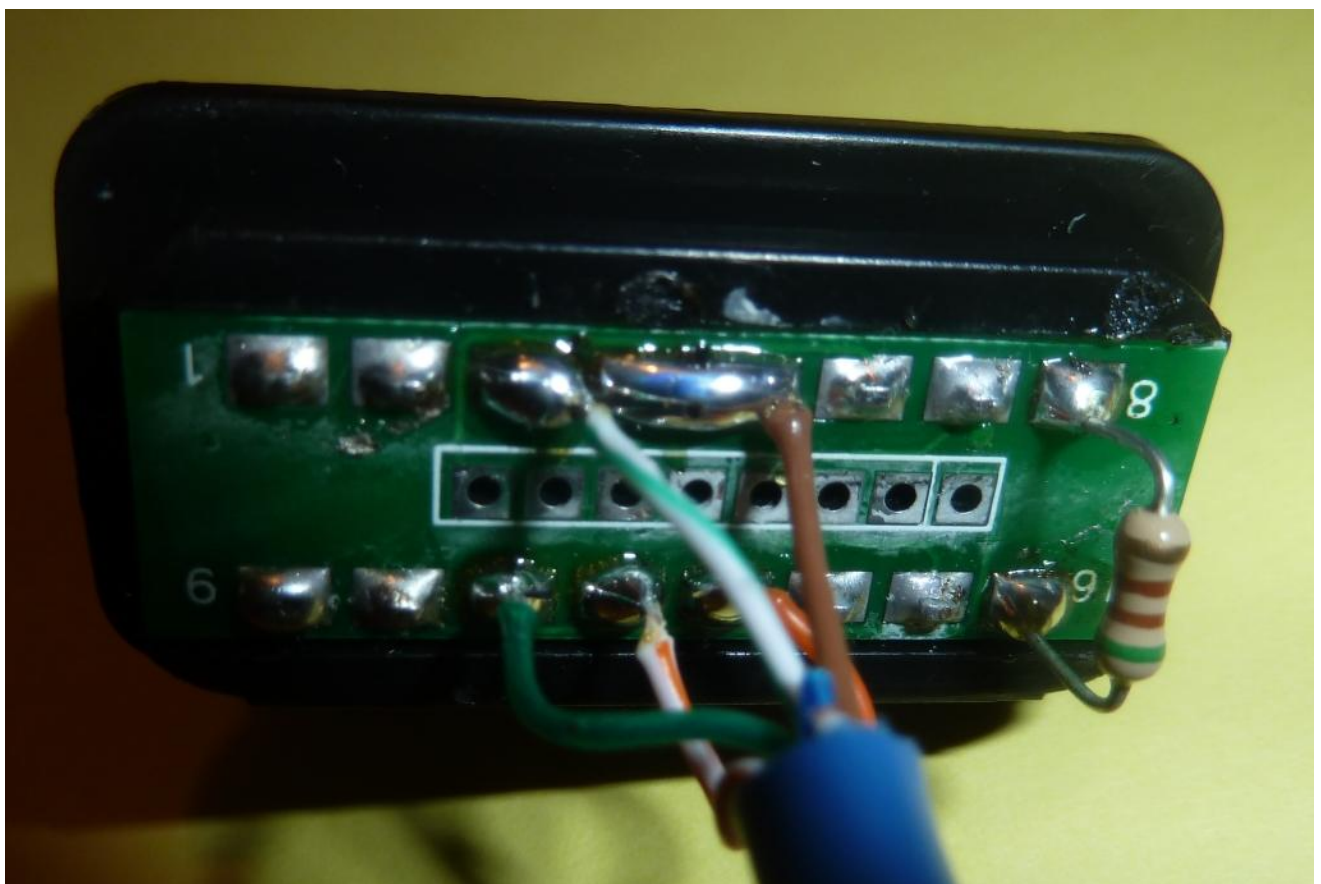
Here's the brown (pins 4 & 5) and white with green striped wire (pin 3) soldered.

They are connected on the RJ-45 side to the metal casing and pin 1 respectively.



Alright, we're almost there. Here's the Green (pin 11), white with orange stripe (pin 12) and orange (pin 13) soldered.

They are connected on the RJ-45 side to pin 2, pin 3 and pin 6 respectively.



Large picture of all the connections on the OBD2 connector side. I always add additional solder to the connections after initially connecting them to be sure there's no way they will disconnect from everyday use. All you need to do now is use your multimeter to make sure you have good continuity in the wires between the OBD2 connector and RJ-45; and that the resistor is registering the correct ohm reading. See that was easy!



Last but not least here's the finished connectors.

My final information is parts locations.

I get my resistors from a local electronics supply store, but you can get them from Radio Shack if you are in a bind. They are a standard resistor and are readily available in the US. If you are in Europe you should be able to source the 511 ohm, .6 watt resistors the schematic lists fairly easily. Since 510 and 560 ohm, 1/4 watt units work and I can get them by driving 15 minutes, that's what I use.

The shielded RJ-45s come from an online supplier. You can buy them in lots as small as 10 one eBay as well. You could also use a standard non metal cased jack. I exclusively use shielded jacks in the network cables I build so it's an easy choice for me.

Finally, I get my OBD2 connectors from China through sellers on eBay. You are looking for a male connector. I haven't had any quality problems with the connectors I've received but the shipping can take a while so be sure to take this into account.

Do an eBay Search for: Universal OBD2 connector

I'd post a link but they don't last for long after an auction ends, so it would be a waste of time.

OK, good luck.⁸⁰ I hope this helps you build your cable.

RELATÓRIO DE CDR SEM EVENTOS

Relatórios de extração de um EDR, efetuado pelo equipamento BOSCH CDR. Este relatório foi obtido no veículo disponibilizado pela escola para análise, como é possível verificar nos registos não há nenhum evento na memória do EDR.

IMPORTANT NOTICE: Robert Bosch LLC and the manufacturers whose vehicles are accessible using the CDR System urge end users to use the latest production release of the Crash Data Retrieval system software when viewing, printing or exporting any retrieved data from within the CDR program. Using the latest version of the CDR software is the best way to ensure that retrieved data has been translated using the most current information provided by the manufacturers of the vehicles supported by this product.

CDR File Information

User Entered VIN/Frame Number	JTDKA3FP903140879
User	SSantos
Case Number	MCIF - Humberto Rodrigues
EDR Data Imaging Date	03/13/2023
Crash Date	
Filename	JTDKA3FP903140879_ACM.CDRX
Saved on	segunda-feira, março 13 2023 at 20:31:59
Imaged with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 23.0
Imaged with Software Licensed to (Company Name)	SERMOTIVE – EDR PORTUGAL
Reported with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 23.0
Reported with Software Licensed to (Company Name)	SERMOTIVE – EDR PORTUGAL
EDR Device Type	Airbag Control Module
Event(s) recovered	None

Comments

No comments entered.

Data Limitations

CDR Record Information:

- Due to limitations of the data recorded by the airbag ECU, such as the resolution, data range, sampling interval, time period of the recording, and the items recorded, the information provided by this data may not be sufficient to capture the entire crash.
- Pre-Crash data is recorded in discrete intervals. Due to different refresh rates within the vehicle's electronics, the data recorded may not be synchronous to each other.
- Airbag ECU data should be used in conjunction with other physical evidence obtained from the vehicle and the surrounding circumstances.
- If any of the front passenger seat airbags, side airbags, or Curtain Shield Airbags have deployed, data will not be overwritten or deleted by the airbag ECU following that event. If none of the airbags have deployed, the data of that event may be overwritten by a following event even if other airbags (pretensioner, rear seat airbag, etc.) have deployed.
- If power supply to the airbag ECU is lost during an event, all or part of the data may not be recorded.
- "Diagnostic Trouble Codes" are information about faults when a recording trigger is established. Various diagnostic trouble codes could be set and recorded due to component or system damage during an accident.
- The airbag ECU records only diagnostic information related to the airbag system. It does not record diagnostic information related to other vehicle systems.
- The TaSCAN, Global Tech Stream, or Intelligent Tester II devices (or any other Toyota genuine diagnostic tool) can be used to obtain detailed information on the diagnostic trouble codes from the airbag system, as well as diagnostic information from other systems. However, in some cases, the diagnostic trouble codes of the airbag system recorded by the airbag ECU when the event occurred may not match the diagnostic trouble codes read out when the diagnostic tool is used.

General Information:

- The data recording specifications of Toyota's airbag ECUs are divided into the following categories. The specifications for 12EDR or later are designed to be compatible with NHTSA's 49CFR Part 563 rule.
 - 00EDR / 02EDR / 04EDR / 06EDR / 10EDR / 12EDR / 13EDR / 15EDR / 17EDR / 19EDR / 21EDR / 22EDR
- The airbag ECU records data for all or some of the following accident types: frontal crash, rear crash, side crash, and rollover events. Depending on the installed airbag ECU, data for side crash and/or rollover events may not be recorded.
- The airbag ECU has the following recording pages (memory maps) for each accident type to store event data: four pages for frontal/rear/side crash, four pages for a side crash, and two pages for rollover event.
- When a crash impact for a lateral direction is occurred, data may be recorded in a page for frontal/rear/side crash. And additional data may be recorded in a page for side crash.
- The data recorded by the airbag ECU includes correlating information between each previously occurring event (i.e., information that clarifies the collision event sequence. This correlation information consists of the following items.
 - Time from Previous TRG
 - TRG Count
 - Previous Crash Type
- In frontal/rear/side crash events, earlier point in the following is regarded as time zero for the recorded data.
 - the first point where a longitudinal cumulative delta-V of over 0.8 km/h (0.5 mph) is reached
 - the first point where a lateral cumulative delta-V of over 0.8 km/h (0.5 mph) is reached
- In side crash event and rollover event, the point in time at which the recording trigger is established is regarded as time zero for the

recorded data.

- The recording trigger judgment threshold value differs depending on the collision type (i.e., frontal crash, rear crash, side crash, or rollover event).
- Some of the data recorded by the airbag ECU is transmitted to the airbag ECU from various vehicle control modules by the vehicle's Controller Area Network (CAN).
- In some cases, the airbag ECU part number printed on the ECU label may not match the airbag ECU part number that the CDR tool reports. The part number retrieved by the CDR tool should be considered as the official ECU part number.
- In frontal/rear/side collision events, the record time varies depending on the period during which a longitudinal and lateral cumulative delta-V of over 0.8 km/h (0.5 mph) is reached, and time series data is recorded for up to 250 ms. The record time described above is indicated as "Length of Delta-V". "Delta-V, Longitudinal" outside the record time is indicated by area shaded in the table, and not indicated in the graph.

Data Element Sign Convention:

The following table provides an explanation of the sign notation for data elements that may be included in this CDR report.

Data Element Name	Positive Sign Notation Indicates
Maximum Delta-V, Longitudinal	Forward
Delta-V, Longitudinal	Forward
Delta-V, Lateral	Left to Right
Lateral Acceleration, Side Satellite Sensor 1	Left to Right
Lateral Acceleration, Side Satellite Sensor 2	Left to Right
Lateral Acceleration, Side Satellite Sensor 3	Left to Right
Lateral Acceleration, Side Satellite Sensor 4	Left to Right
Rate of Change of Pressure, Side Satellite Sensor 1	The pressure of a door interior is applied.
Rate of Change of Pressure, Side Satellite Sensor 2	The pressure of a door interior is applied.
Rate of Change of Pressure, Side Satellite Sensor 3	The pressure of a door interior is applied.
Rate of Change of Pressure, Side Satellite Sensor 4	The pressure of a door interior is applied.
Lateral Acceleration for Side Crash, Floor Sensor	Left to Right
Roll Angle Peak	Clockwise Rotation
Roll Angle at the Time of TRG	Clockwise Rotation
Roll Rate	Clockwise Rotation
Lateral Acceleration for Rollover, Floor Sensor	Left to Right
Longitudinal Acceleration, VSC Sensor	Forward
Yaw Rate	Left Turn
Steering Input	Left Turn

Data Definitions:

- After "Freeze Signal" has been turned ON, subsequent events will not be recorded in the recording page.
- "Recording Status" indicates a state in which all recorded event data has been written into the non-volatile memory, or a state in which this process was interrupted and not fully written into the non-volatile memory. If "Recording Status" is "Incomplete", recorded event data may not be valid.
- "Engine RPM" indicates the number of engine revolutions, not the number of motor revolutions. The recorded value has an upper limit of 12,800 rpm. Resolution is 100 rpm and the value is rounded down and recorded. For example, if the actual engine speed is 799 rpm, the recorded value will be 700 rpm.
- If the electric vehicle is using a calculated/virtual engine RPM for drivetrain control, "Engine RPM" may be recorded, but should not be used during data analysis.
- The upper limit for the recorded "Vehicle Speed" value is 200 km/h (125mph). Resolution is 1km/h (0.6mph) and the value is rounded down and recorded. The accuracy of the "Vehicle Speed" value can be affected by various factors. These include, but not limited, to the following.
 - Significant changes in the tire's rolling radius
 - Wheel lock and wheel slip
- "Accelerator Pedal" value is recorded as a percentage. The percentage increases as the driver depresses the accelerator.
- If M/T transmission vehicle of some limited model, "Shift Position" may display "Drive" regardless of the actual shift position.
- Depending on the type of occupant sensor installed in the vehicle, one of the following three recording formats for "Occupant Size Classification, Front Passenger" will be utilized.
 - Occupied / Not Occupied
 - AM50 / AF05 / Child / Not Occupied
 - AM50 / AF05 / Child or Not Occupied
- "Cruise Control Status" indicates whether the cruise control system is actuated or not. OFF indicates that the cruise control system is not actuated, but can also indicate that the vehicle is not equipped with the system.
- "Air Bag Warning Lamp, On/Off", "Ignition Cycle, Crash", "Seat Track Position Switch, Foremost, Status, Driver", "Occupant Size Classification, Front Passenger", "Safety Belt Status, Driver", "Safety Belt Status, Front Passenger", "Frontal Air Bag Suppression Switch Status, Front Passenger", and "RSCA Disable Switch" indicate the state approximately 1 second before time zero. They may not always indicate the state at the moment of collision.
- The upper and lower limits for the recorded value of "Motor RPM" is 17,500 rpm and -7,500 rpm respectively. Resolution is 100 rpm and the value is rounded down and recorded.
- "Brake Oil Pressure" has an upper limit of 12.14 Mpa. In the case of the vehicle that has not VSC system, "0 Mpa" or "Invalid" may be displayed.
- "Longitudinal Acceleration, VSC Sensor" has upper and lower limits for the recorded value of 8.973 m/s² and -8.973 m/s² respectively. This acceleration sensor does not sense collisions.
- "Sequential Shift Range" displaying "Undetermined" indicates the shift range is undetermined or was not being used.
- Some vehicles will not be equipped with all "Drive Mode" types indicated in the "Drive Mode" table. If some or all drive modes are not

applicable to vehicle, "OFF" or "Invalid" may be displayed. The item in the "Drive Mode" table may not match the name of switch or indicator that equipped the vehicle.

- The upper and lower limits for the recorded value of "Steering Input" is 375 deg and -375 deg respectively. Resolution is 1.5 deg and the value is rounded down and recorded.
- Resolution of the "Air Bag Warning Lamp ON Time Since DTC was Set" is 15 minutes, and the value is rounded down and recorded.
- "Delta-V, Longitudinal" indicates the change in forward speed after time zero. This does not refer to vehicle speed, and it does not include the change in speed during the period from the start of the actual collision to establishment of the time zero.
- "Location of Side Satellite Sensor" shows the outline of a typical sensor position. Sensory location can be confirmed using the repair manual.
- "TRG Count" indicates a calculated value of the number of times recording triggers have been established for all crash types. The sequence in which each event occurred can be verified from the "TRG Count". The smaller the "TRG Count" value, the older the data. The upper limit for the recorded value is 65,533 times. When more than one event reaches the upper limit, the actual "TRG Count" may be greater than what is displayed for that event.
- The TRG count may indicate "not available", when a trigger count could not be provided. Other information in the recorded events can help identify event timing.
- Resolution of the "Time from Pre-Crash to TRG" is 50 [ms], and the value is rounded up and recorded.
- "Time from Previous TRG" indicates the time between the establishment of a most recent event's recording trigger to the establishment of a latest event's recording trigger. The upper limit for the recorded value is 32.767 seconds. In the event of establishment of the first recording trigger after the ignition is switched ON, the upper limit value(max value) is recorded.
- "Roll Angle at the Time of TRG" and "Roll Angle Peak" do not represent the actual roll angle of the vehicle. These values are used internally by the airbag ECU for sensing a rollover.
- Depending on the type of satellite sensor installed in the vehicle, "Lateral Acceleration" or "Rate of Change of Pressure" is displayed as Side satellite sensor. "Rate of Change of Pressure" indicates that of a door interior. 0% is displayed when the pressure of a door interior is equal with the outside air pressure.
- Depending on the type of satellite sensor installed in the vehicle, "Clipping Time, Lateral Acceleration" or "Clipping Time, Rate of Change of Pressure" is displayed.
- "VSC Control Status" displaying "OFF+ (disable)" indicates VSC is disable (a part of the behavior stabilization control is operated).
- "Trip count" indicates the number of ignition power applying to a vehicle. The upper limit for the recorded value is 65534 times. When trip count reaches the upper limit value, trip count is reset at the next counting up.
- "Time count input system" indicates a count method of "Time count" and "Trip count".
 - Normal: Airbag ECU correct the count value with vehicle common value and count it up.
 - IG: ECU uniquely counts up regardless of vehicle common value. (In case of IG system ECU.)
 - ACC: ECU uniquely counts up regardless of vehicle common value. (In case of ACC system ECU.)
 - +B: ECU uniquely counts up regardless of vehicle common value. (In case of +B system ECU.)
- "Time count" indicates time from ignition power applying. The upper limit for the recorded value is 1,677,721,400ms. The resolution is 100ms and the value is rounded down and recorded.

