

Automatisch Treinbeïnvloedingssysteem

De werking en het storingsherstel van het Automatisch Treinbeïnvloedingssysteem van de Sprinter LightTrain



Afstudeerverslag

Afstudeerstage NedTrain
Februari – juni 2015
Rick Driessen (09094032)
Student Elektrotechniek
aan de Haagse Hogeschool

Begeleiders
Dhr. ing. P. Coster (NedTrain)
Dhr. ing. P. Witte (HHS)
Dhr. ing. T. Wiegers (HHS)

© 2015 NS, Utrecht. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Automatisch Treinbeïnvloedingssysteem

De werking en het storingsherstel van het Automatisch Treinbeïnvloedingssysteem van de Sprinter LightTrain

*When a train goes through a tunnel and it gets dark,
you don't throw away the ticket and jump off.
You sit still and trust the engineer.*

Corrie Ten Boom (verzetsstrijder)

Voorwoord

Voor u ligt het eindproduct van mijn zeventien weken durende afstudeerstage bij NedTrain. De afstudeerstage vormt het afsluitende onderdeel van de opleiding Elektrotechniek aan de Haagse Hogeschool. Vanaf februari 2015 heb ik het Automatisch Treinbeïnvloedingssysteem van de Sprinter LightTrain grondig bestudeerd en mijn bevindingen in dit verslag gebundeld.

Het spoorwezen is bijzonder. Dagelijks verschijnt er wel een kritische kop over NS in de krant, op ieder verjaardagsfeest wordt er over het OV gediscussieerd en voor veel forenzen begint de werkdag al mopperend over vertragingen op het spoor. Maar weinig mensen weten echter dat ruim 30.000 mannen en vrouwen zich iedere dag inzetten voor veilig, punctueel en comfortabel vervoer door heel Nederland. De afgelopen periode ben ik erachter gekomen dat een spoor zonder vertragingen een utopie is. Treinen gaan nu eenmaal stuk en in zo'n complexe organisatie als NS gaan nou eenmaal dingen mis. Maar wat mij nog meer verraste, is de drive van al die mannen en vrouwen, die er toch volledig voor gaan om de trein op tijd te laten rijden. Met die gedachte stap ik tegenwoordig de trein in.

De afstudeerstage was leuk! Ik ben er met een ietwat vage opdrachtomschrijving ingestapt. Daardoor was ik in het begin nog wat zoekende: het schrijven van een naslagdocument leek wellicht wat makkelijk, maar het opstellen van een afhandelsscenario voor iedere error code was misschien wel weer onmogelijk. De vele activiteiten naast de eigenlijke opdracht zorgden ervoor dat ik iedere dag met plezier naar Leidschendam fietste of de trein naar Utrecht nam. Dan heb ik het over de trainingen en activiteiten vanuit NS, het bezoeken van een congres, samen met het Kernteam storingzoeken, en het geven van een presentatie. Het mooiste moment was toch wel toen ik een laptop en een paar sleutels in mijn handen gedrukt kreeg en de woorden "hij staat op spoor acht, je weet wel hoe het werkt hé?!" te horen kreeg. Ik heb nog nooit zo voorzichtig een sleutel in een contactslot gestoken...

Mijn complimenten gaan uit naar de vele treinliefhebbers van NedTrain, NS, Bombardier, ADSE en Railforum die ik tijdens deze periode heb mogen ontmoeten en die me verder hebben geholpen bij mijn opdracht. In het bijzonder wil ik bij NedTrain mijn begeleider Peter Coster voor alle begeleiding en enthousiasmerende gesprekken bedanken. Net als Pauline Poot-Geertman voor haar opgewekte karakter dat team A deed opfleuren en ook haar kritische blik op mijn verslagen. Peter Snoey voor zijn opvang. Jacco Visser voor de basislessen in treinonderhoud en het ATB. En natuurlijk de rest van het SLT-team!

Ik hoop dat mijn inzet en plezier die ik in dit verslag gestoken heb tijdens het lezen tot uiting komt.