05017_ToyotaS00std_r037

System Status at Retrieval

ECU Part Number	89170-47830
EDR Generation	17EDR
Complete File Recorded	Yes
Ignition Cycle, Download (times)	970
Multi-Event, Number of Events (times)	0
Time from Event 1 to 2 (sec)	N/A
Diagnostic Trouble Codes Exist	No
Location of Side Satellite Sensor 1, L	front door
Location of Side Satellite Sensor 2, L	B-Pillar
Location of Side Satellite Sensor 3, L	Not Equipped
Location of Side Satellite Sensor 4, L	C-Pillar
Location of Side Satellite Sensor 1, R	front door
Location of Side Satellite Sensor 2, R	B-Pillar
Location of Side Satellite Sensor 3, R	Not Equipped
Location of Side Satellite Sensor 4, R	C-Pillar
Location of Floor Sensor	Airbag ECU

Event Record Summary at Retrieval

Events Recorded	TRG Count	Crash Type	Time (msec)	Pre-Crash Recording Status	Diagnostic Data Recording Status	Occupant Data Recording Status	Crash Info Recording Status	Time Series Recording Status
None	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Hexadecimal Data

Data that the vehicle manufacturer has specified for data retrieval is shown in the hexadecimal data section of the CDR report. The hexadecimal data section of the CDR report may contain data that is not translated by the CDR program. The control module contains additional data that is not retrievable by the CDR system.

PIDs	PID	Data
	00	BC F5 00 01
	01	00
	03	34 37 38 33 30 30 30 30 36 38 30 30 30 36 38 30 30 30 36 44 30 30 30 36 44
	04	02
	05	01
	06	00 00
	09	30 30 30 36 39 30 30 30 36 39
	0A	06
	0B	00
	0C	30 30 30 33 39 30 30 30 33 39
	10	00
	20	E8 00 00 01
	21	02 A0
	22	00 00 00 00 00 00
	23	00 00
	25	00 00 00 00 00 00 00 00 00
	40	00 00 00 01
	60	F7 77 00 01
	61	02 09 05 00 04 E2 00 00 00 00 00 00 03 55 03 55 00 00 00 00 03 55 03 55 13 88 00 00 00 00 00 00 00 00 24 00 FF FE 00 00 81 02 81 02 80 00 00 00 03 CA 00 00 00 00
	62	00 00
	63	00 00
	64	00 00
	66	00 00
	67	00 00
	68	00 00
	6A	00 00
	6B	00 00
	6C	00 00
	6E	00 00
	6F	00 00
	70	00 00
	80	00 00 00 01
	A06	0C 0C FF FD

A5	00 00
A6	00 00
AD	00 00
AE	00 00
B3	00 00
B4	00 00
B5	00 00
B6	00 00
B7	00 00
B8	00 00
B9	00 00
BA	00 00
BB	00 00
BC	00 00
BD	00 00
BE	00 00
C0	FF FF FF E1
C1	00 00
C2	00 00
C3	00 00
C4	00 00
C5	00 00
C6	00 00
C7	00 00
C8	00 00
C9	00 00

F5	00 00
F6	00 00
F7	00 00
F8	00 00
F9	00 00
FA	00 00
FB	00 00
FC	00 00
FD	00 00
FE	00 00

Disclaimer of Liability

The users of the CDR product and reviewers of the CDR reports and exported data shall ensure that data and information supplied is applicable to the vehicle, vehicle's system(s) and the vehicle ECU. Robert Bosch LLC and all its directors, officers, employees and members shall not be liable for damages arising out of or related to incorrect, incomplete or misinterpreted software and/or data. Robert Bosch LLC expressly excludes all liability for incidental, consequential, special or punitive damages arising from or related to the CDR data, CDR software or use thereof.



RELATÓRIO DE CDR COM EVENTO REGISTRADO

Este relatório foi obtido a partir de um veículo envolvido em acidente e que tem um evento registado na memória do EDR. É possível verificar a velocidade e aceleração linear nos diversos eixos, instantes antes da colisão bem como a velocidade instantânea nos últimos 5 segundos.

IMPORTANT NOTICE: Robert Bosch LLC and the manufacturers whose vehicles are accessible using the CDR System urge end users to use the latest production release of the Crash Data Retrieval system software when viewing, printing or exporting any retrieved data from within the CDR program. Using the latest version of the CDR software is the best way to ensure that retrieved data has been translated using the most current information provided by the manufacturers of the vehicles supported by this product.

CDR File Information

User Entered VIN	JMBXDGG3WKZ027496
User	Rui Silva
Case Number	
EDR Data Imaging Date	10/13/2022
Crash Date	01/10/2022
Filename	JMBXDGG3WKZ027496_ACMA.CDRX
Saved on	quinta-feira, outubro 13 2022 at 10:30:38
Imaged with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 21.5
Imaged with Software Licensed to (Company Name)	IPL Instituto Politecnico de Leiria
Reported with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 21.5
Reported with Software Licensed to (Company Name)	IPL Instituto Politecnico de Leiria
EDR Device Type	Airbag Control Module
Event(s) recovered	Record 1

Comments

Ligação DLC
Pneus 225/55R18

Data Limitations

General Information:

These limitations are intended to assist you to read EDR data from the airbag control unit. They are not intended to provide specific information regarding the interpretation of this data. Event data should be considered in conjunction with other available physical evidence from the vehicle and scene.

Recorded Crash Events:

- A non-deployment event is recorded if the change in longitudinal or lateral velocity equals or exceeds 8km/h over a 150ms timeframe or another type of non-reversible deployable restraint device other than a front, side, or side curtain airbag (e.g. seatbelt pretensioner) is commanded to deploy. Except as indicated below, non-deployment events are not locked into memory and can be over-written by subsequent non-deployment or deployment events.
- A deployment event is recorded if front airbag(s), side airbag(s), or side curtain airbag(s) are commanded to deploy. Deployment events are locked into memory and cannot be over-written.

Data:

- Delta V, longitudinal reflects the change in velocity that the airbag control unit experienced in the longitudinal direction during the recorded portion of the event and is not the speed the vehicle was traveling before the event.
- Speed, vehicle indicated data accuracy can be affected by various factors, including but not limited to the following:
 - Significant changes in tire size from the factory setting
 - Wheel lockup
 - Slip
- Accelerator pedal position, percent full means the ratio of accelerator pedal position compared to the fully depressed position.
- Service brake, on/off means the state of the brake pedal switch.
- Ignition cycle means the number of power cycles applied to the airbag control unit.
- Time to deploy means the elapsed time from crash time zero to the deployment command.
- If airbag or other restraint system is not deployed, time to deploy reports a "0". And if airbag or other restraint system is deployed before cumulative delta-V is reached to Time-Zero thresholds, time to deploy reports a "0".
- Multi-event, number of event reports a "1" in case of single event. In the case of a multiple event, the data from the first event reports a "1". The data from the subsequent event reports a "2".
- Time from event 1 to 2 is reported in 2nd event data in case of a multiple event.
- Complete file recorded reports "Incomp. Record" if power to airbag control unit is lost during an event.
- Acceleration Time-History data is as follows:
 - (1) The Time Step (TS) is 10msec.
 - (2) The number of the first point (NFP) is 0.
 - (3) The number of the last point (NLP) is 25.
- Lateral or Longitudinal acceleration data that exceeds the design range of the sensor is 60G.
- Depending on the vehicle specification, some items may not be recorded. If these items are not recorded, they will be identified in this document.
- Deployment time data elements with a reported value of 32,767.0 msec are "Not Deployed"

Data Element Sign Convention:

The following table provides an explanation of the sign notation for data elements that may be included in this CDR report. Directional references to sign notation are from the perspective of the driver when seated in the vehicle facing the direction of forward vehicle travel.

Data Element Name	Positive Sign Notation Indicates
Longitudinal	Forward direction acceleration
Lateral	Left to right direction acceleration
Vertical (Normal)	Downward direction acceleration
Roll	Left to right rotation
Steering Input Angle	Left Turn

Hexadecimal Data:

All data that has been specified for imaging is shown in the hexadecimal data section of this report. However, not all of this data is translated by the CDR tool. The imaged ECU may contain additional data that is not retrievable by the CDR tool.

21003_Mitsubishi_003_r002

System Status at Retrieval

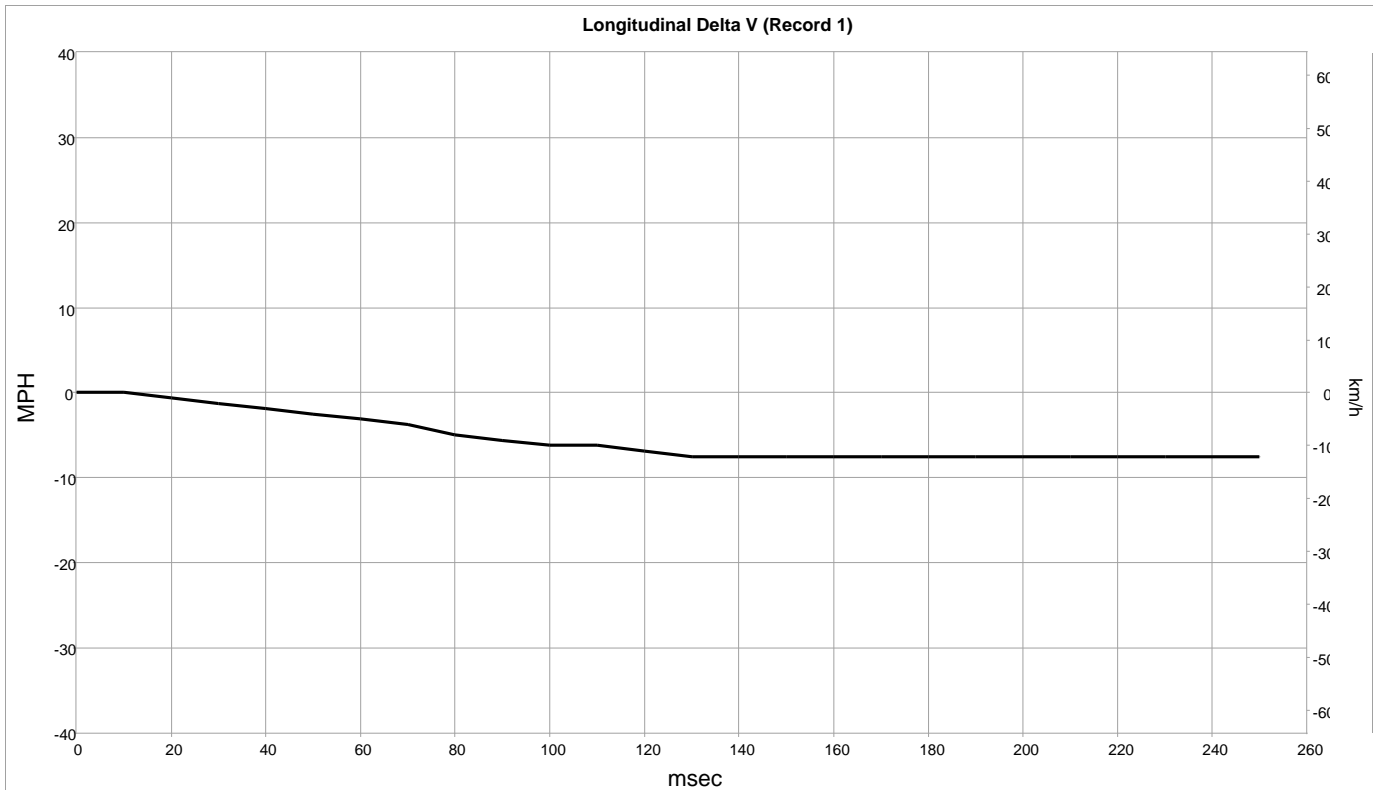
Original VIN	JMBXDGG3WKZ027496
Current VIN	JMBXDGG3WKZ027496
Diagnostic Variant Code	81 04 73 02
ECU Model Code	KJGS
ECU Century	20
ECU Year	19
ECU Month	03
ECU Day	05
ECU Serial Number	50 4F 5 12 30
ECU Part Number	8635A305
Ignition Cycle, Download	4,009

System Status at Event (Record 1)

Ignition Cycle, Crash	3,996
Multi-event, Number of Events (1,2)	1
Time From Event 1 to 2 (ms)	0.0
Complete File Recorded (Yes, No)	Yes
Safety Belt Status, Driver	SNA
Safety Belt Status, Driver (CAN)	Belted
Safety Belt Status, Front Right Passenger	SNA
Frontal Air Bag Warning Lamp, On/Off	Off
Frontal Air Bag Suppression Switch Status	Off
Seat Track Position Switch Status, Driver	None
Maximum Delta-V, Longitudinal (MPH [km/h])	-7.5 [-12]
Time, Maximum Delta-V Longitudinal (ms)	210
Maximum Delta-V, Lateral (MPH [km/h])	0.6 [1]
Time, Maximum Delta-V Lateral (ms)	170
Time, Maximum Delta-V, Resultant (ms)	130
Sensor Design Range was Exceeded, Time, Longitudinal Delta-V (ms)	Not Exceeded
Sensor Design Range was Exceeded, Time, Lateral Delta-V (ms)	Not Exceeded

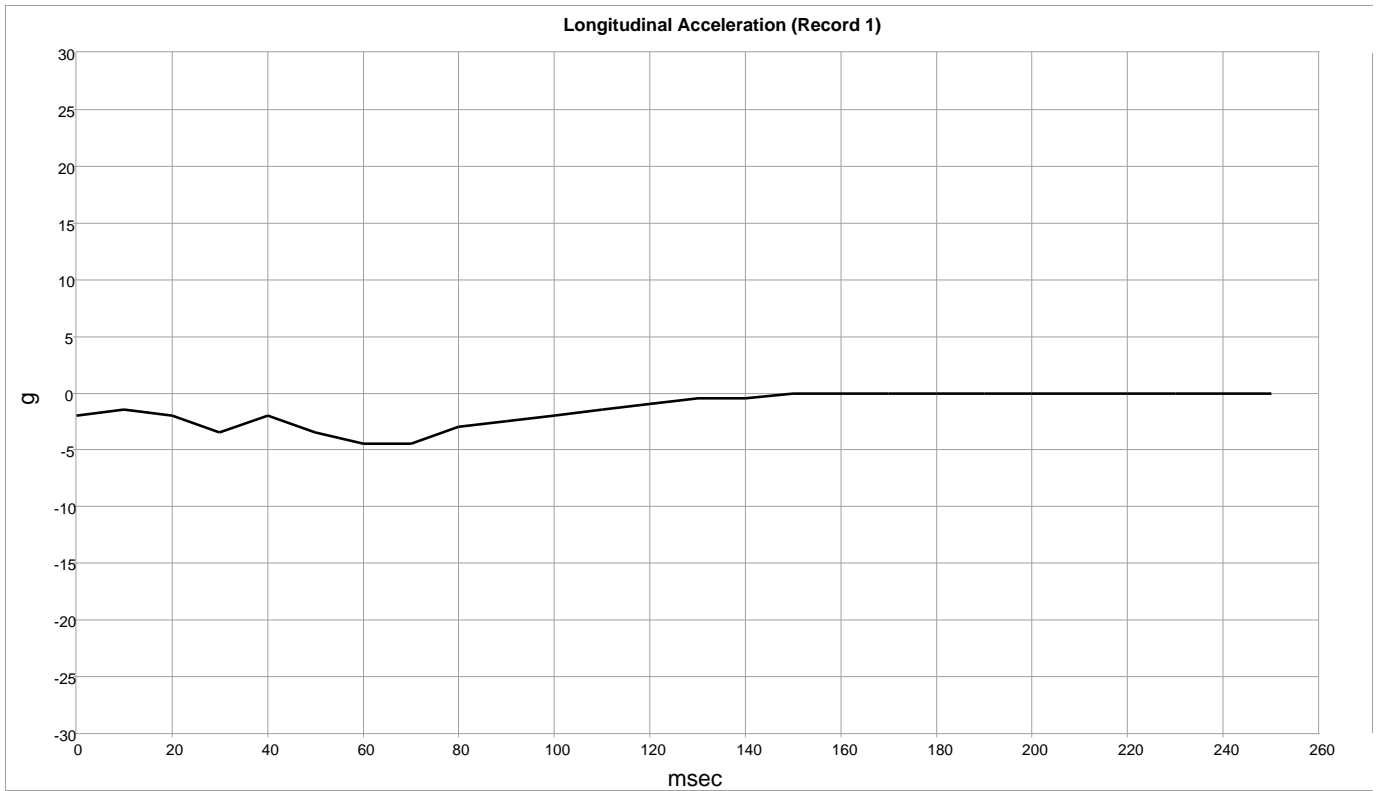
Deployment Command Data (Record 1)

Frontal Airbag Deployment, 2nd Stage Disposal, Driver	Not Disposal
Frontal Airbag Deployment, Time to 1st Stage, Driver (ms)	0.0
Frontal Airbag Deployment, Time to 1st Stage, Passenger (ms)	0.0
Side Airbag Deployment, Time to Deploy, LH (ms)	0.0
Side Airbag Deployment, Time to Deploy, RH (ms)	0.0
Side Curtain Airbag Deployment, Time to Deploy, LH (ms)	0.0
Side Curtain Airbag Deployment, Time to Deploy, RH (ms)	0.0
Pretensioner Deployment, Time to Fire, Driver (ms)	0.0
Pretensioner Deployment, Time to Fire, Passenger (ms)	0.0
Frontal Airbag Deployment, Time to 2nd Stage, Driver (ms)	SNA
Frontal Airbag Deployment, 2nd Stage Disposal, Passenger	Not Disposal
Frontal Airbag Deployment, Time to 2nd Stage, Passenger (ms)	SNA



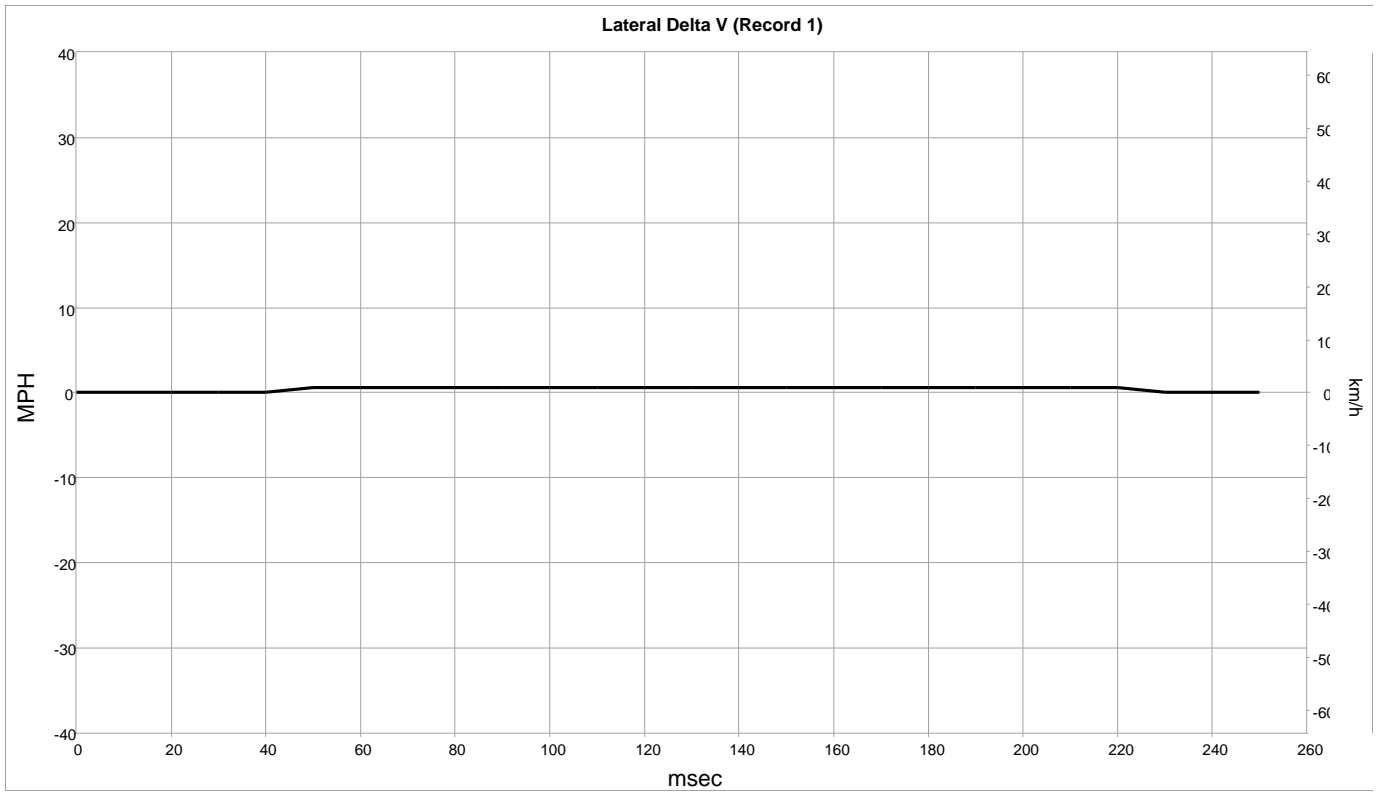
Longitudinal Delta V (Record 1)

Time (msec)	Delta-V, Longitudinal (MPH [km/h])
0	0.0 [0]
10	0.0 [0]
20	-0.6 [-1]
30	-1.2 [-2]
40	-1.9 [-3]
50	-2.5 [-4]
60	-3.1 [-5]
70	-3.7 [-6]
80	-5.0 [-8]
90	-5.6 [-9]
100	-6.2 [-10]
110	-6.2 [-10]
120	-6.8 [-11]
130	-7.5 [-12]
140	-7.5 [-12]
150	-7.5 [-12]
160	-7.5 [-12]
170	-7.5 [-12]
180	-7.5 [-12]
190	-7.5 [-12]
200	-7.5 [-12]
210	-7.5 [-12]
220	-7.5 [-12]
230	-7.5 [-12]
240	-7.5 [-12]
250	-7.5 [-12]



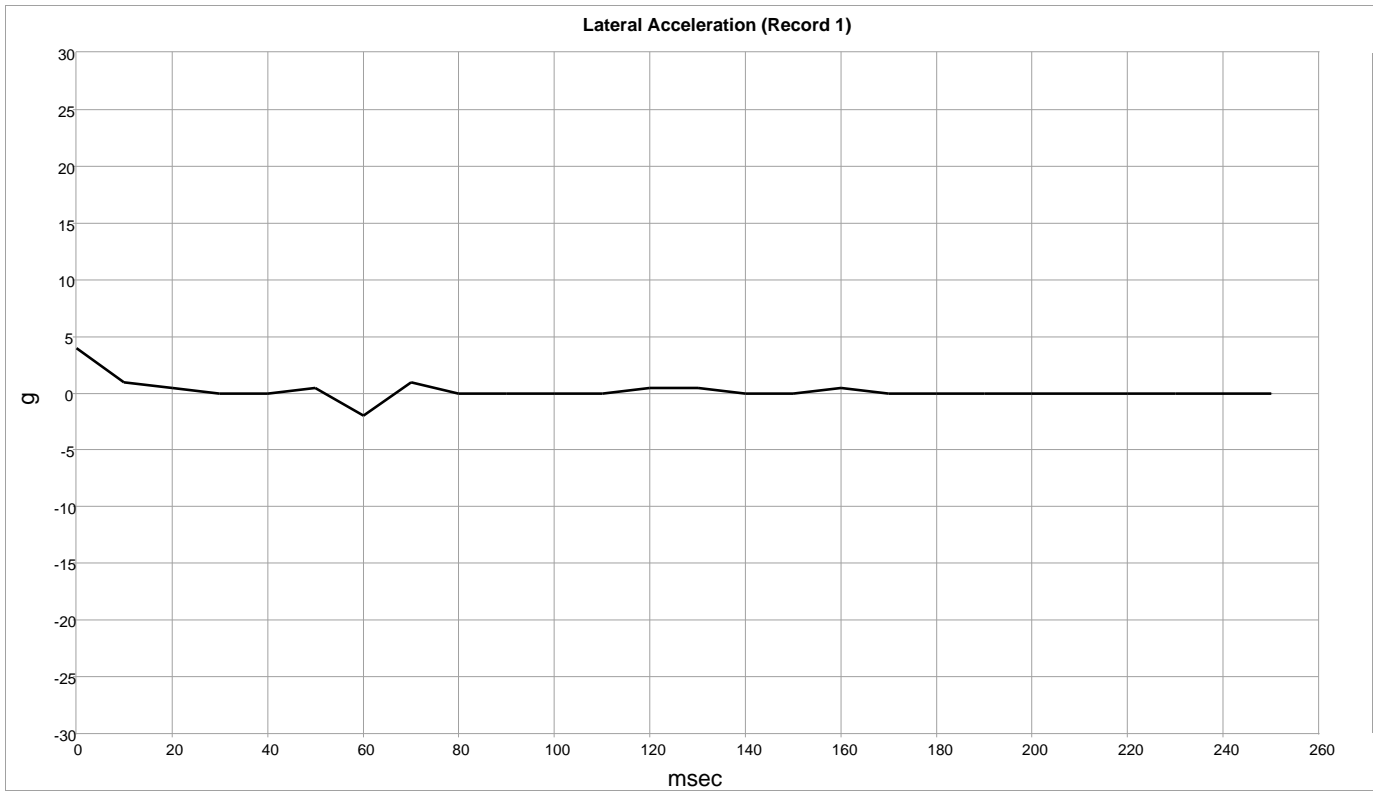
Longitudinal Acceleration (Record 1)

Time (msec)	Longitudinal Acceleration (g)
0	-2.0
10	-1.5
20	-2.0
30	-3.5
40	-2.0
50	-3.5
60	-4.5
70	-4.5
80	-3.0
90	-2.5
100	-2.0
110	-1.5
120	-1.0
130	-0.5
140	-0.5
150	0.0
160	0.0
170	0.0
180	0.0
190	0.0
200	0.0
210	0.0
220	0.0
230	0.0
240	0.0
250	0.0



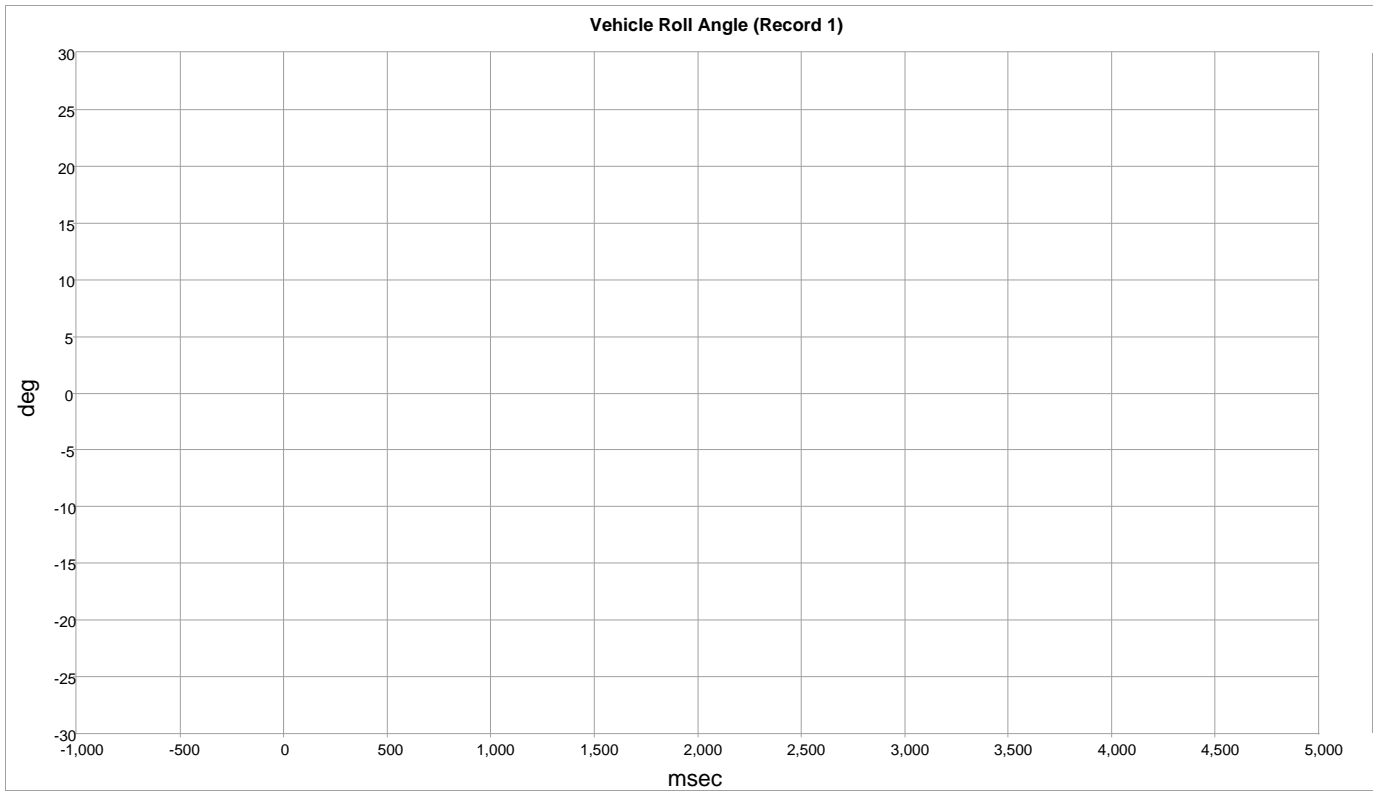
Lateral Delta V (Record 1)

Time (msec)	Delta-V, Lateral (MPH [km/h])
0	0.0 [0]
10	0.0 [0]
20	0.0 [0]
30	0.0 [0]
40	0.0 [0]
50	0.6 [1]
60	0.6 [1]
70	0.6 [1]
80	0.6 [1]
90	0.6 [1]
100	0.6 [1]
110	0.6 [1]
120	0.6 [1]
130	0.6 [1]
140	0.6 [1]
150	0.6 [1]
160	0.6 [1]
170	0.6 [1]
180	0.6 [1]
190	0.6 [1]
200	0.6 [1]
210	0.6 [1]
220	0.6 [1]
230	0.0 [0]
240	0.0 [0]
250	0.0 [0]



Lateral Acceleration (Record 1)

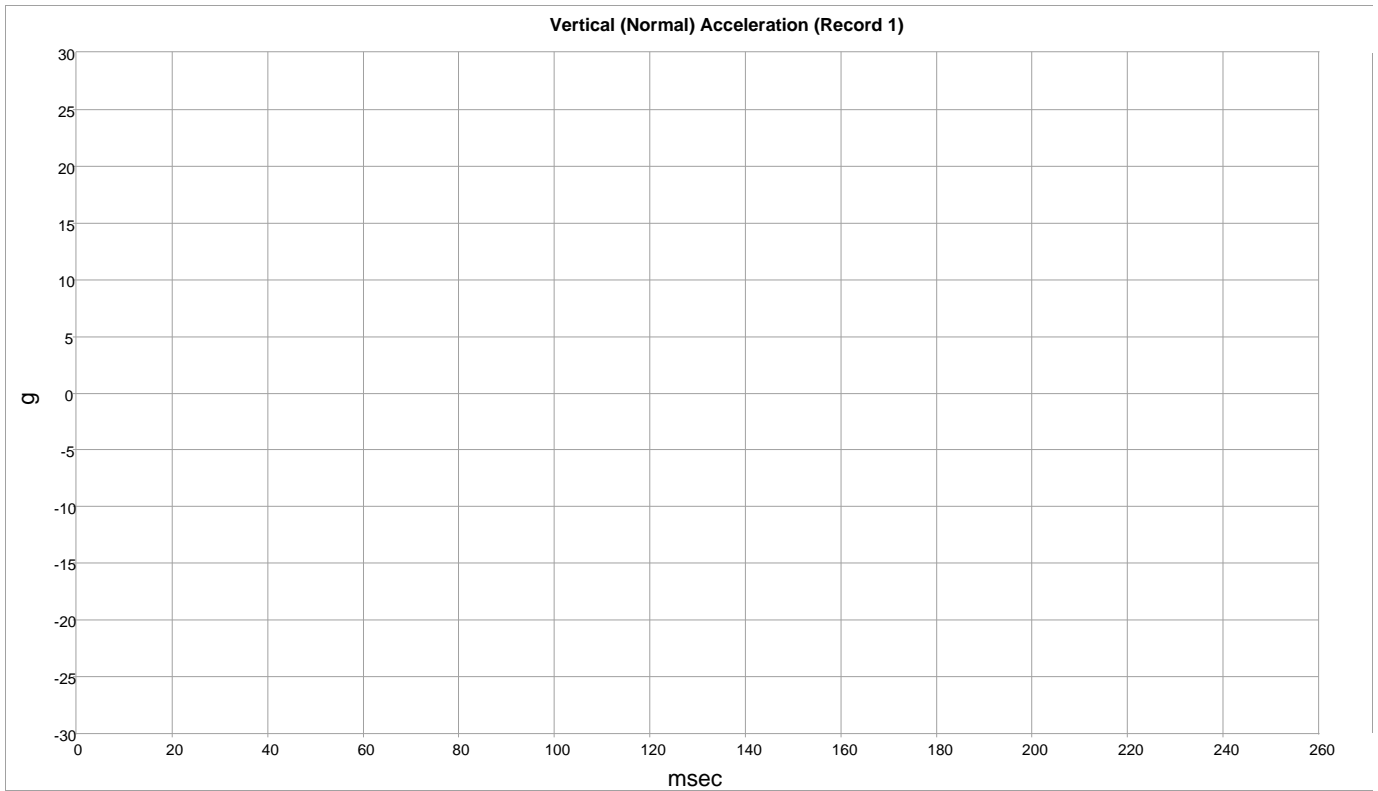
Time (msec)	Lateral Acceleration (g)
0	4.0
10	1.0
20	0.5
30	0.0
40	0.0
50	0.5
60	-2.0
70	1.0
80	0.0
90	0.0
100	0.0
110	0.0
120	0.5
130	0.5
140	0.0
150	0.0
160	0.5
170	0.0
180	0.0
190	0.0
200	0.0
210	0.0
220	0.0
230	0.0
240	0.0
250	0.0



Vehicle Roll Angle (Record 1)

Time (msec)	Vehicle Roll Angle (deg)
-1000	SNA
-900	SNA
-800	SNA
-700	SNA
-600	SNA
-500	SNA
-400	SNA
-300	SNA
-200	SNA
-100	SNA
0	SNA
100	SNA
200	SNA
300	SNA
400	SNA
500	SNA
600	SNA
700	SNA
800	SNA
900	SNA
1000	SNA
1100	SNA
1200	SNA
1300	SNA
1400	SNA
1500	SNA
1600	SNA
1700	SNA
1800	SNA
1900	SNA
2000	SNA
2100	SNA
2200	SNA
2300	SNA
2400	SNA
2500	SNA
2600	SNA
2700	SNA
2800	SNA
2900	SNA
3000	SNA
3100	SNA
3200	SNA
3300	SNA
3400	SNA
3500	SNA
3600	SNA
3700	SNA
3800	SNA
3900	SNA

Time (msec)	Vehicle Roll Angle (deg)
4000	SNA
4100	SNA
4200	SNA
4300	SNA
4400	SNA
4500	SNA
4600	SNA
4700	SNA
4800	SNA
4900	SNA
5000	SNA



Vertical (Normal) Acceleration (Record 1)

Time (msec)	Vertical (Normal) Acceleration (g)
0	SNA
10	SNA
20	SNA
30	SNA
40	SNA
50	SNA
60	SNA
70	SNA
80	SNA
90	SNA
100	SNA
110	SNA
120	SNA
130	SNA
140	SNA
150	SNA
160	SNA
170	SNA
180	SNA
190	SNA
200	SNA
210	SNA
220	SNA
230	SNA
240	SNA
250	SNA