Rick Driessen

Leidschendam, 4 Juni 2015

Samenvatting

Ter afsluiting van de vierjarige studie Elektrotechniek aan de Haagse Hogeschool is het aan de student een afstudeerstage te organiseren en uit te voeren. Dit verslag beschrijft het verloop en het resultaat van een afstudeeropdracht bij NedTrain.

NedTrain is verantwoordelijk voor het onderhoud van de relatief nieuwe Sprinter LightTrain (SLT). Door een nieuwe wijze van aanbesteding was NedTrain minder betrokken bij de ontwikkeling en bouw van deze trein. Dit resulteerde in een tekort aan directe kennis over het onderhoud van de nieuwe onderdelen van de trein, waaronder dat van het Automatische Trein Beïnvloedingssysteem (ATB). Het ATB informeert de bestuurder over de toegestane en werkelijke snelheid en zal, wanneer de toegestane snelheid overschreden wordt, ingrijpen. Daarmee is het systeem cruciaal voor de veiligheid en verdient het goed functioneren daarvan dan ook een hoge prioriteit. Het ATB heeft echter incidenteel last van storingen en de monteurs van de SLT beschikken niet altijd over de benodigde expertise om al deze problemen adequaat op te lossen. Vanuit NedTrain ontstond er de behoefte de problematiek rond het ATB in kaart te brengen. Dit was de doelstelling van de afstudeeropdracht.

Het ATB is een complex systeem dat uit veel verschillende onderdelen bestaat. Wanneer er een defect in het ATB optreedt, is het voor de monteur noodzakelijk om er zo snel mogelijk achter te komen welke Line-Replaceable Unit deze storing veroorzaakt. In de praktijk blijkt dit lastig te zijn. Door het uitvoeren van een literatuurstudie, het houden van gesprekken met monteurs en het verrichten van metingen aan de SLT is veel informatie over het ATB verkregen. Aan de hand van deze informatie is naast de functie van de verschillende onderdelen, ook de interne werking uitvoerig beschreven. Doordat de fabrikant niet alle informatie heeft vrijgegeven, bleek het niet mogelijk om daadwerkelijk in de software van de onderdelen te kijken. Daardoor is het lastig (of zelfs onmogelijk) om het complete systeem, bestaande uit een keten van black boxes, als geheel te doorgronden.

Bij het analyseren van een defect spelen er zo veel parameters een rol, dat exact dezelfde situatie praktisch gezien niet twee keer zal voorkomen. Dit maakt van het storingzoeken van het ATB meer een vorm van behendigheid. Ter verbetering van dit proces zou de Root Cause Analysis (RCA) kunnen helpen. Met de RCA is het mogelijk om systematisch ervaringen en informatie op te slaan en over te dragen. Er is gekeken naar hoe Bombardier RCS een RCA uitvoert. Dit proces is geanalyseerd en er zijn aanbevelingen uit voortgekomen zodat het RCA-proces verbeterd kan worden.

Uit een frequentieanalyse blijkt dat bepaalde error codes opmerkelijk vaker voorkomen dan andere codes. Daarnaast blijkt dat SLT's met ETCS Level 2 (een uitbreiding op het gangbare ATB) aan boord bijna vijf keer vaker service nodig hadden dan SLT's zonder deze uitbreiding. En dat het vervangen van het zegel van de ATB-schakelaar de helft van de serviceaanvragen betrof. Deze informatie kan gebruikt worden voor toekomstige beslissingen over de ERTMS pilot en de verplichting van het ATB-zegel.

Het laatste onderdeel van dit verslag beschrijft de verschillende correctieve onderhoudshandelingen van het ATB van de SLT. Hiervoor is informatie uit verschillende presentaties aangevuld met productbeschrijvingen en kennis voorkomend uit gesprekken met monteurs. De handelingen

worden stapsgewijs en op een uniforme wijze behandeld, zodat ze ook voor iemand zonder specialistische ervaring uit te voeren zijn.