Pre-Crash Data -5 to 0 Sec (Record 1)

Time (sec)	Speed, Vehicle Indicated (MPH [km/h])	Accelerator Pedal, % Full (%)	Service Brake (On/Off)	Engine RPM (RPM)	Steering Input (deg)	Cruise Control	PHEV Mode	HEV Mode
-5.0	59.0 [95]	100	Off	4,543	-73.0	Off	Series mode	No Operation
-4.5	55.3 [89]	100	Off	4,554	-75.0	Off	Series mode	No Operation
-4.0	55.3 [89]	1	Off	4,529	-62.5	Off	Series mode	No Operation
-3.5	47.8 [77]	0	On	3,983	-27.0	Off	Series mode	No Operation
-3.0	33.6 [54]	0	On	3,342	-186.5	Off	Series mode	No Operation
-2.5	33.6 [54]	0	On	3,071	-134.0	Off	Series mode	No Operation
-2.0	18.6 [30]	0	On	2,891	-130.0	Off	Series mode	No Operation
-1.5	24.9 [40]	0	On	2,385	-51.5	Off	Series mode	No Operation
-1.0	12.4 [20]	0	On	1,807	-173.5	Off	Series mode	No Operation
-0.5	11.8 [19]	0	On	1,465	-172.0	Off	Series mode	No Operation
0.0	14.9 [24]	0	On	1,107	-111.0	Off	Series mode	No Operation

61 46 00 FF
61 47 01 FF
61 48 FF FF FF FF
61 49 FF FF FF FF
61 4A 00 FF
61 4B 00 FF
61 4C 00 00 FF FF
61 4D 00 00 FF FF
61 4E 00 00 FF FF
61 4F 00 00 FF FF
61 50 00 00 FF FF
61 51 00 00 FF FF
61 52 00 FF
61 60 B3 1F C2 8F 01 01 A0 01 A0 41
61 75 00 FF
61 E1 4B 4A 47 53 20 19 03 05 50 4F 05 12 30
61 E5 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF 03 03 03 03 03 03 03 03
03 03 03 FF
5A 87 04 03 00 03 FF 01 02 00 08 00 38 36 33 35 41 33 30 35 20 20
5A 88 4A 4D 42 58 44 47 47 33 57 4B 5A 30 32 37 34 39 36
5A 89 81 04 73 02
5A 90 4A 4D 42 58 44 47 47 33 57 4B 5A 30 32 37 34 39 36
58 00

Disclaimer of Liability

The users of the CDR product and reviewers of the CDR reports and exported data shall ensure that data and information supplied is applicable to the vehicle, vehicle's system(s) and the vehicle ECU. Robert Bosch LLC and all its directors, officers, employees and members shall not be liable for damages arising out of or related to incorrect, incomplete or misinterpreted software and/or data. Robert Bosch LLC expressly excludes all liability for incidental, consequential, special or punitive damages arising from or related to the CDR data, CDR software or use thereof.

LISTAGEM COMANDO TREE

Listagem completa do comando tree na árvore de diretorias resultante da extração lógica.

```
1 PS C:\Users\SURFACE\OneDrive\MCIF-Projeto\Root_orig> tree
2 Folder PATH listing for volume Disk_C
3 Volume serial number is 1EA5-FDB3
4 C:.
```

```
5 |---bin
6 |---database
7 |   |---.boot
8 |   |---HBAS
9 |       |---.boot
10 |       |---HBAS
11 |           |---.boot
12 |           |---HBAS
13 |               |---.boot
14 |               |---HBAS
15 |                   |---.boot
16 |                   |---HBAS
17 |                       |---.boot
18 |                       |---HBAS
19 |                           |---.boot
20 |                           |---HBAS
21 |                               |---.boot
22 |                               |---HBAS
23 |                                   |---.boot
24 |                                   |---HBAS
25 |                                       |---.boot
26 |                                       |---HBAS
27 |                                           |---.boot
28 |                                           |---HBAS
29 |                                               |---.boot
30 |                                               |---HBAS
31 |                                                   |---.boot
32 |                                                   |---HBAS
33 |                                                       |---.boot
34 |                                                       |---HBAS
35 |                                                           |---.boot
36 |                                                           |---pkgdb
37 |                                                               |---ADAS_ECEW_3_40_0_A
38 |                                                               |---ADAS_ECEW_3_40_0_B
39 |                                                               |---ADAS_ECEW_3_40_0_C
40 |                                                               |---ADAS_ECEW_3_40_0_D
41 |                                                               |---CITY_ECEW_3_40_0_A
42 |                                                               |---CITY_ECEW_3_40_0_B
43 |                                                               |---COSTTABLE_ECE_1_0_6
44 |                                                               |---GDB_ECEW_3_40_0
45 |                                                               |---GUIDEDTOUR_ECE_1_14_0
46 |                                                               |---LABEL_ECE_1_0_4
47 |                                                               |---LIT_ECEW_3_40_0_A
48 |                                                               |---LIT_ECEW_3_40_0_B
49 |                                                               |---MISC_ECE_1_2_6
50 |
51 |---SATELLITE_ECEW_1_32_0_A
52 |---SATELLITE_ECEW_1_32_0_B
53 |
54 |
55 |
56 |
57 |
58 |
59 |
60 |
61 |---pkgdb
62 |---dev
63 |   |---blk
64 |   |---cam
65 |   |---dspipc
66 |       |---dm642.0
67 |   |---eeprom
```



```

344 |— fontsCRLF
345 |— mapstylesCRLF
346 |— onlineCRLF
347 |— optCRLF
348 |   |— binCRLF
349 |— usrCRLF
350 |   |— binCRLF
351 |— hmiCRLF
352 |   |— resCRLF
353 |— IBACRLF
354 |   |— iso1CRLF
355 |   |— swe1CRLF
356 |       |— .infoCRLF
357 |       |— ar.zipCRLF
358 |           |— imgCRLF
359 |           |— txtCRLF
360 |               |— 1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
361 |                   |— bgCRLF
362 |               |— 1103_f07_4752579CRLF
363 |                   |— bgCRLF
364 |               |— 1103_F10f18f11_4752573CRLF
365 |                   |— bgCRLF
366 |               |— 1103_f12_4761261CRLF
367 |                   |— bgCRLF
368 |               |— 1103_f25_4394698CRLF
369 |                   |— bgCRLF
370 |       |— common.zipCRLF
371 |           |— fixedimgCRLF
372 |           |— imgCRLF
373 |       |— de-de.zipCRLF
374 |           |— imgCRLF
375 |           |— txtCRLF
376 |               |— 1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
377 |                   |— bgCRLF
378 |               |— 1103_f07_4752579CRLF
379 |                   |— bgCRLF
380 |               |— 1103_F10f18f11_4752573CRLF
381 |                   |— bgCRLF
382 |               |— 1103_f12_4761261CRLF
383 |                   |— bgCRLF
384 |               |— 1103_f25_4394698CRLF
385 |                   |— bgCRLF
386 |       |— el.zipCRLF
387 |           |— imgCRLF
388 |           |— txtCRLF
389 |               |— 1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
390 |                   |— bgCRLF
391 |               |— 1103_f07_4752579CRLF
392 |                   |— bgCRLF
393 |               |— 1103_F10f18f11_4752573CRLF
394 |                   |— bgCRLF
395 |               |— 1103_f12_4761261CRLF
396 |                   |— bgCRLF
397 |               |— 1103_f25_4394698CRLF
398 |                   |— bgCRLF
399 |       |— en-gb.zipCRLF
400 |           |— imgCRLF
401 |           |— txtCRLF
402 |               |— 1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
403 |                   |— bgCRLF
404 |               |— 1103_f07_4752579CRLF
405 |                   |— bgCRLF
406 |               |— 1103_F10f18f11_4752573CRLF
407 |                   |— bgCRLF
408 |               |— 1103_f12_4761261CRLF
409 |                   |— bgCRLF
410 |               |— 1103_f25_4394698CRLF
411 |                   |— bgCRLF
412 |— es.zipCRLF

```

413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481




```
689 |   └─imagesCRLF
690 |   └─fontsCRLF
691 |   └─HmiCRLF
692 |     └─dataCRLF
693 |       └─roCRLF
694 |         └─ibaCRLF
695 |           └─iso1CRLF
696 |           └─swe1CRLF
697 |             └─.infoCRLF
698 |             └─ar.zipCRLF
699 |               └─imgCRLF
700 |               └─txtCRLF
701 |                 └─1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
702 |                   └─bgCRLF
703 |                 └─1103_f07_4752579CRLF
704 |                   └─bgCRLF
705 |                 └─1103_F10f18f11_4752573CRLF
706 |                   └─bgCRLF
707 |                 └─1103_f12_4761261CRLF
708 |                   └─bgCRLF
709 |                 └─1103_f25_4394698CRLF
710 |                   └─bgCRLF
711 |             └─common.zipCRLF
712 |               └─fixedimgCRLF
713 |               └─imgCRLF
714 |             └─de-de.zipCRLF
715 |               └─imgCRLF
716 |               └─txtCRLF
717 |                 └─1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
718 |                   └─bgCRLF
719 |                 └─1103_f07_4752579CRLF
720 |                   └─bgCRLF
721 |                 └─1103_F10f18f11_4752573CRLF
722 |                   └─bgCRLF
723 |                 └─1103_f12_4761261CRLF
724 |                   └─bgCRLF
725 |                 └─1103_f25_4394698CRLF
726 |                   └─bgCRLF
727 |             └─el.zipCRLF
728 |               └─imgCRLF
729 |               └─txtCRLF
730 |                 └─1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
731 |                   └─bgCRLF
732 |                 └─1103_f07_4752579CRLF
733 |                   └─bgCRLF
734 |                 └─1103_F10f18f11_4752573CRLF
735 |                   └─bgCRLF
736 |                 └─1103_f12_4761261CRLF
737 |                   └─bgCRLF
738 |                 └─1103_f25_4394698CRLF
739 |                   └─bgCRLF
740 |             └─en-gb.zipCRLF
741 |               └─imgCRLF
742 |               └─txtCRLF
743 |                 └─1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
744 |                   └─bgCRLF
745 |                 └─1103_f07_4752579CRLF
746 |                   └─bgCRLF
747 |                 └─1103_F10f18f11_4752573CRLF
748 |                   └─bgCRLF
749 |                 └─1103_f12_4761261CRLF
750 |                   └─bgCRLF
751 |                 └─1103_f25_4394698CRLF
752 |                   └─bgCRLF
753 |             └─es.zipCRLF
754 |               └─imgCRLF
755 |               └─txtCRLF
756 |                 └─1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
757 |                   └─bgCRLF
```


896 —GT_ID1006CRLF
897 —GT_ID1007CRLF
898 —GT_ID1008CRLF
899 —GT_ID1009CRLF
900 —GT_ID1010CRLF
901 —GT_ID1011CRLF
902 —GT_ID1012CRLF
903 —GT_ID1013CRLF
904 —GT_ID1014CRLF
905 —GT_ID1015CRLF
906 —GT_ID1016CRLF
907 —GT_ID1017CRLF
908 —GT_ID1018CRLF
909 —GT_ID1019CRLF
910 —GT_ID1020CRLF
911 —GT_ID1021CRLF
912 —GT_ID1022CRLF
913 —GT_ID1023CRLF
914 —GT_ID1024CRLF
915 —GT_ID1025CRLF
916 —GT_ID1026CRLF
917 —GT_ID1027CRLF
918 —GT_ID1028CRLF
919 —GT_ID1029CRLF
920 —GT_ID1030CRLF
921 —GT_ID1031CRLF
922 —GT_ID1032CRLF
923 —GT_ID1033CRLF
924 —GT_ID1034CRLF
925 —GT_ID1035CRLF
926 —GT_ID1036CRLF
927 —GT_ID1037CRLF
928 —GT_ID1038CRLF
929 —GT_ID1039CRLF
930 —GT_ID1040CRLF
931 —GT_ID1041CRLF
932 —GT_ID1042CRLF
933 —GT_ID1043CRLF
934 —GT_ID1044CRLF
935 —GT_ID1045CRLF
936 —GT_ID1046CRLF
937 —GT_ID1047CRLF
938 —GT_ID1048CRLF
939 —GT_ID1049CRLF
940 —GT_ID1050CRLF
941 —GT_ID1051CRLF
942 —GT_ID1052CRLF
943 —GT_ID1053CRLF
944 —GT_ID1054CRLF
945 —GT_ID1055CRLF
946 —GT_ID1056CRLF
947 —GT_ID1057CRLF
948 —GT_ID1058CRLF
949 —GT_ID1059CRLF
950 —GT_ID1060CRLF
951 —GT_ID1061CRLF
952 —GT_ID1062CRLF
953 —GT_ID1063CRLF
954 —GT_ID1064CRLF
955 —GT_ID1065CRLF
956 —GT_ID1066CRLF
957 —GT_ID1067CRLF
958 —GT_ID1068CRLF
959 —GT_ID1069CRLF
960 —GT_ID1070CRLF
961 —GT_ID1071CRLF
962 —GT_ID1072CRLF
963 —GT_ID1073CRLF
964 —GT_ID1074CRLF

965	—GT_ID1075	CRLF	
966	—GT_ID1076	CRLF	
967	—GT_ID1077	CRLF	
968	—GT_ID1078	CRLF	
969	—GT_ID1079	CRLF	
970	—GT_ID1080	CRLF	
971	—GT_ID1081	CRLF	
972	—GT_ID1082	CRLF	
973	—GT_ID1083	CRLF	
974	—GT_ID1084	CRLF	
975	—GT_ID1085	CRLF	
976	—GT_ID1086	CRLF	
977	—GT_ID1087	CRLF	
978	—GT_ID1088	CRLF	
979	—GT_ID1089	CRLF	
980	—GT_ID1090	CRLF	
981	—GT_ID1091	CRLF	
982	—GT_ID1092	CRLF	
983	—GT_ID1093	CRLF	
984	—GT_ID1094	CRLF	
985	—GT_ID1095	CRLF	
986	—GT_ID1096	CRLF	
987	—GT_ID1097	CRLF	
988	—GT_ID1098	CRLF	
989	—GT_ID1099	CRLF	
990	—GT_ID1100	CRLF	
991	—GT_ID1101	CRLF	
992	—GT_ID1102	CRLF	
993	—GT_ID1103	CRLF	
994	—GT_ID1104	CRLF	
995	—GT_ID1105	CRLF	
996	—GT_ID1106	CRLF	
997	—GT_ID1107	CRLF	
998	—GT_ID1108	CRLF	
999	—GT_ID1109	CRLF	
1000	—GT_ID1110	CRLF	
1001	—GT_ID1111	CRLF	
1002	—GT_ID1112	CRLF	
1003	—GT_ID1113	CRLF	
1004	—GT_ID1114	CRLF	
1005	—GT_ID1115	CRLF	
1006	—GT_ID1116	CRLF	
1007	—GT_ID1117	CRLF	
1008	—GT_ID1118	CRLF	
1009	—GT_ID1119	CRLF	
1010	—GT_ID1120	CRLF	
1011	—GT_ID1121	CRLF	
1012	—GT_ID1122	CRLF	
1013	—GT_ID1123	CRLF	
1014	—GT_ID1124	CRLF	
1015	—GT_ID1125	CRLF	
1016	—GT_ID1126	CRLF	
1017	—GT_ID1127	CRLF	
1018	—GT_ID1128	CRLF	
1019	—GT_ID1129	CRLF	
1020	—GT_ID1130	CRLF	
1021	—GT_ID1131	CRLF	
1022	—GT_ID1132	CRLF	
1023	—GT_ID1133	CRLF	
1024	—GT_ID1134	CRLF	
1025	—GT_ID1135	CRLF	
1026	—GT_ID1136	CRLF	
1027	—GT_ID1137	CRLF	
1028	—GT_ID1138	CRLF	
1029	—GT_ID1139	CRLF	
1030	128	—GT_ID1140	CRLF
1031	—GT_ID1141	CRLF	
1032	—GT_ID1142	CRLF	
1033	—GT_ID1143	CRLF	

1034	—GT_ID1144CRLF
1035	—GT_ID1145CRLF
1036	—GT_ID1146CRLF
1037	—GT_ID1147CRLF
1038	—GT_ID1148CRLF
1039	—GT_ID1149CRLF
1040	—GT_ID1150CRLF
1041	—GT_ID1151CRLF
1042	—GT_ID1152CRLF
1043	—GT_ID1153CRLF
1044	—GT_ID1154CRLF
1045	—GT_ID1155CRLF
1046	—GT_ID1156CRLF
1047	—GT_ID1157CRLF
1048	—GT_ID1158CRLF
1049	—GT_ID1159CRLF
1050	—GT_ID1160CRLF
1051	—GT_ID1161CRLF
1052	—GT_ID1162CRLF
1053	—GT_ID1163CRLF
1054	—GT_ID1164CRLF
1055	—GT_ID1165CRLF
1056	—GT_ID1166CRLF
1057	—GT_ID1167CRLF
1058	—GT_ID1168CRLF
1059	—GT_ID1169CRLF
1060	—GT_ID1170CRLF
1061	—GT_ID1171CRLF
1062	—GT_ID1172CRLF
1063	—GT_ID1173CRLF
1064	—GT_ID1174CRLF
1065	—GT_ID1175CRLF
1066	—GT_ID1176CRLF
1067	—GT_ID1177CRLF
1068	—GT_ID1178CRLF
1069	—GT_ID1179CRLF
1070	—GT_ID1180CRLF
1071	—GT_ID1181CRLF
1072	—GT_ID1182CRLF
1073	—GT_ID1183CRLF
1074	—GT_ID1184CRLF
1075	—GT_ID1185CRLF
1076	—GT_ID1186CRLF
1077	—GT_ID1187CRLF
1078	—GT_ID1188CRLF
1079	—GT_ID1189CRLF
1080	—GT_ID1190CRLF
1081	—GT_ID1191CRLF
1082	—GT_ID1192CRLF
1083	—GT_ID1193CRLF
1084	—GT_ID1194CRLF
1085	—GT_ID1195CRLF
1086	—GT_ID1196CRLF
1087	—GT_ID1197CRLF
1088	—GT_ID1198CRLF
1089	—GT_ID1199CRLF
1090	—GT_ID1200CRLF
1091	—GT_ID1201CRLF
1092	—GT_ID1202CRLF
1093	—GT_ID1203CRLF
1094	—GT_ID1204CRLF
1095	—GT_ID1205CRLF
1096	—GT_ID1206CRLF
1097	—GT_ID1207CRLF
1098	—GT_ID1208CRLF
1099	—GT_ID1209CRLF
1100	—GT_ID1210CRLF
1101	—GT_ID1211CRLF
1102	—GT_ID1212CRLF