Inhoud

Voorwoord	v
Samenvatting	vii
Inhoud	ix
Figuren- en tabellenlijst	xiii
Afkortingen	xv
Begrippenlijst	xxi
1 Projectachtergrond	1
1.1 Omschrijving afstudeerstage	1
1.2 NedTrain.....	1
1.3 De Sprinter LightTrain	1
1.4 De werking van het ATB.....	2
1.5 Opdrachtomschrijving.....	4
1.6 Projectdoelen.....	5
1.7 Werkwijze	5
1.8 Leeswijzer.....	5
1.9 Scope.....	5
2 Achtergrondinformatie	7
2.1 Overzicht van het complete ATB.....	7
2.1.1 Centrale ATB-installatie	8
2.2 Randapparatuur	11
2.2.1 ATB-paneel	11
2.2.2 Human Machine Interface	11
2.2.3 Pulsopnemer	12
2.2.4 ATB-antenne	12
2.2.5 Rij-/remhendel	13
2.2.6 Toongenerator	14
2.3 Specific Transmission Module.....	14
2.3.1 Gedetailleerde werking van de STM	15
2.3.2 Opbouw en aansluitingen van de STM	16
2.3.3 Controle-LEDs van de STM	18
2.3.4 Uitlezen van de testjacks van de STM.....	19
2.3.5 Opbouw diagnosegeheugen van de STM	20
2.3.6 Error codes van de STM	21
2.4 Train Interface Unit.....	22
2.5 Train Signalling Gateway.....	24
2.5.1 Vehicle Control Unit.....	24
2.5.2 Functie en werking van de MOBAD	27
2.5.3 Functie en werking van de AE-logger.....	28
2.6 Speed and Distance Processor	29
2.7 Automatic Train Protection - Central Unit.....	30
2.8 Bus Coupling Transformer	31
2.8.1 Aansluitingen van de BCT.....	31
2.8.2 Controle LEDs van de BCT	32
2.9 Speed and Distance Unit.....	32

2.10	Vital Digital I/O Unit	33
2.11	Automatische Rit Registratie	34
2.12	Train Control and Management System	35
3	Betrouwbaarheidsanalyse	39
3.1	Analyse ATB serviceaanvragen	39
3.1.1	Serviceaanvragen per trein	39
3.1.2	Serviceaanvragen per error code.....	40
3.1.3	Zegelaanvragen	40
3.2	Frequentieanalyse error codes	41
3.2.1	STM	41
3.2.2	TSG	42
3.2.3	SDP	42
3.2.4	ATP-CU	43
4	Storingsanalyse (Root Cause Analysis).....	45
5	Correctieve onderhoudshandelingen	49
5.1	STM	49
5.1.1	Software laden	49
5.1.2	Uitlezen	54
5.1.3	Analyseren	55
5.1.4	Veelvoorkomende error codes	58
5.1.5	Nota bene.....	59
5.2	TSG	59
5.2.1	Software laden	59
5.2.2	Uitlezen	62
5.2.3	Analyseren	62
5.3	SDP	63
5.3.1	Software laden	63
5.3.2	Uitlezen	65
5.3.3	Analyseren	66
5.3.4	Veelvoorkomende error codes	67
5.4	ATP-CU	67
5.4.1	Software laden	68
5.4.2	Uitlezen	70
5.4.3	Analyseren	71
5.4.4	Veelvoorkomende error codes	72
5.5	MOBAD.....	72
5.5.1	Configureren	73
5.6	AE-logger	75
5.6.1	Uitlezen	75
5.7	ARR.....	76
5.7.1	Uitlezen	76
5.7.2	Analyseren	77
5.8	CCU-D.....	77
5.8.1	Veelvoorkomende error codes	78
5.9	ATB-paneel.....	79

5.9.1	Software laden	79
5.10	SDP Log Extractor	80
6	Resultaten & conclusies	83
7	Discussie & aanbevelingen.....	85
8	Reflectie & leermomenten.....	87
Bijlage		89
	Bibliografie	90
	Terminalcodes voor STM	92
	Terminalcodes voor VCU.....	93
	Terminalcodes voor TSG (extra ten opzichte van VCU)	95
	Betekenis waarden Teloc EVA Professional	96
	Plan van Aanpak.....	99

Figuren- en tabellenlijst

Figuur 1: Impressie van de SLT	2
Figuur 2: Schematische weergave van het interlockings-principe van het ATB-EG	3
Figuur 3: Schematische weergave van de werking van het ATB-Vv	3
Figuur 4: Schematische weergave van de werking van het ERTMS (Level 2)	4
Figuur 5: De onderdelen van het ATB van de SLT	7
Figuur 6: Indeling SLT	8
Figuur 7: Schematische weergave centrale ATB-installatie	9
Figuur 8: Centrale ATB-installatie	10
Figuur 9: Het ATB-paneel met snelheidsindicator, signaallichten en knoppen	11
Figuur 10: Het HMI met diagnosecodes	12
Figuur 11: Pulsopnemer	12
Figuur 12: Een ATB-antenne	13
Figuur 13: Toongenerator	14
Figuur 14: Centrale ATB-installatie (STM).....	14
Figuur 15: Flowchart STM	16
Figuur 16: Opbouw STM	17
Figuur 17: Aansluitingen STM	18
Figuur 18: Opbouw van het geheugen van de STM.....	20
Figuur 19: Opbouw van de error codes van de STM.....	21
Figuur 20: Centrale ATB-installatie (TIU)	22
Figuur 21: Positie van de TIU ten opzichte van VDX'en	23
Figuur 22: Complexere weergave van de TIU met haar relais	23
Figuur 23: Centrale ATB-installatie (TSG).....	24
Figuur 24: De VCU	25
Figuur 25: MOBAD	28
Figuur 26: AE-logger.....	29
Figuur 27: Centrale ATB-installatie (SDP).....	30
Figuur 28: Centrale ATB-installatie (ATP-CU).....	30
Figuur 29: Centrale ATB-installatie (BCT).....	31
Figuur 30: Centrale ATB-installatie (SDU)	33
Figuur 31: Centrale ATB-installatie (VDX)	34
Figuur 32: Automatische Rit Registratie (Teloc 1500)	34
Figuur 33: Schermafbeelding van Teloc EVA Professional	35
Figuur 34: Schematische weergave van het TCMS	35
Figuur 35: Locatie CCU's in Elektroniekasten	37
Figuur 36: Serviceaanvragen naar locatie.....	39
Figuur 37: Serviceaanvragen naar error code.....	40
Figuur 38: Veelvoorkomende error codes in STM	41
Figuur 39: Veelvoorkomende error codes in TSG	42
Figuur 40: Veelvoorkomende error codes in SDP	42
Figuur 41: Veelvoorkomende error codes in ATP-CU	43
Figuur 42: ATB-antennes met daaronder de lusplank	51
Figuur 43: Aansluitingen van ATB-codegever	51

Figuur 44: Instellingen ATBConfig	52
Figuur 45: Laden van software op de TSG	60
Figuur 46: MOBAD	73
Figuur 47: BeginscherM MAPP-Tool	74
Figuur 48: WerkscherM MAPP-Tool.....	74
Figuur 49: Geheugen wissen van het ATB-paneel	80
Tabel 1: Gebruikte modulatiefrequenties binnen het ATB.....	13
Tabel 2: Modules en beschrijvingen STM	17
Tabel 3: Controle-LEDs van de STM	18
Tabel 4: Testjacks van de STM	19
Tabel 5: Locaties error codes van de STM	22
Tabel 6: Aansluitingen van de VCU	26
Tabel 7: Opbouw geheugenmodules van de VCU	26
Tabel 8: Betekenissen van controle-LEDs	27
Tabel 9: Betekenissen combinaties controle-LEDs	27
Tabel 10: Standen MOBAD	28
Tabel 11: Aansluitingen van de BCT.....	31
Tabel 12: Controle-LEDs van de BCT	32
Tabel 13: Betekenis van Link Connect States.....	57
Tabel 14: Betekenis van ATB-codes	58