1103	—GT_ID1213	CRLF
1104	—GT_ID1214	CRLF
1105	—GT_ID1215	CRLF
1106	—GT_ID1216	CRLF
1107	—GT_ID1217	CRLF
1108	—GT_ID1218	CRLF
1109	—GT_ID1219	CRLF
1110	—GT_ID1220	CRLF
1111	—GT_ID1221	CRLF
1112	—GT_ID1222	CRLF
1113	—GT_ID1223	CRLF
1114	—GT_ID1224	CRLF
1115	—GT_ID1225	CRLF
1116	—GT_ID1226	CRLF
1117	—GT_ID1227	CRLF
1118	—GT_ID1228	CRLF
1119	—GT_ID1229	CRLF
1120	—GT_ID1230	CRLF
1121	—GT_ID1231	CRLF
1122	—GT_ID1232	CRLF
1123	—GT_ID1233	CRLF
1124	—GT_ID1234	CRLF
1125	—GT_ID1235	CRLF
1126	—GT_ID1236	CRLF
1127	—GT_ID1237	CRLF
1128	—GT_ID1238	CRLF
1129	—GT_ID1239	CRLF
1130	—GT_ID1240	CRLF
1131	—GT_ID1241	CRLF
1132	—GT_ID1242	CRLF
1133	—GT_ID1243	CRLF
1134	—GT_ID1244	CRLF
1135	—GT_ID1245	CRLF
1136	—GT_ID1246	CRLF
1137	—GT_ID1247	CRLF
1138	—GT_ID1248	CRLF
1139	—GT_ID1249	CRLF
1140	—GT_ID1250	CRLF
1141	—GT_ID1251	CRLF
1142	—GT_ID1252	CRLF
1143	—GT_ID1253	CRLF
1144	—GT_ID1254	CRLF
1145	—GT_ID1255	CRLF
1146	—GT_ID1256	CRLF
1147	—GT_ID1257	CRLF
1148	—GT_ID1258	CRLF
1149	—GT_ID1259	CRLF
1150	—GT_ID1260	CRLF
1151	—GT_ID1261	CRLF
1152	—GT_ID1262	CRLF
1153	—GT_ID1263	CRLF
1154	—GT_ID1264	CRLF
1155	—GT_ID1265	CRLF
1156	—GT_ID1266	CRLF
1157	—GT_ID1267	CRLF
1158	—GT_ID1268	CRLF
1159	—GT_ID1269	CRLF
1160	—GT_ID1270	CRLF
1161	—GT_ID1271	CRLF
1162	—GT_ID1272	CRLF
1163	—GT_ID1273	CRLF
1164	—GT_ID1274	CRLF
1165	—GT_ID1275	CRLF
1166	—GT_ID1276	CRLF
1167	—GT_ID1277	CRLF
1168	—130 GT_ID1278	CRLF
1169	—GT_ID1279	CRLF
1170	—GT_ID1280	CRLF
1171	—GT_ID1281	CRLF

1172 —GT_ID1282CRLF
1173 —GT_ID1283CRLF
1174 —GT_ID1284CRLF
1175 —GT_ID1285CRLF
1176 —GT_ID1286CRLF
1177 —GT_ID1287CRLF
1178 —GT_ID1288CRLF
1179 —GT_ID1289CRLF
1180 —GT_ID1290CRLF
1181 —GT_ID1291CRLF
1182 —GT_ID1292CRLF
1183 —GT_ID1293CRLF
1184 —GT_ID1294CRLF
1185 —GT_ID1295CRLF
1186 —GT_ID1296CRLF
1187 —GT_ID1297CRLF
1188 —GT_ID1298CRLF
1189 —GT_ID1299CRLF
1190 —GT_ID1300CRLF
1191 —GT_ID1301CRLF
1192 —GT_ID1302CRLF
1193 —GT_ID1303CRLF
1194 —GT_ID1304CRLF
1195 —GT_ID1305CRLF
1196 —GT_ID1306CRLF
1197 —GT_ID1307CRLF
1198 —GT_ID1308CRLF
1199 —GT_ID1309CRLF
1200 —GT_ID1310CRLF
1201 —GT_ID1311CRLF
1202 —GT_ID1312CRLF
1203 —GT_ID1313CRLF
1204 —GT_ID1314CRLF
1205 —GT_ID1315CRLF
1206 —GT_ID1316CRLF
1207 —GT_ID1317CRLF
1208 —GT_ID1318CRLF
1209 —GT_ID1319CRLF
1210 —GT_ID1320CRLF
1211 —GT_ID1321CRLF
1212 —GT_ID1322CRLF
1213 —GT_ID1323CRLF
1214 —GT_ID1324CRLF
1215 —GT_ID1325CRLF
1216 —GT_ID1326CRLF
1217 —GT_ID1327CRLF
1218 —GT_ID1328CRLF
1219 —GT_ID1329CRLF
1220 —GT_ID1330CRLF
1221 —GT_ID1331CRLF
1222 —GT_ID1332CRLF
1223 —GT_ID1333CRLF
1224 —GT_ID1334CRLF
1225 —GT_ID1335CRLF
1226 —GT_ID1336CRLF
1227 —GT_ID1337CRLF
1228 —GT_ID1338CRLF
1229 —GT_ID1339CRLF
1230 —GT_ID1340CRLF
1231 —GT_ID1341CRLF
1232 —GT_ID1342CRLF
1233 —GT_ID1343CRLF
1234 —GT_ID1344CRLF
1235 —GT_ID1345CRLF
1236 —GT_ID1346CRLF
1237 —GT_ID1347CRLF
1238 —GT_ID1348CRLF
1239 —GT_ID1349CRLF
1240 —GT_ID1350CRLF

```
1241 |——GT_ID1351CRLF
1242 |——GT_ID1352CRLF
1243 |——GT_ID1353CRLF
1244 |——GT_ID1354CRLF
1245 |——GT_ID1355CRLF
1246 |——GT_ID1356CRLF
1247 |——GT_ID1357CRLF
1248 |——GT_ID1358CRLF
1249 |——GT_ID1359CRLF
1250 |——GT_ID1360CRLF
1251 |——GT_ID1361CRLF
1252 |——GT_ID1362CRLF
1253 |——GT_ID1363CRLF
1254 |——GT_ID1364CRLF
1255 |——GT_ID1365CRLF
1256 |——GT_ID1366CRLF
1257 |——GT_ID1367CRLF
1258 |——GT_ID1368CRLF
1259 |——GT_ID1369CRLF
1260 |——GT_ID1370CRLF
1261 |——GT_ID1371CRLF
1262 |——GT_ID1372CRLF
1263 |——GT_ID1373CRLF
1264 |——GT_ID1374CRLF
1265 |——GT_ID1375CRLF
1266 |——GT_ID1376CRLF
1267 |——GT_ID1377CRLF
1268 |——GT_ID1378CRLF
1269 |——GT_ID1379CRLF
1270 |——GT_ID1380CRLF
1271 |——GT_ID1381CRLF
1272 |——GT_ID1382CRLF
1273 |——GT_ID1383CRLF
1274 |——GT_ID1384CRLF
1275 |——GT_ID1385CRLF
1276 |——GT_ID1386CRLF
1277 |——GT_ID1387CRLF
1278 |——GT_ID1388CRLF
1279 |——GT_ID1389CRLF
1280 |——GT_ID1390CRLF
1281 |——GT_ID1391CRLF
1282 |——GT_ID1392CRLF
1283 |——GT_ID1393CRLF
1284 |——GT_ID1394CRLF
1285 |——GT_ID1395CRLF
1286 |——GT_ID1396CRLF
1287 |——GT_ID1397CRLF
1288 |——GT_ID1398CRLF
1289 |——GT_ID1399CRLF
1290 |——GT_ID1400CRLF
1291 |——hbcddbCRLF
1292 |——.bootCRLF
1293 |——GracernoteCRLF
1294 |——hbdataCRLF
1295 |——.bootCRLF
1296 |——extCRLF
1297 |——fontsCRLF
1298 |——mapstylesCRLF
1299 |——onlineCRLF
1300 |——optCRLF
1301 |——binCRLF
1302 |——usrCRLF
1303 |——binCRLF
1304 |——hmiCRLF
1305 |——resCRLF
1306 |——132CRLF
1307 |——iso1CRLF
1308 |——logisticsdataCRLF
1309 |——swe1CRLF
```

```

1310 .infoCRLF
1311 ar.zipCRLF
1312   |__imgCRLF
1313   |__txtCRLF
1314     |__1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1315         |__bgCRLF
1316     |__1103_f07_4752579CRLF
1317         |__bgCRLF
1318     |__1103_F10f18f11_4752573CRLF
1319         |__bgCRLF
1320     |__1103_f12_4761261CRLF
1321         |__bgCRLF
1322     |__1103_f25_4394698CRLF
1323         |__bgCRLF
1324 common.zipCRLF
1325   |__fixedimgCRLF
1326   |__imgCRLF
1327 de-de.zipCRLF
1328   |__imgCRLF
1329   |__txtCRLF
1330     |__1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1331         |__bgCRLF
1332     |__1103_f07_4752579CRLF
1333         |__bgCRLF
1334     |__1103_F10f18f11_4752573CRLF
1335         |__bgCRLF
1336     |__1103_f12_4761261CRLF
1337         |__bgCRLF
1338     |__1103_f25_4394698CRLF
1339         |__bgCRLF
1340 el.zipCRLF
1341   |__imgCRLF
1342   |__txtCRLF
1343     |__1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1344         |__bgCRLF
1345     |__1103_f07_4752579CRLF
1346         |__bgCRLF
1347     |__1103_F10f18f11_4752573CRLF
1348         |__bgCRLF
1349     |__1103_f12_4761261CRLF
1350         |__bgCRLF
1351     |__1103_f25_4394698CRLF
1352         |__bgCRLF
1353 en-gb.zipCRLF
1354   |__imgCRLF
1355   |__txtCRLF
1356     |__1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1357         |__bgCRLF
1358     |__1103_f07_4752579CRLF
1359         |__bgCRLF
1360     |__1103_F10f18f11_4752573CRLF
1361         |__bgCRLF
1362     |__1103_f12_4761261CRLF
1363         |__bgCRLF
1364     |__1103_f25_4394698CRLF
1365         |__bgCRLF
1366 es.zipCRLF
1367   |__imgCRLF
1368   |__txtCRLF
1369     |__1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1370         |__bgCRLF
1371     |__1103_f07_4752579CRLF
1372         |__bgCRLF
1373     |__1103_F10f18f11_4752573CRLF
1374         |__bgCRLF
1375     |__1103_f12_4761261CRLF
1376         |__bgCRLF
1377     |__1103_f25_4394698CRLF
1378         |__bgCRLF

```

```

1379 fr.zipCRLF
1380 |   |imgCRLF
1381 |   |txtCRLF
1382 |   |   |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1383 |   |   |   |bgCRLF
1384 |   |   |1103_f07_4752579CRLF
1385 |   |   |   |bgCRLF
1386 |   |   |1103_F10f18f11_4752573CRLF
1387 |   |   |   |bgCRLF
1388 |   |   |1103_f12_4761261CRLF
1389 |   |   |   |bgCRLF
1390 |   |   |1103_f25_4394698CRLF
1391 |   |   |   |bgCRLF
1392 it.zipCRLF
1393 |   |imgCRLF
1394 |   |txtCRLF
1395 |   |   |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1396 |   |   |   |bgCRLF
1397 |   |   |1103_f07_4752579CRLF
1398 |   |   |   |bgCRLF
1399 |   |   |1103_F10f18f11_4752573CRLF
1400 |   |   |   |bgCRLF
1401 |   |   |1103_f12_4761261CRLF
1402 |   |   |   |bgCRLF
1403 |   |   |1103_f25_4394698CRLF
1404 |   |   |   |bgCRLF
1405 nl.zipCRLF
1406 |   |imgCRLF
1407 |   |txtCRLF
1408 |   |   |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1409 |   |   |   |bgCRLF
1410 |   |   |1103_f07_4752579CRLF
1411 |   |   |   |bgCRLF
1412 |   |   |1103_F10f18f11_4752573CRLF
1413 |   |   |   |bgCRLF
1414 |   |   |1103_f12_4761261CRLF
1415 |   |   |   |bgCRLF
1416 |   |   |1103_f25_4394698CRLF
1417 |   |   |   |bgCRLF
1418 pl.zipCRLF
1419 |   |imgCRLF
1420 |   |txtCRLF
1421 |   |   |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1422 |   |   |   |bgCRLF
1423 |   |   |1103_f07_4752579CRLF
1424 |   |   |   |bgCRLF
1425 |   |   |1103_F10f18f11_4752573CRLF
1426 |   |   |   |bgCRLF
1427 |   |   |1103_f12_4761261CRLF
1428 |   |   |   |bgCRLF
1429 |   |   |1103_f25_4394698CRLF
1430 |   |   |   |bgCRLF
1431 pt.zipCRLF
1432 |   |imgCRLF
1433 |   |txtCRLF
1434 |   |   |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1435 |   |   |   |bgCRLF
1436 |   |   |1103_f07_4752579CRLF
1437 |   |   |   |bgCRLF
1438 |   |   |1103_F10f18f11_4752573CRLF
1439 |   |   |   |bgCRLF
1440 |   |   |1103_f12_4761261CRLF
1441 |   |   |   |bgCRLF
1442 |   |   |1103_f25_4394698CRLF
1443 |   |   |   |bgCRLF
1444 ru.zipCRLF
1445 |   |imgCRLF
1446 |   |txtCRLF
1447 |   |   |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF

```

```

1448      └─bgCRLF
1449      └─1103_f07_4752579CRLF
1450      └─bgCRLF
1451      └─1103_F10f18f11_4752573CRLF
1452      └─bgCRLF
1453      └─1103_f12_4761261CRLF
1454      └─bgCRLF
1455      └─1103_f25_4394698CRLF
1456      └─bgCRLF
1457      └─sv.zipCRLF
1458          └─imgCRLF
1459          └─txtCRLF
1460      └─1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1461      └─bgCRLF
1462      └─1103_f07_4752579CRLF
1463      └─bgCRLF
1464      └─1103_F10f18f11_4752573CRLF
1465      └─bgCRLF
1466      └─1103_f12_4761261CRLF
1467      └─bgCRLF
1468      └─1103_f25_4394698CRLF
1469      └─bgCRLF
1470      └─tr.zipCRLF
1471          └─imgCRLF
1472          └─txtCRLF
1473      └─1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1474      └─bgCRLF
1475      └─1103_f07_4752579CRLF
1476      └─bgCRLF
1477      └─1103_F10f18f11_4752573CRLF
1478      └─bgCRLF
1479      └─1103_f12_4761261CRLF
1480      └─bgCRLF
1481      └─1103_f25_4394698CRLF
1482      └─bgCRLF
1483      └─swe2CRLF
1484          └─common.zipCRLF
1485              └─animCRLF
1486      └─logisticsdataCRLF
1487      └─speechCRLF
1488      └─sssCRLF
1489          └─de_DECRLF
1490              └─grammarCRLF
1491                  └─udpCRLF
1492          └─en_GB_CRLF
1493              └─grammarCRLF
1494                  └─udpCRLF
1495          └─en_US_CRLF
1496              └─grammarCRLF
1497                  └─udpCRLF
1498          └─es_ES_CRLF
1499              └─grammarCRLF
1500                  └─udpCRLF
1501          └─es_US_CRLF
1502              └─grammarCRLF
1503                  └─udpCRLF
1504          └─fr_CA_CRLF
1505              └─grammarCRLF
1506                  └─udpCRLF
1507          └─fr_FR_CRLF
1508              └─grammarCRLF
1509                  └─udpCRLF
1510          └─it_IT_CRLF
1511              └─grammarCRLF
1512                  └─udpCRLF
1513          └─ja_JP_CRLF
1514              └─grammarCRLF
1515                  └─udpCRLF
1516      └─ko_KR_CRLF

```



```

1586         |       |       |       |       |
1587         |       |       |       |       |
1588         |       |       |       |       |
1589         |       |       |       |       |
1590         |       |       |       |       |
1591         |       |       |       |       |
1592         |       |       |       |       |
1593         |       |       |       |       |
1594         |       |       |       |       |
1595         |       |       |       |       |
1596         |       |       |       |       |
1597         |       |       |       |       |
1598         |       |       |       |       |
1599         |       |       |       |       |
1600         |       |       |       |       |
1601         |       |       |       |       |
1602         |       |       |       |       |
1603         |       |       |       |       |
1604         |       |       |       |       |
1605         |       |       |       |       |
1606         |       |       |       |       |
1607         |       |       |       |       |
1608         |       |       |       |       |
1609         |       |       |       |       |
1610         |       |       |       |       |
1611         |       |       |       |       |
1612         |       |       |       |       |
1613         |       |       |       |       |
1614         |       |       |       |       |
1615         |       |       |       |       |
1616         |       |       |       |       |
1617         |       |       |       |       |
1618         |       |       |       |       |
1619         |       |       |       |       |
1620         |       |       |       |       |
1621         |       |       |       |       |
1622         |       |       |       |       |
1623         |       |       |       |       |
1624         |       |       |       |       |
1625         |       |       |       |       |
1626         |       |       |       |       |
1627         |       |       |       |       |
1628         |       |       |       |       |
1629         |       |       |       |       |
1630         |       |       |       |       |
1631         |       |       |       |       |
1632         |       |       |       |       |
1633         |       |       |       |       |
1634         |       |       |       |       |
1635         |       |       |       |       |
1636         |       |       |       |       |
1637         |       |       |       |       |
1638         |       |       |       |       |
1639         |       |       |       |       |
1640         |       |       |       |       |
1641         |       |       |       |       |
1642         |       |       |       |       |
1643         |       |       |       |       |
1644         |       |       |       |       |
1645         |       |       |       |       |
1646         |       |       |       |       |
1647         |       |       |       |       |
1648         |       |       |       |       |
1649         |       |       |       |       |
1650         |       |       |       |       |
1651         |       |       |       |       |
1652         |       |       |       |       |
1653         |       |       |       |       |
1654         |       |       |       |       |