Afkortingen

Engels/Nederlands

AE	Application Event
AE-log	Application error log
ARR	Automatische Rit Registratie
ASK	Amplitude Shift Keying
ATB	Automatische Trein Beïnvloedingssysteem
ATB++	Geplande uitbreiding op het ATB-EGS
ATB-EG	ATB Eerste Generatie
ATB-Vv	ATB Verbeterde versie
ATP	Automatic Train Protection
ATP-CU	Automatic Train Protection - Central Unit
ATP-OB	Automatic Train Protection - Onboard systems
BB	Buiten Bedrijf
BCT	Bus Coupling Transformer
BELL	Continues bell
BIU	Brake Interface Unit
BPR	By-Pass Relais
BRR	Brake Release Relais
BT	Brake Test
BTM	Balise Transmissie Module
CAU	Compact Antenne Unit
CCU	Central Computing Unit
CCU-C	Central Computing Unit Comfort
CCU-D	Central Computing Unit Diagnose
CCU-O	Central Computing Unit Operation
CRC	Cyclic Redundancy Check
DMI	Driver Machine Interface
DRU	Data Recorder Unit
EB	Emergency Brake
EBFR	Emergency Brake Feedback Relais
EBR	Emergency Brake Relais
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EMD	Electrical Medium Distance
ERTMS	European Railway Traffic Management System
ESD+	Electrical Short Distance Plus
ETCS	European Train Control System
EVC	European Vital computer
FEPRM	Flash Erasable Programmable Read Only Memory
FFFIS	From Fit Funtional Interface Specification
FID	File ID
FIS	Functional Interface Specification

FMECA	Failure mode, effects and criticality analysis
FPGA	Field-Programmable Gate Array
FS	Fleed Service
FS	Fail Safe
GSM	Global System for Mobile communication
GSM-R	GSM Railway
GU	Gateway Unit
HBU	Hulpinstallatieomvormer
HDFCOS	Hilbren van Doorn FoutCode OpzoekSysteem
HMI	Human Machine Interface
HR	High Reliability
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning
HW	Hardware
I/O	Input/Output
IP	Internet Protocol
ISC	Instandhoudingsconcepten
JRU	Juridical Recording Unit
KT	Kernteam
LDD	Leidschedam
LEU	Lineside Electronic Unit
LID	Line ID
LRU	Line-Replaceable Unit
MBN	Matrieel Besturingscentrum NedTrain
MCB	Miniature Circuit Breaker
ME	Maintenance Engineer
MIO	Modulair Input/Output
MMI	Man Machine Interface
MOBAD	MOde/Batterie/ADress-Stecker
MTTF	Mean Time To Failure
MVB	Multifunctional Vehicle Bus
N O&S	Naslagwerk voor Onderhoud & Storingzoeken
NBB	Niet Buiten Bedrijf
NSR	NS Reizigers
NVS	Non-Volatile Storage
OB	Onderhoudsbedrijf
ODL	Onboard Data Logger
OGF	Optical Glass Fibres
OPM	Operational Data Memory
PB	Profibus
PM	Platform Master
PS	Platform Slave
PVI	Product Version Information
RAM	Random-Access Memory

RAMS	Reliability, Availability, Maintainability and Safety
RBR	Redundant Brake Relais
RCA	Root Cause Analysis
RCS	Rail Control Solutions
RE	Reliability Engineer
ROM	Read-Only Memory
RTM	Real Time Monitoring
RTS	Runtime System
RTW	Real Time Watchdog
SB	Service Brake
SB	Service Bedrijf
SDA	Safe Device Address
SDP	Speed and Distance Processor
SDU	Speed and Distance Unit
SE	System Event
SLT	Sprinter LightTrain
SM	System Event
SNG	Sprinter Nieuwe Generatie
SORA	Symptoom, Oorzaak, Remedie en Actie
SPL	Safe PROFIBUS Library
SRAM	Static Random-Access Memory
SSB	Single Stroke Bell
STM	Special Transition Module
STS	Stoptonend Sein
STU-V	Safe Transmission Unit - Vehicle
SW	Software
TBD	To Be Defined
TCMS	Train Control and Management System
TCN	Train Communication Network
TCO	Traction Cut-off Order
TID	Task ID
TIU	Train Interface Unit
TRR	Traction Release Relais
TS	Transportation Systems
TSBM	Train Set Brake Manager
TSG	Train Signalling Gateway
VCU	Vehicle Control Unit
VDX	Vital Digital I/O Unit
VM	Vloot Management
VSS	Visual Source Safe
WTB	Wire Train Bus

Duits

A-Box	Ausgabe Box
AOZ	Ausfaltoffenbarungszeit
DC	Gleichstrom
EA	Empfangsantenne
E-Box	Eingabe Box
ED	Elektrodynamisch
EKUE	Empfangskanal-Ueberwachung
EP	Elektropneumatisch
FIS	Fahrgastinformationssystem
HBL	Hauptluftbehälterleitung
HBU	Hilfsbetriebeumrichter
HdF	Herstellung der Funktion
HL	Hauptluftleitung
KTE	Kleinste Tauschbare Einheit
LM	Leuchtmelder
LSS	Leitungsschutzschalter, frühere Verwendung „KS“ (Kleinschalter)
LZB	Linienförmige Zugbeeinflussung
MFA	Multifunktionsanzeige, Bediengerät ATB
NBÜ	Notbremsüberbrückung
NRV	Nachbar-Rechner-Verbindung
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
RTB/ATP	Automatische Zugbeeinflussung / Automatic Train Protection
SBS	Schnellbremsschleife
SiFa	Sicherheits-Fahrschaltung
STL	Stückliste
Tf	Triebfahrzeugführer
TSBM	Train Set Brake Manager, GU, ZBM, BCU
V-Box	Verarbeitung Box
WIG	Wegimpulsgeber
ZBM	Zugbremsmanager
+DAWE1	Dach Wagenende 1
+DAWE2	Dach Wagenende 2
+FGDWE1GT	Fahrgastraum Decke Wagenende 1 Gerätetafel
+FGDWE2GT	Fahrgastraum Decke Wagenende 2 Gerätetafel
+FINVS	Führerraum Inventarschrank
+FPBF	Führerpult Bedienfeld
+FPUB	Führerpult Unterbau
+FPUB	Führerpult Unterbau
+FPUBL	Führerpult Unterbau links
+FPUBR	Führerpult Unterbau rechts
+FRELS	Führerraum Elektronischschrank

+FRGRS Führerraum Geräteschrank

mABk1 Wagen A

mB1 Wagen C

B1 Wagen D

mABk2 Wagen B

mABk3 Wagen A

mB2 Wagen E

AB Wagen C

B2 Wagen D

mB3 Wagen F

mABk4 Wagen B

m Motor

A Erste Klasse

B Zweite Klasse

k Kopf

Begrippenlijst

Application event. Een type error code van de VCU. AE's worden gebruikt voor het aangeven van errors of diagnoses die te maken hebben met de software op de VCU. Voorbeelden zijn "ATP A 4A20R1E3 STM in failure state", waarbij de STM een error heeft gedetecteerd en in failure state is gezet, en "ATP A A001S1C3 Invalid direction signal combination received", waarbij er iets mis gaat met de aangegeven rijrichting.

Baudrate. Eenheid die het aantal symbolen dat per seconde over een seriële dataverbinding verzonden wordt aangeeft. De term wordt vaak verward met de eenheid bits per seconde, maar een symbool is een niet-standaard gedefinieerd aantal bits.

Binaire getal. Getal uit het 2-tallig stelsel bestaande uit 0 en 1. Dit stelsel wordt veel in de digitale techniek gebruikt. De 1 staat vaak voor positief en de 0 voor negatief.

CAN (Controller Area Network). Een standaard voor een seriële databus die veel gebruikt wordt om elektronische onderdelen in voertuigen aan elkaar te koppelen. Een CAN-bus maakt realtime communicatie mogelijk, omdat iedere node een vaste prioriteit heeft en de node met de hoogste prioriteit voorrang krijgt.

Decimaal getal. Getal uit het 10-tallig stelsel wat in het dagelijks leven het meest gangbaar is.

FPGA (Field-Programmable Gate Array). Chip met beschrijfbare logische componenten waarop programma's kunnen worden beschreven. Een groot verschil met "normale" chips is dat FPGA's hardwarematig voor specifieke taken beschreven worden en daardoor extra flexibel inzetbaar zijn.

Handshaking. Geautomatiseerd proces in de telecommunicatie dat een verbinding tussen twee eenheden opzet. Tijdens dat proces reageren de twee eenheden op elkaar, zodat ze er beide zeker van zijn dat er een goede verbinding tot stand komt.