```

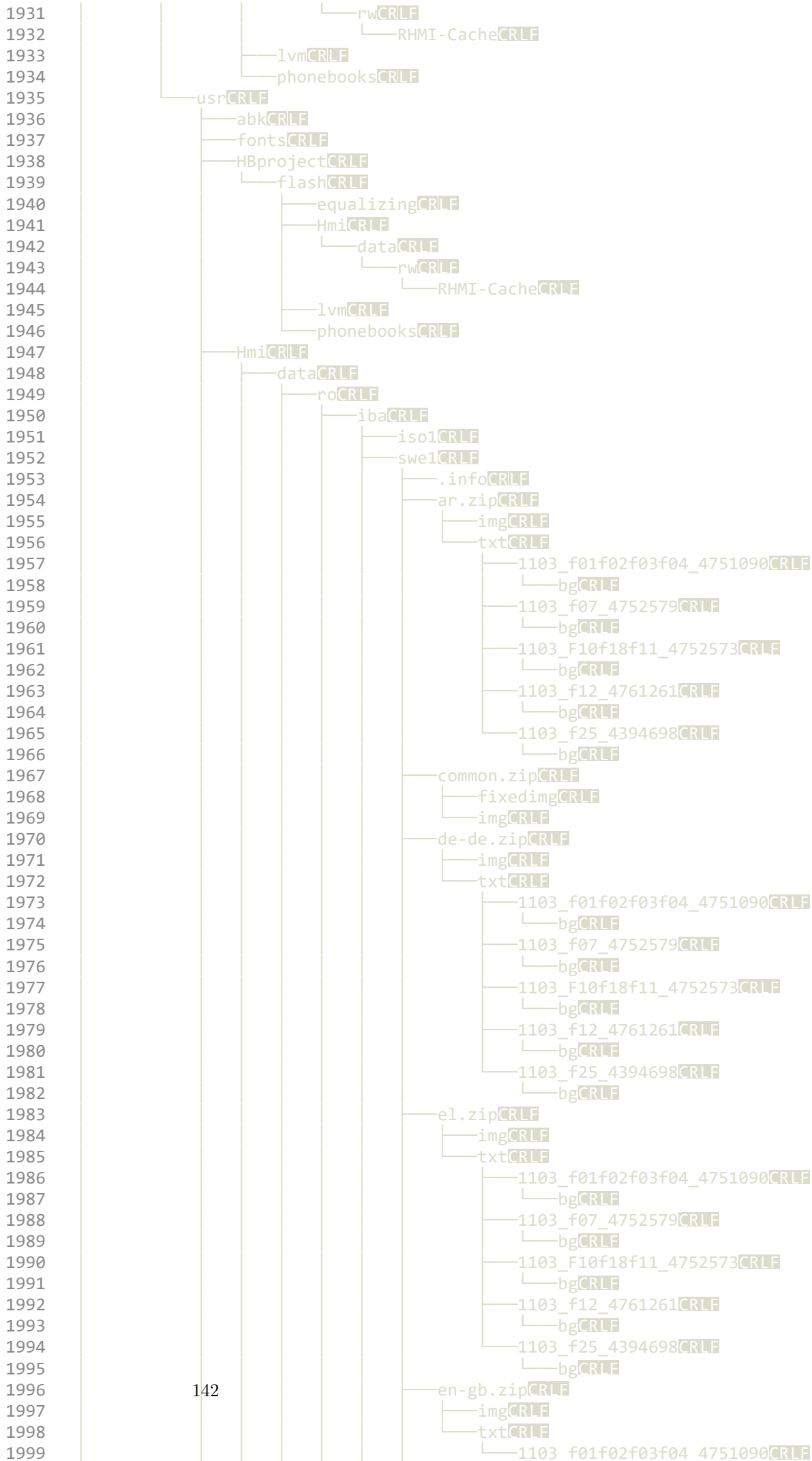
```
1655 |-----textenrolementsCRLF
1656 |-----tmpCRLF
1657 |-----voicerecCRLF
1658 |-----voicetagsCRLF
1659 |-----IBASWE1CRLF
1660 |-----|.infoCRLF
1661 |-----|ar.zipCRLF
1662 |-----|   |imgCRLF
1663 |-----|   |txtCRLF
1664 |-----|     |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1665 |-----|     |   |bgCRLF
1666 |-----|     |1103_f07_4752579CRLF
1667 |-----|     |   |bgCRLF
1668 |-----|     |1103_F10f18f11_4752573CRLF
1669 |-----|     |   |bgCRLF
1670 |-----|     |1103_f12_4761261CRLF
1671 |-----|     |   |bgCRLF
1672 |-----|     |1103_f25_4394698CRLF
1673 |-----|     |   |bgCRLF
1674 |-----|common.zipCRLF
1675 |-----|   |fixedimgCRLF
1676 |-----|   |imgCRLF
1677 |-----|de-de.zipCRLF
1678 |-----|   |imgCRLF
1679 |-----|   |txtCRLF
1680 |-----|     |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1681 |-----|     |   |bgCRLF
1682 |-----|     |1103_f07_4752579CRLF
1683 |-----|     |   |bgCRLF
1684 |-----|     |1103_F10f18f11_4752573CRLF
1685 |-----|     |   |bgCRLF
1686 |-----|     |1103_f12_4761261CRLF
1687 |-----|     |   |bgCRLF
1688 |-----|     |1103_f25_4394698CRLF
1689 |-----|     |   |bgCRLF
1690 |-----|el.zipCRLF
1691 |-----|   |imgCRLF
1692 |-----|   |txtCRLF
1693 |-----|     |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1694 |-----|     |   |bgCRLF
1695 |-----|     |1103_f07_4752579CRLF
1696 |-----|     |   |bgCRLF
1697 |-----|     |1103_F10f18f11_4752573CRLF
1698 |-----|     |   |bgCRLF
1699 |-----|     |1103_f12_4761261CRLF
1700 |-----|     |   |bgCRLF
1701 |-----|     |1103_f25_4394698CRLF
1702 |-----|     |   |bgCRLF
1703 |-----|en-gb.zipCRLF
1704 |-----|   |imgCRLF
1705 |-----|   |txtCRLF
1706 |-----|     |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1707 |-----|     |   |bgCRLF
1708 |-----|     |1103_f07_4752579CRLF
1709 |-----|     |   |bgCRLF
1710 |-----|     |1103_F10f18f11_4752573CRLF
1711 |-----|     |   |bgCRLF
1712 |-----|     |1103_f12_4761261CRLF
1713 |-----|     |   |bgCRLF
1714 |-----|     |1103_f25_4394698CRLF
1715 |-----|     |   |bgCRLF
1716 |-----|es.zipCRLF
1717 |-----|   |imgCRLF
1718 |-----|   |txtCRLF
1719 |-----|     |1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1720 |-----|     |   |bgCRLF
1721 |-----|     |1103_f07_4752579CRLF
1722 |-----|     |   |bgCRLF
1723 |-----|     |1103_F10f18f11_4752573CRLF
```



```

1793         |___bgCRLF
1794   ru.zipCRLF
1795     |___imgCRLF
1796     |___txtCRLF
1797     |___1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1798         |___bgCRLF
1799     |___1103_f07_4752579CRLF
1800         |___bgCRLF
1801     |___1103_F10f18f11_4752573CRLF
1802         |___bgCRLF
1803     |___1103_f12_4761261CRLF
1804         |___bgCRLF
1805     |___1103_f25_4394698CRLF
1806         |___bgCRLF
1807   sv.zipCRLF
1808     |___imgCRLF
1809     |___txtCRLF
1810     |___1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1811         |___bgCRLF
1812     |___1103_f07_4752579CRLF
1813         |___bgCRLF
1814     |___1103_F10f18f11_4752573CRLF
1815         |___bgCRLF
1816     |___1103_f12_4761261CRLF
1817         |___bgCRLF
1818     |___1103_f25_4394698CRLF
1819         |___bgCRLF
1820   tr.zipCRLF
1821     |___imgCRLF
1822     |___txtCRLF
1823     |___1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
1824         |___bgCRLF
1825     |___1103_f07_4752579CRLF
1826         |___bgCRLF
1827     |___1103_F10f18f11_4752573CRLF
1828         |___bgCRLF
1829     |___1103_f12_4761261CRLF
1830         |___bgCRLF
1831     |___1103_f25_4394698CRLF
1832         |___bgCRLF
1833   logisticsCRLF
1834     |___SVK02CRLF
1835     |___SVK04CRLF
1836     |___SVK05CRLF
1837     |___SVK06CRLF
1838   lvmCRLF
1839     |___comifCRLF
1840   MISC CRLF
1841     |___infoCRLF
1842   persistencyCRLF
1843     |___earlyCRLF
1844     |___equalizingCRLF
1845     |___HmiCRLF
1846         |___dataCRLF
1847             |___rwCRLF
1848                 |___RHMI-CacheCRLF
1849     |___lvmCRLF
1850     |___normalCRLF
1851     |___phonebooksCRLF
1852     |___TempHistoryCRLF
1853   POSIXPersistencyCRLF
1854 netCRLF
1855   |___frontCRLF
1856     |___databaseCRLF
1857         |___bootCRLF
1858         140 |___HBASCRLF
1859             |___bootCRLF
1860             |___HBASCRLF
1861             |___bootCRLF

```

```

2000 |-----es.zipCRLF
2001 |       |-----imgCRLF
2002 |-----fr.zipCRLF
2003 |       |-----imgCRLF
2004 |-----it.zipCRLF
2005 |       |-----imgCRLF
2006 |-----nl.zipCRLF
2007 |       |-----imgCRLF
2008 |-----pl.zipCRLF
2009 |       |-----imgCRLF
2010 |-----pt.zipCRLF
2011 |       |-----imgCRLF
2012 |-----ru.zipCRLF
2013 |       |-----imgCRLF
2014 |-----sv.zipCRLF
2015 |       |-----imgCRLF
2016 |-----tr.zipCRLF
2017 |       |-----imgCRLF
2018 |-----swe2CRLF
2019 |       |-----common.zipCRLF
2020 |       |-----animCRLF
2021 |-----PluginsCRLF
2022 |       |-----A4AAppCRLF
2023 |       |-----PIMCRLF
2024 |       |-----TerminalUIAppCRLF
2025 |-----rwCRLF
2026 |       |-----RHMI-CacheCRLF
2027 |-----otfCRLF
2028 |-----libCRLF
2029 |       |-----terminfoCRLF
2030 |       |-----aCRLF
2031 |       |-----qCRLF
2032 |       |-----tCRLF
2033 |       |-----vCRLF
2034 |       |-----xCRLF
2035 |-----optCRLF
2036 |       |-----binCRLF
2037 |-----procCRLF
2038 |-----1CRLF
2039 |-----10CRLF
2040 |-----102437CRLF
2041 |-----11CRLF
2042 |-----12CRLF
2043 |-----12326CRLF
2044 |-----127021CRLF
2045 |-----127025CRLF
2046 |-----127026CRLF
2047 |-----13CRLF
2048 |-----14CRLF
2049 |-----15CRLF
2050 |-----16CRLF
2051 |-----17CRLF
2052 |-----18CRLF
2053 |-----19CRLF
2054 |-----2CRLF
2055 |-----20CRLF
2056 |-----21CRLF
2057 |-----217141CRLF
2058 |-----22CRLF
2059 |-----23CRLF
2060 |-----237616CRLF
2061 |-----237619CRLF
2062 |-----237620CRLF
2063 |-----237622CRLF
2064 |-----237625CRLF
2065 |-----24CRLF
2066 |-----249911CRLF
2067 |-----25CRLF
2068 |-----26CRLF

```

2069 —27CRLF
2070 —28CRLF
2071 —28706CRLF
2072 —28711CRLF
2073 —28712CRLF
2074 —3CRLF
2075 —30CRLF
2076 —31CRLF
2077 —32CRLF
2078 —32809CRLF
2079 —33CRLF
2080 —385080CRLF
2081 —397354CRLF
2082 —4CRLF
2083 —401466CRLF
2084 —4125CRLF
2085 —4132CRLF
2086 —45099CRLF
2087 —45100CRLF
2088 —5CRLF
2089 —53294CRLF
2090 —6CRLF
2091 —65583CRLF
2092 —6688827CRLF
2093 —6692924CRLF
2094 —6692925CRLF
2095 —7CRLF
2096 —8CRLF
2097 —8227CRLF
2098 —9CRLF
2099 —bootCRLF
2100 —selfCRLF
2101 —sbinCRLF
2102 —SDSCRLF
2103 —.infoCRLF
2104 —1-1CRLF
2105 —2-AMBURGOCRLF
2106 —2-BAVIERA=3bMONACO=20DI=20CRLF
2107 —2-BERL=c3=8dNCRLF
2108 —2-BERLINGCRLF
2109 —2-BERLINOcRLF
2110 —2-BR=c3=8aMECRLF
2111 —2-BREMAcRLF
2112 —2-BREMEN=2c=20DEUTSCHLANDCRLF
2113 —2-BREMEN=3bHANSESTADT=20CRLF
2114 —2-COLOGNECRLF
2115 —2-COLONIAcRLF
2116 —2-DEL=20MENO=3bFR=c3=81NCFORT=2CRLF
2117 —2-DI=20BAVIERA=3bMONACO=20CRLF
2118 —2-DORTMUNDcRLF
2119 —2-FR=c3=81NCFORT=20DEL=20MENOcRLF
2120 —2-FRANCFORT=2dSUR=2dLE=2dMAINCRLF
2121 —2-FRANCOFORTEcRLF
2122 —2-FRANKFURT=20AM=20MAINCRLF
2123 —2-HAMBOURGCRLF
2124 —2-HAMBURGCRLF
2125 —2-HAMBURG=3bHANSESTADT=20CRLF
2126 —2-HAMBURGOcRLF
2127 —2-HAN=c3=93VERCRLF
2128 —2-HANNOVERCRLF
2129 —2-HANOVERCRLF
2130 —2-HANOVREcRLF
2131 —2-HANSESTADT=20BREMENCRLF
2132 —2-HANSESTADT=20HAMBURGCRLF
2133 —2-K=c3=96LNCRLF
2134 —144LE=2dMAIN=3bFRANCFORT=2dSUR=2CRLF
2135 —2-M=c3=9aNICHcRLF
2136 —2-M=c3=9cNCHEN=20=28STADT=29CRLF
2137 —2-MAIN=3bFRANCFORT=2dSUR=2dLE=2CRLF

2138 — 2-MAIN=3bFRANKFURT=20AM=20CRLF
 2139 — 2-MENO=3bFR=c3=81NCFORT=20DEL=2CRLF
 2140 — 2-MONACO=20DI=20BAVIERACRLF
 2141 — 2-MUNICHCRLF
 2142 — 2-STOCCARDACRLF
 2143 — 2-STUTTGARTCRLF
 2144 — 2-SUR=2dLE=2dMAIN=3bFRANCFORT=2CRLF
 2145 — 1-10CRLF
 2146 — 2-=c3=85RHUSCRLF
 2147 — 2-AARHUSCRLF
 2148 — 2-ARHUSCRLF
 2149 — 2-COPENAGHENCRLF
 2150 — 2-COPENHAGENCRLF
 2151 — 2-COPENHAGUECRLF
 2152 — 2-K=c3=96PENHAMNCRLF
 2153 — 2-K=c3=98BENHAVNCRLF
 2154 — 2-KOPENHAGENCRLF
 2155 — 2-ODSHERREDCRLF
 2156 — 1-101CRLF
 2157 — 1-102CRLF
 2158 — 1-103CRLF
 2159 — 2-BRESLAUCRLF
 2160 — 2-BRESLAVIACRLF
 2161 — 2-CRACOVIAACRLF
 2162 — 2-CRACOVIECRLF
 2163 — 2-CRACOWCRLF
 2164 — 2-KRAKAUCRLF
 2165 — 2-KRAKOWCRLF
 2166 — 2-LODZ=2c=20WOJ=2e=20LODZKIECRLF
 2167 — 2-POSENCRLF
 2168 — 2-POZNAN=2c=20WOJ=2e=20WIELKOPOCRLF
 2169 — 2-VARSAVIAACRLF
 2170 — 2-VARSOVIAACRLF
 2171 — 2-VARSOVIECRLF
 2172 — 2-WARSAWCRLF
 2173 — 2-WARSCHAUACRLF
 2174 — 2-WARSZAWAACRLF
 2175 — 2-WROCLAWCRLF
 2176 — 1-104CRLF
 2177 — 1-105CRLF
 2178 — 2-=d0=9c=d0=9e=d0=a1=d0=9a=d0=9CRLF
 2179 — 2-=d0=9f=d0=95=d0=a2=d0=95=d0=aCRLF
 2180 — 2-=d0=9f=d0=98=d0=a2=d0=95=d0=aCRLF
 2181 — 2-=d0=a1=2d=d0=9f=d0=95=d0=a2=dCRLF
 2182 — 2-=d0=a1=d0=90=d0=9d=d0=9a=d0=aCRLF
 2183 — 2-=d0=a1=d0=a2=2d=d0=9f=d0=95=dCRLF
 2184 — 2-=d0=a1=d0=a2=2e=20=d0=9f=d0=9CRLF
 2185 — 2-MOSC=c3=9aCRLF
 2186 — 2-MOSCAACRLF
 2187 — 2-MOSCOUCRLF
 2188 — 2-MOSCOWCRLF
 2189 — 2-MOSKAUCRLF
 2190 — 2-MOSKVAACRLF
 2191 — 2-P=c3=89TERSBOURG=3bSAINT=2dCRLF
 2192 — 2-PETERBURGCRLF
 2193 — 2-PETERBURG=3bS=2dCRLF
 2194 — 2-PETERBURG=3bSANKT=2dCRLF
 2195 — 2-PETERBURG=3bST=2dCRLF
 2196 — 2-PETERBURG=3bST=2e=20CRLF
 2197 — 2-PETERSBURG=3bSAINT=20CRLF
 2198 — 2-PETERSBURG=3bSANKT=20CRLF
 2199 — 2-PETERSBURGO=3bSAN=20CRLF
 2200 — 2-PIETROBURGO=3bSAN=20CRLF
 2201 — 2-PITERCRLF
 2202 — 2-S=2dPETERBURGCRLF
 2203 — 2-SAINT=20PETERSBURGCRLF
 2204 — 2-SAINT=2dP=c3=89TERSBOURGACRLF
 2205 — 2-SAN=20PETERSBURGOACRLF
 2206 — 2-SAN=20PIETROBURGOACRLF

2207 — 2-SANKT=20PETERSBURGCR LF
2208 — 2-SANKT=2dPETERBURGCR LF
2209 — 2-ST=2dPETERBURGCR LF
2210 — 2-ST=2e=20PETERBURGCR LF
2211 — 1-107CR LF
2212 — 1-108CR LF
2213 — 1-109CR LF
2214 — 1-11CR LF
2215 — 2-=c3=85RJ=c3=84NG=2c=20V=c3=84CR LF
2216 — 2-=c3=85TVIDABERG=2c=20=c3=96STCR LF
2217 — 2-ALVESTACR LF
2218 — 2-ARVIKACR LF
2219 — 2-BOR=c3=85SCR LF
2220 — 2-EDA=2c=20V=c3=84RMLANDS=20L=cCR LF
2221 — 2-ESKILSTUNACR LF
2222 — 2-ESTOCOLMOCR LF
2223 — 2-FALK=c3=96PING=2c=20V=c3=84STCR LF
2224 — 2-FLENCR LF
2225 — 2-G=c3=96TEBORGCR LF
2226 — 2-G=c3=96TENECR LF
2227 — 2-GISLAVED=2c=20J=c3=96NK=c3=96CR LF
2228 — 2-GOTEBORGCR LF
2229 — 2-GOTEMBURGOCR LF
2230 — 2-GOTHENBURGCR LF
2231 — 2-GOTLANDCR LF
2232 — 2-HALMSTADCR LF
2233 — 2-J=c3=96NK=c3=96PINGCR LF
2234 — 2-JONKOPINGCR LF
2235 — 2-KATRINEHOLM=2c=20S=c3=96DERMACR LF
2236 — 2-KINDACR LF
2237 — 2-LIDK=c3=96PINGCR LF
2238 — 2-LINK=c3=96PINGCR LF
2239 — 2-LINKOPINGCR LF
2240 — 2-LJUNGBY=2c=20KRONOBERGS=20L=cCR LF
2241 — 2-MARK=2c=20V=c3=84STRA=20G=c3=CR LF
2242 — 2-MJ=c3=96LBYCR LF
2243 — 2-NORRK=c3=96PINGCR LF
2244 — 2-NORRKOPINGCR LF
2245 — 2-NORRT=c3=84LJECR LF
2246 — 2-NYK=c3=96PINGCR LF
2247 — 2-NYKOPINGCR LF
2248 — 2-S=c3=84FFLE=2c=20V=c3=84RMLANCR LF
2249 — 2-S=c3=96DERK=c3=96PINGCR LF
2250 — 2-SK=c3=96VDECR LF
2251 — 2-STOCCOLMACR LF
2252 — 2-STOCKHOLMCR LF
2253 — 2-STR=c3=84NGN=c3=84S=2c=20S=c3CR LF
2254 — 2-TUKHOLMACR LF
2255 — 2-UPPSALACR LF
2256 — 2-UPSALACR LF
2257 — 2-V=c3=84RNAMECR LF
2258 — 2-V=c3=84STERVIKCR LF
2259 — 2-V=c3=84XJ=c3=96CR LF
2260 — 2-VAXJOCR LF
2261 — 1-110CR LF
2262 — 1-111CR LF
2263 — 2-BPCR LF
2264 — 2-BUDAPESTCR LF
2265 — 1-112CR LF
2266 — 1-12CR LF
2267 — 2-ALACANT=2c=20COMUNITAT=20VALECR LF
2268 — 2-ALICANTE=2c=20ALICANTE=20PROVCR LF
2269 — 2-ALMER=c3=8dACR LF
2270 — 2-BARCELLONACR LF
2271 — 2-BARCELONACR LF
2272 — 146BARCELONECR LF
2273 — 2-BARTZELONACR LF
2274 — 2-BILBAOCR LF
2275 — 2-BILBOCR LF

2276 — 2-C=c3=93RDOBA**CRLF**
 2277 — 2-CANARIA=3bLAS=20PALMAS=20DE=2**CRLF**
 2278 — 2-CANARIA=3bLAS=20PALMAS=20DI=2**CRLF**
 2279 — 2-CANARIA=3bLAS=20PALMAS=20OF=2**CRLF**
 2280 — 2-CARTAGENA**CRLF**
 2281 — 2-CARTHAG=c3=88NE**CRLF**
 2282 — 2-CASTELL=c3=93=20DE=20LA=20PLA**CRLF**
 2283 — 2-CASTELL=c3=93N=20DE=20LA=20PL**CRLF**
 2284 — 2-CHICLANA=20DE=20LA=20FRONTERA**CRLF**
 2285 — 2-COMPOSTEL=2eLA=3bSANTIAGO=20D**CRLF**
 2286 — 2-COMPOSTELA=3bSANTIAGO=20DE=20**CRLF**
 2287 — 2-COMPOSTELLE=3bSAINT=2dJACQUES**CRLF**
 2288 — 2-CORDOBA**CRLF**
 2289 — 2-CORDOUE**CRLF**
 2290 — 2-CORDOVA**CRLF**
 2291 — 2-CRIST=c3=93BAL=20DE=20LA=20LA**CRLF**
 2292 — 2-CRUZ=20DE=20T=c3=89N=c3=89RIF**CRLF**
 2293 — 2-CRUZ=20DE=20TENERIFE=3bSANTA=**CRLF**
 2294 — 2-CRUZ=20DI=20TENERIFE=3bSANTA=**CRLF**
 2295 — 2-CRUZ=20TENERIFEKOA=3bSANTA=20**CRLF**
 2296 — 2-DI=20GRAN=20CANARIA=3bLAS=20P**CRLF**
 2297 — 2-DI=20TENERIFE=3bSANTA=20CRUZ=**CRLF**
 2298 — 2-ELCHE**CRLF**
 2299 — 2-ELX**CRLF**
 2300 — 2-FRONTERA=3bCHICLANA=20DE=20LA**CRLF**
 2301 — 2-FRONTERA=3bJEREZ=20DE=20LA=20**CRLF**
 2302 — 2-GASTEIZ**CRLF**
 2303 — 2-GRAN=20CANARIA=3bLAS=20PALMAS**CRLF**
 2304 — 2-GRANADA**CRLF**
 2305 — 2-GRENADE**CRLF**
 2306 — 2-HANDIKOA=3bLAS=20PALMAS=20KAN**CRLF**
 2307 — 2-J=c3=81VEA**CRLF**
 2308 — 2-JACQUES=2dDE=2dCOMPOSTELLE=3b**CRLF**
 2309 — 2-JEREZ=20DE=20LA=20FRONTERA**CRLF**
 2310 — 2-KANARIA=20HANDIKOA=3bLAS=20PA**CRLF**
 2311 — 2-LAGUNA=3bSAN=20CRIST=c3=93BAL**CRLF**
 2312 — 2-LAS=20PALMAS=20DE=20GRAN=20CA**CRLF**
 2313 — 2-LAS=20PALMAS=20DI=20GRAN=20CA**CRLF**
 2314 — 2-LAS=20PALMAS=20KANARIA=20HAND**CRLF**
 2315 — 2-LAS=20PALMAS=20OF=20GRAN=20CA**CRLF**
 2316 — 2-M=c3=81LAGA**CRLF**
 2317 — 2-M=c3=9aRCIA**CRLF**
 2318 — 2-MADRID**CRLF**
 2319 — 2-MADRIL**CRLF**
 2320 — 2-MALAGA**CRLF**
 2321 — 2-MALLORCA=3bPALMA=20DE=20**CRLF**
 2322 — 2-MARBELLA**CRLF**
 2323 — 2-MURCIA**CRLF**
 2324 — 2-MURCIE**CRLF**
 2325 — 2-MURTZIA**CRLF**
 2326 — 2-OF=20GRAN=20CANARIA=3bLAS=20P**CRLF**
 2327 — 2-PALMA**CRLF**
 2328 — 2-PALMA=20DE=20MALLORCA**CRLF**
 2329 — 2-PALMAS=20DE=20GRAN=20CANARIA=**CRLF**
 2330 — 2-PALMAS=20DI=20GRAN=20CANARIA=**CRLF**
 2331 — 2-PALMAS=20KANARIA=20HANDIKOA=3**CRLF**
 2332 — 2-PALMAS=20OF=20GRAN=20CANARIA=**CRLF**
 2333 — 2-PLANA=3bCASTELL=c3=93=20DE=20**CRLF**
 2334 — 2-PLANA=3bCASTELL=c3=93N=20DE=2**CRLF**
 2335 — 2-S=c3=89VILLE**CRLF**
 2336 — 2-SAGUNT**CRLF**
 2337 — 2-SAGUNTO**CRLF**
 2338 — 2-SAINT=2dJACQUES=2dDE=2dCOMPOS**CRLF**
 2339 — 2-SAN=20CRIST=c3=93BAL=20DE=20L**CRLF**
 2340 — 2-SANTA=20CRUZ=20DE=20T=c3=89N=**CRLF**
 2341 — 2-SANTA=20CRUZ=20DE=20TENERIFE**CRLF**
 2342 — 2-SANTA=20CRUZ=20DI=20TENERIFE**CRLF**
 2343 — 2-SANTA=20CRUZ=20TENERIFEKOA**CRLF**
 2344 — 2-SANTIAGO=20DE=20COMPOSTEL=2eL**CRLF**

2345 — 2-SANTIAGO=20DE=20COMPOSTELACRLF
2346 — 2-SARAGOSSACRLF
2347 — 2-SARAGOSSECRRLF
2348 — 2-SARAGOZZACRLF
2349 — 2-SEVILLACRLF
2350 — 2-SEVILLECRRLF
2351 — 2-SIVIGLIACRLF
2352 — 2-T=c3=89N=c3=89RIFE=3bSANTA=20CRRLF
2353 — 2-TENERIFE=3bSANTA=20CRUZ=20DE=CRRLF
2354 — 2-TENERIFE=3bSANTA=20CRUZ=20DI=CRRLF
2355 — 2-TENERIFEKOA=3bSANTA=20CRUZ=20CRRLF
2356 — 2-TORRENT=2c=20VAL=c3=88NCIACRLF
2357 — 2-VAL=c3=88NCIACRLF
2358 — 2-VALENCECRRLF
2359 — 2-VALENCIACRLF
2360 — 2-VALENTZIACRLF
2361 — 2-VALLADOLIDCRRLF
2362 — 2-VIGO=2c=20PONTEVEDRACRLF
2363 — 2-VIT=c3=92RIACRLF
2364 — 2-VITORIACRLF
2365 — 2-X=c3=80BIACRLF
2366 — 2-ZARAGOZACRLF
2367 — 1-129CRRLF
2368 — 1-13CRRLF
2369 — 2-=c3=89DIMBOURGCRRLF
2370 — 2-ABERTAWECRLF
2371 — 2-BARNSLEY=2c=20SOUTH=20YORKSHICRLF
2372 — 2-BELFASTCRRLF
2373 — 2-BIRMINGHAMCRRLF
2374 — 2-BOLTON=2c=20LANCASHIRECRRLF
2375 — 2-BRADFORD=2c=20WEST=20YORKSHIRCRRLF
2376 — 2-BRISTOLCRRLF
2377 — 2-CAERDYDDCRRLF
2378 — 2-CAMBRIDGE=2c=20CAMBRIDGESHIRECRRLF
2379 — 2-CARDIFFCRRLF
2380 — 2-CASNEWYDDCRRLF
2381 — 2-COLCHESTERCRRLF
2382 — 2-COVENTRYCRRLF
2383 — 2-DERBYCRRLF
2384 — 2-DONCASTERCRLF
2385 — 2-EDIMBURGOCRRLF
2386 — 2-EDINBURGHCRRLF
2387 — 2-GLASGOWCRRLF
2388 — 2-HUDDERSFIELDCRRLF
2389 — 2-HULLCRRLF
2390 — 2-HULL=3bKINGSTON=20UPON=20CRRLF
2391 — 2-JERSEYCRRLF
2392 — 2-KEYNES=3bMILTON=20CRRLF
2393 — 2-KINGSTON=20UPON=20HULLCRRLF
2394 — 2-LEEDS=2c=20WEST=20YORKSHIRECRRLF
2395 — 2-LEICESTERCRLF
2396 — 2-LINCOLNCRRLF
2397 — 2-LIVERPOOLCRRLF
2398 — 2-LONDONCRRLF
2399 — 2-LONDRACRRLF
2400 — 2-LONDRESCRLF
2401 — 2-M=c3=81NCHESTERCRRLF
2402 — 2-MANCHESTERCRRLF
2403 — 2-MILTON=20KEYNESCRRLF
2404 — 2-NEWCASTLE=20SUR=20TYNECRRLF
2405 — 2-NEWCASTLE=20UPON=20TYNECRRLF
2406 — 2-NEWPORT=2c=20GWENTCRRLF
2407 — 2-NORTHAMPTONCRRLF
2408 — 2-NORWICHCRRLF
2409 — 2-NOTTINGHAMCRRLF
2410 — 148OLDHAMCRRLF
2411 — 2-ON=20TRENT=3bSTOKE=20CRRLF
2412 — 2-ON=2dTRENT=3bSTOKE=2dCRRLF
2413 — 2-PETERBOROUGHCRRLF

2414 — 2-PLYMOUTH CRLF
 2415 — 2-PRESTON=2c=20LANCASHIRE CRLF
 2416 — 2-READING CRLF
 2417 — 2-ROTHERHAM CRLF
 2418 — 2-SHEFFIELD CRLF
 2419 — 2-SOUTHAMPTON CRLF
 2420 — 2-STOCKPORT CRLF
 2421 — 2-STOKE=20ON=20TRENT CRLF
 2422 — 2-STOKE=2dON=2dTRENT CRLF
 2423 — 2-STOKE=2dSUR=2dTRENT CRLF
 2424 — 2-SUR=20TYNE=3bNEWCASTLE=20 CRLF
 2425 — 2-SUR=2dTRENT=3bSTOKE=2d CRLF
 2426 — 2-SWANSEA CRLF
 2427 — 2-TRENT=3bSTOKE=20ON=20 CRLF
 2428 — 2-TRENT=3bSTOKE=2dON=2d CRLF
 2429 — 2-TRENT=3bSTOKE=2dSUR=2d CRLF
 2430 — 2-TYNE=3bNEWCASTLE=20SUR=20 CRLF
 2431 — 2-TYNE=3bNEWCASTLE=20UPON=20 CRLF
 2432 — 2-UPON=20HULL=3bKINGSTON=20 CRLF
 2433 — 2-UPON=20TYNE=3bNEWCASTLE=20 CRLF
 2434 — 2-WARRINGTON=2c=20CHESHIRE CRLF
 2435 — 2-YORK CRLF
 2436 — 1-17 CRLF
 2437 — 2-CORK CRLF
 2438 — 2-DUBL=c3=8dN CRLF
 2439 — 2-DUBLIN CRLF
 2440 — 2-DUBLINO CRLF
 2441 — 1-18 CRLF
 2442 — 1-19 CRLF
 2443 — 1-2 CRLF
 2444 — 2-B=c3=89CS CRLF
 2445 — 2-VIEDEN CRLF
 2446 — 2-VIENA CRLF
 2447 — 2-VIENNA CRLF
 2448 — 2-VIENNE CRLF
 2449 — 2-WIEN CRLF
 2450 — 1-20 CRLF
 2451 — 1-207 CRLF
 2452 — 1-208 CRLF
 2453 — 1-21 CRLF
 2454 — 1-3 CRLF
 2455 — 1-4 CRLF
 2456 — 1-5 CRLF
 2457 — 2-BARI CRLF
 2458 — 2-BOLOGNA=2c=20BOLOGNA=20PROV=2 CRLF
 2459 — 2-BOLOGNE=2c=20=c3=89MILIE=2dRO CRLF
 2460 — 2-BOLONIA CRLF
 2461 — 2-CALABRE=3bREGGIO=20DE=20 CRLF
 2462 — 2-CALABRIA=3bREGGIO=20 CRLF
 2463 — 2-CALABRIA=3bREGGIO=20DI=20 CRLF
 2464 — 2-CALABRIA=3bREGIO=20DE=20 CRLF
 2465 — 2-CATANE CRLF
 2466 — 2-CATANIA CRLF
 2467 — 2-CESENA=2c=20FORL=c3=8c=2dCESE CRLF
 2468 — 2-D=27=c3=89MILIE=3bREGGIO=20 CRLF
 2469 — 2-EMILIA=3bREGGIO=20 CRLF
 2470 — 2-FIRENZE CRLF
 2471 — 2-FLORENCE CRLF
 2472 — 2-FLORENCIA CRLF
 2473 — 2-FLORENZ CRLF
 2474 — 2-G=c3=89NOVA CRLF
 2475 — 2-G=c3=8aNES CRLF
 2476 — 2-GENOA CRLF
 2477 — 2-GENOVA CRLF
 2478 — 2-GENUA CRLF
 2479 — 2-LECCE CRLF
 2480 — 2-MAILAND CRLF
 2481 — 2-MESINA CRLF
 2482 — 2-MESSINA CRLF

2483 — 2-MESSINECRLF
2484 — 2-MIL=c3=81NCRLF
2485 — 2-MILANCRLF
2486 — 2-MILANOCRLF
2487 — 2-N=c3=81POLES CRLF
2488 — 2-NAPLES CRLF
2489 — 2-NAPOLI CRLF
2490 — 2-NEAPEL CRLF
2491 — 2-NELL=27EMILIA=3bREGGIO=20CRLF
2492 — 2-P=c3=89ROUSE CRLF
2493 — 2-PADOUE CRLF
2494 — 2-PADOVA CRLF
2495 — 2-PADUA CRLF
2496 — 2-PALERME CRLF
2497 — 2-PALERMOCRLF
2498 — 2-PARMA CRLF
2499 — 2-PARME CRLF
2500 — 2-PERUGIA CRLF
2501 — 2-PERUSA CRLF
2502 — 2-R=c3=81VENA CRLF
2503 — 2-RAVENNA CRLF
2504 — 2-RAVENNE CRLF
2505 — 2-REGGIO=20CALABRIA CRLF
2506 — 2-REGGIO=20D=27=c3=89MILIE CRLF
2507 — 2-REGGIO=20DE=20CALABRE CRLF
2508 — 2-REGGIO=20DI=20CALABRIA CRLF
2509 — 2-REGGIO=20EMILIA CRLF
2510 — 2-REGGIO=20NELL=27EMILIA CRLF
2511 — 2-REGIO=20DE=20CALABRIA CRLF
2512 — 2-ROM CRLF
2513 — 2-ROMA CRLF
2514 — 2-ROME CRLF
2515 — 2-TORINO CRLF
2516 — 2-TUR=c3=8dNCRLF
2517 — 2-TURIN CRLF
2518 — 2-V=c3=89RONE CRLF
2519 — 2-VENECIA CRLF
2520 — 2-VENEDIG CRLF
2521 — 2-VENEZIA CRLF
2522 — 2-VENICE CRLF
2523 — 2-VENISE CRLF
2524 — 2-VERONA CRLF
2525 — 1-6CRLF
2526 — 2-=c3=89TIENNE=2c=20LOIRE=3bSAI CRLF
2527 — 2-AIX=2dEN=2dPROVENCE CRLF
2528 — 2-ANJOU=3bBAUG=c3=89=2dEN=2dCRLF
2529 — 2-ANJOU=3bCHEMILL=c3=89=2dEN=2dCRLF
2530 — 2-ARLES CRLF
2531 — 2-B=c3=89ZIERS CRLF
2532 — 2-BAUG=c3=89=2dEN=2dANJOU CRLF
2533 — 2-BORDEAUX=2c=20GIRONDE CRLF
2534 — 2-BREST=2c=20FINIST=c3=88RE CRLF
2535 — 2-BURDEOS CRLF
2536 — 2-CERGY=2dPONTOISE CRLF
2537 — 2-CHEMILL=c3=89=2dEN=2dANJOU CRLF
2538 — 2-EL=20HAVRE CRLF
2539 — 2-ESTRASBURGO CRLF
2540 — 2-ETIENNE=3bSAINT=2dCRLF
2541 — 2-HAVRE=3bEL=20CRLF
2542 — 2-HAVRE=3bLE=20CRLF
2543 — 2-LE=20HAVRE CRLF
2544 — 2-LI=c3=93NCRLF
2545 — 2-LILA CRLF
2546 — 2-LILLA CRLF
2547 — 2-LILLE CRLF
2548 — 150-IMOGES CRLF
2549 — 2-LIONE CRLF
2550 — 2-LYON CRLF
2551 — 2-MARNE=2dLA=2dVALL=c3=89E=2c=2CRLF

2552 — 2-MARSEILLECRLF
 2553 — 2-MARSELLACRLF
 2554 — 2-MARSIGLIACRLF
 2555 — 2-MONTPPELLIERCRLF
 2556 — 2-N=c3=8eMESCRLF
 2557 — 2-NANTESCRLF
 2558 — 2-NICECRLF
 2559 — 2-NIMESCRLF
 2560 — 2-NIZACRLF
 2561 — 2-NIZZAACRLF
 2562 — 2-PAR=c3=8dSCRLF
 2563 — 2-PARIGICRLF
 2564 — 2-PARISCRLF
 2565 — 2-PERPI=c3=91=c3=81NCRLF
 2566 — 2-PERPIGNANCRLF
 2567 — 2-PERPIGNANOCRLF
 2568 — 2-PONTOISE=3bCERGY=2dCRLF
 2569 — 2-PROVENCE=3bAIX=2dEN=2dCRLF
 2570 — 2-QUENTIN=2dEN=2dYVELINES=3bSAICRLF
 2571 — 2-QUIMPERCRLF
 2572 — 2-RENNESCRLF
 2573 — 2-S=c3=89NART=2c=20SEINE=2dET=2CRLF
 2574 — 2-SAINT=2d=c3=89TIENNE=2c=20LOICRLF
 2575 — 2-SAINT=2dETIENNECRLF
 2576 — 2-SAINT=2dQUENTIN=2dEN=2dYVELINCRLF
 2577 — 2-STRASBOURGACRLF
 2578 — 2-STRASBURGOCRLF
 2579 — 2-STRASSBURGCRLF
 2580 — 2-TOL=c3=93NCRLF
 2581 — 2-TOLONECRLF
 2582 — 2-TOLOSAACRLF
 2583 — 2-TOULON=2c=20VARCRLF
 2584 — 2-TOULOUSECRLF
 2585 — 2-VALL=c3=89E=2c=20SEINE=2dET=2CRLF
 2586 — 2-YVELINES=3bSAINT=2dQUENTIN=2dCRLF
 2587 — 1-7CRLF
 2588 — 2-AMBERESCRLF
 2589 — 2-ANTWERPCRLF
 2590 — 2-ANTWERPENCRLF
 2591 — 2-ANVERSCRLF
 2592 — 2-ANVERSACRLF
 2593 — 2-BR=c3=9cSSELCRLF
 2594 — 2-BRUSELASCRLF
 2595 — 2-BRUSSELCRLF
 2596 — 2-BRUSSELSACRLF
 2597 — 2-BRUXELLESACRLF
 2598 — 2-CHARLEROICRLF
 2599 — 2-L=c3=9cTTICHCRLF
 2600 — 2-LI=c3=88GECRLF
 2601 — 2-LIEGICRLF
 2602 — 2-LIEJACRLF
 2603 — 2-LUIKCRLF
 2604 — 2-NAMENCRLF
 2605 — 2-NAMURCRLF
 2606 — 1-75CRLF
 2607 — 2-=c3=81GUEDACRLF
 2608 — 2-ABRANTESACRLF
 2609 — 2-ALCOBA=c3=87A=2c=20LEIRIACRLF
 2610 — 2-ALMADA=2c=20SET=c3=9aBALCRLF
 2611 — 2-AVEIROCRLF
 2612 — 2-AZEM=c3=89IS=3bOLIVEIRA=20DE=CRLF
 2613 — 2-BARCELOSACRLF
 2614 — 2-BRAGA=2c=20PORTUGALCRLF
 2615 — 2-BRANCO=2c=20CASTELO=20BRANCO=CRLF
 2616 — 2-CALDAS=20DA=20RAINHAACRLF
 2617 — 2-CANAVESES=3bMARCO=20DE=20CRLF
 2618 — 2-CASCAISACRLF
 2619 — 2-CASTELO=20BRANCOACRLF
 2620 — 2-CASTELO=3bVIANA=20DO=20CRLF

2621 2-CHAVESCRLF
2622 2-CO=c3=8fMBRECRLE
2623 2-COIMBRACRLF
2624 2-CONDE=2c=20PORTO=3bVILA=20DO=CRLF
2625 2-FAFECRLE
2626 2-FAMALIC=c3=830=3bVILA=20NOVA=CRLF
2627 2-FEIRA=3bSANTA=20MARIA=20DA=20CRLF
2628 2-FELGUEIRAS=2c=20PORTOCRLF
2629 2-FIGUEIRA=20DA=20FOZCRLF
2630 2-FOZ=3bFIGUEIRA=20DA=20CRLF
2631 2-FRANCA=20DE=20XIRA=3bVILA=20CRLF
2632 2-FUNCHAL=2c=20ILHA=20DA=20MADECRLF
2633 2-GAIA=2c=20PORTO=3bVILA=20NOVACRLF
2634 2-GONDOMAR=2c=20PORTOCRLF
2635 2-GUIMAR=c3=83ES=2c=20BRAGACRLF
2636 2-LEIRIACRLF
2637 2-LIMA=3bPONTE=20DE=20CRLF
2638 2-LISBOACRLF
2639 2-LISBONCRLF
2640 2-LISBONACRLF
2641 2-LISBONNECRLF
2642 2-LISSABONCRLF
2643 2-LOURESCRLE
2644 2-MAFRACRLF
2645 2-MAIA=2c=20PORTOCRLF
2646 2-MARCO=20DE=20CANAVESESRLF
2647 2-MARIA=20DA=20FEIRA=3bSANTA=20CRLF
2648 2-MATOSINHOS=2c=20PORTOCRLF
2649 2-NOVA=20DE=20FAMALIC=c3=830=3bCRLF
2650 2-NOVA=20DE=20GAIA=2c=20PORTO=3CRLF
2651 2-ODIVELAS=2c=20LISBOACRLF
2652 2-OEIRASCRLF
2653 2-OLIVEIRA=20DE=20AZEM=c3=89ISCRLF
2654 2-OPORTOCRLF
2655 2-OUR=c3=89MCRLF
2656 2-OVARCRLF
2657 2-PAREDES=2c=20PORTOCRLF
2658 2-PENAFIELCRLF
2659 2-POMBAL=2c=20LEIRIACRLF
2660 2-PONTE=20DE=20LIMACRLF
2661 2-PORTOCRLF
2662 2-RAINHA=3bCALDAS=20DA=20CRLF
2663 2-SABUGAL=2c=20GUARDACRLF
2664 2-SANTA=20MARIA=20DA=20FEIRACRLF
2665 2-SANTAR=c3=89MCRLF
2666 2-SANTAREMCRLF
2667 2-SANTO=20TIRSOCRLF
2668 2-SEIXAL=2c=20SET=c3=9aBALCRLF
2669 2-SET=c3=9aBALCRLF
2670 2-SETUBALCRLF
2671 2-SINTRACRLF
2672 2-TIRSO=3bSANTO=20CRLF
2673 2-TONDELACRLF
2674 2-TORRES=20VEDRASCRLE
2675 2-VEDRAS=3bTORRES=20CRLF
2676 2-VIANA=20DO=20CASTELOCRLE
2677 2-VILA=20DO=20CONDE=2c=20PORTOCRLF
2678 2-VILA=20FRANCA=20DE=20XIRACRLF
2679 2-VILA=20NOVA=20DE=20FAMALIC=c3CRLF
2680 2-VILA=20NOVA=20DE=20GAIA=2c=20CRLF
2681 2-VISEUCRLF
2682 2-XIRA=3bVILA=20FRANCA=20DE=20CRLF
2683 1-76CRLF
2684 1-77CRLF
2685 2-=c3=85BOCRLF
2686 152ESBOCRLF
2687 2-ESPOOCRLF
2688 2-HELSINGFORSCRLE
2689 2-HELSINKICRLF

2759 └─zn5CRLF
 2760 └─wavesCRLF
 2761 ──de_DECRLF
 2762 ──de_DE_22kHzCRLF
 2763 └─g10CRLF
 2764 └─wavesCRLF
 2765 └─waves_SDS_CRLF
 2766 └─waves_VInfoCRLF
 2767 ──e1_GR_CRLF
 2768 ──e1_GR_22kHzCRLF
 2769 └─eb0CRLF
 2770 └─wavesCRLF
 2771 ──en_GB_CRLF
 2772 ──en_GB_22kHzCRLF
 2773 └─ca0CRLF
 2774 └─wavesCRLF
 2775 └─waves_SDS_CRLF
 2776 └─waves_VInfoCRLF
 2777 ──en_RR_22kHzCRLF
 2778 └─ca0CRLF
 2779 └─wavesCRLF
 2780 └─waves_SDS_CRLF
 2781 └─waves_VInfoCRLF
 2782 ──en_US_CRLF
 2783 ──en_US_22kHzCRLF
 2784 └─kr0CRLF
 2785 └─wavesCRLF
 2786 └─waves_SDS_CRLF
 2787 └─waves_VInfoCRLF
 2788 ──es_ES_CRLF
 2789 ──es_ES_22kHzCRLF
 2790 └─z10CRLF
 2791 └─wavesCRLF
 2792 └─waves_SDS_CRLF
 2793 └─waves_VInfoCRLF
 2794 ──fr_FR_CRLF
 2795 ──fr_FR_22kHzCRLF
 2796 └─mc0CRLF
 2797 └─wavesCRLF
 2798 └─waves_SDS_CRLF
 2799 └─waves_VInfoCRLF
 2800 ──hu_HU_CRLF
 2801 ──hu_HU_22kHzCRLF
 2802 └─mh0CRLF
 2803 └─wavesCRLF
 2804 ──it_IT_CRLF
 2805 ──it_IT_22kHzCRLF
 2806 └─cm0CRLF
 2807 └─wavesCRLF
 2808 └─waves_SDS_CRLF
 2809 └─waves_VinfoCRLF
 2810 ──ja_JP_22kHzCRLF
 2811 └─so0CRLF
 2812 └─waves_SDS_CRLF
 2813 ──ko_KR_22kHzCRLF
 2814 └─s11CRLF
 2815 └─waves_SDS_CRLF
 2816 ──nl_NL_CRLF
 2817 ──nl_NL_22kHzCRLF
 2818 └─ck0CRLF
 2819 └─wavesCRLF
 2820 └─waves_SDS_CRLF
 2821 └─waves_VInfoCRLF
 2822 ──pl_PL_CRLF
 2823 ──pl_PL_22kHzCRLF
 2824 └─es0CRLF
 2825 └─wavesCRLF
 2826 ──pt_PT_CRLF
 2827 ──pt_PT_22kHzCRLF


```

2966 |-----1103_f07_4752579CRLF
2967 |       |-----bgCRLF
2968 |-----1103_F10f18f11_4752573CRLF
2969 |       |-----bgCRLF
2970 |-----1103_f12_4761261CRLF
2971 |       |-----bgCRLF
2972 |-----1103_f25_4394698CRLF
2973 |       |-----bgCRLF
2974 |-----pt.zipCRLF
2975 |       |-----imgCRLF
2976 |       |-----txtCRLF
2977 |-----1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
2978 |       |-----bgCRLF
2979 |-----1103_f07_4752579CRLF
2980 |       |-----bgCRLF
2981 |-----1103_F10f18f11_4752573CRLF
2982 |       |-----bgCRLF
2983 |-----1103_f12_4761261CRLF
2984 |       |-----bgCRLF
2985 |-----1103_f25_4394698CRLF
2986 |       |-----bgCRLF
2987 |-----ru.zipCRLF
2988 |       |-----imgCRLF
2989 |       |-----txtCRLF
2990 |-----1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
2991 |       |-----bgCRLF
2992 |-----1103_f07_4752579CRLF
2993 |       |-----bgCRLF
2994 |-----1103_F10f18f11_4752573CRLF
2995 |       |-----bgCRLF
2996 |-----1103_f12_4761261CRLF
2997 |       |-----bgCRLF
2998 |-----1103_f25_4394698CRLF
2999 |       |-----bgCRLF
3000 |-----sv.zipCRLF
3001 |       |-----imgCRLF
3002 |       |-----txtCRLF
3003 |-----1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
3004 |       |-----bgCRLF
3005 |-----1103_f07_4752579CRLF
3006 |       |-----bgCRLF
3007 |-----1103_F10f18f11_4752573CRLF
3008 |       |-----bgCRLF
3009 |-----1103_f12_4761261CRLF
3010 |       |-----bgCRLF
3011 |-----1103_f25_4394698CRLF
3012 |       |-----bgCRLF
3013 |-----tr.zipCRLF
3014 |       |-----imgCRLF
3015 |       |-----txtCRLF
3016 |-----1103_f01f02f03f04_4751090CRLF
3017 |       |-----bgCRLF
3018 |-----1103_f07_4752579CRLF
3019 |       |-----bgCRLF
3020 |-----1103_F10f18f11_4752573CRLF
3021 |       |-----bgCRLF
3022 |-----1103_f12_4761261CRLF
3023 |       |-----bgCRLF
3024 |-----1103_f25_4394698CRLF
3025 |       |-----bgCRLF
3026 |-----swe2CRLF
3027 |       |-----common.zipCRLF
3028 |       |-----animCRLF
3029 |-----PluginsCRLF
3030 |       |-----A4AppCRLF
3031 |       |-----PIMCRLF
3032 |       |-----TerminalUIAppCRLF
3033 |-----rwCRLF
3034 |       |-----RHMI-CacheCRLF

```


DECLARAÇÃO

Declaro, sob compromisso de honra, que o trabalho apresentado neste Projeto, com o título “*Análise Forense não invasiva em automóveis*”, é original e foi realizado por Estudante Humberto Jorge Martins Rodrigues (2213204) sob orientação de Professor Doutor Miguel Cerdeira Marreiros Negrão.

Leiria, Setembro de 2024

Estudante Humberto Jorge Martins Rodrigues