Hexadecimaal. Getal uit het 16-tallig stelsel dat veel in de digitale techniek wordt gebruikt. De cijfers 0 tot en met 9 zijn uitgebreid met A, B, C, D, E en F. De waarde 1F staat bijvoorbeeld voor 31 decimaal en is 0001 1111 in het binaire stelsel. Het woord hexadecimaal wordt vaak afgekort tot hex en een getal begint vaak met 00x.

I/O (Input/Output). Term uit de digitale techniek. Signalen die worden ontvangen staan voor input en signalen die worden verstuurd voor output. Input kan uit een sensor komen (zoals een ATB-antenne) en output in een actuator gaan (zoals de remmen).

MVB (Multifunction Vehicle Bus). Veldbus die zich beperkt tot één rijtuig. Er zijn drie types beschikbaar: ESD (koperdraden voor afstanden tot 20 meter), EMD (afgeschermd koperdraden voor afstanden tot 200 meter) en OGF (glasvezeldraden voor afstanden tot 2000 meter).

PROFIBUS (Process Field Bus). 2-draads industriële databus waarmee componenten zoals sensoren, actuatoren en controller informatie uitwisselen. PROFIBUS levert, net als CAN, master-slave communicatie samen met een token mechanisme. CAN heeft vaak een hogere datasnelheid en is bedoeld voor kortere afstanden en PROFIBUS is langzamer, maar kan langere afstanden aan.

Redundantie. Het dubbel of zelfs driedubbel uitvoeren van een technisch systeem ten behoeve van de bedrijfszekerheid en/of veiligheid. Er zijn verschillende soorten redundante systemen. Zo kan het zijn dat het ene systeem het andere overneemt wanneer het eerste systeem uitvalt, of dat de verschillende systemen elkaar controleren (zoals bij de STM). Bij het principe Fail-safe zet het systeem zichzelf naar de meest veilige toestand wanneer er een fout ontdekt wordt. Bij de STM betekent dit een shutdown.

Relais. Elektromagnetisch bediende schakelaar. Hiermee kunnen hoge voltages op een veilige manier geschakeld worden.

System event. Een type error code van de VCU. SE's worden gebruikt voor het aangeven van errors of diagnoses die te maken hebben met het besturingssysteem. Voorbeelden zijn "dvc addr not found", waarbij het adres van een apparaat niet gevonden kan worden (door een defecte of ontbrekende MOBAT), en "Doublebusfault error has occurred", waarbij twee bus errors direct na elkaar plaatsvinden.

TCN (Train Communication Network). Netwerk dat op grote schaal gebruikt wordt in treinen. Het TCN bestaat uit twee verschillende bussen: de MVB en WTB.

Terminal (terminal emulation program). Applicatie waarmee het onder meer mogelijk is om via een computer te communiceren met een ander apparaat. De communicatie vindt vaak tekstueel plaats (de gebruiker voert eenvoudige commando's in en het apparaat geeft tekst of hexadecimale data terug) en gaat via een seriële verbinding (bijvoorbeeld RS232). Voorbeelden van terminals zijn DCUTerm, HyperTerminal en Terminal by Bray++.

UTC (Universal Time Coordinated). Een standaard tijd die in de hele wereld gebruikt wordt voor het reguleren van klokken. Het UTC gaat uit van de Engelse tijdzone (Greenwich) en houdt geen rekening met zomer- of wintertijd. In de zomer moeten er twee uur bij de UTC worden toegevoegd om tot de Nederlandse tijd te komen en in de winter slechts één.

WTB (Wire Train Bus). Veldbus om de trein in zijn geheel, dus alle rijtuigen tezamen, met elkaar te verbinden.

1 Projectachtergrond

In dit hoofdstuk wordt de totstandkoming van de opdracht uitgelegd. Daarnaast wordt er een korte introductie over de Sprinter LightTrain en het Automatische Treinbeïnvloedingssysteem gegeven. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een gedetailleerde opdrachtschrijving en een leeswijzer voor dit document.

1.1 Omschrijving afstudeerstage

Ter afsluiting van de vierjarige studie Elektrotechniek aan de Haagse Hogeschool is het aan de student een afstudeerstage te organiseren en uit te voeren. Deze stage geldt als meesterproef, waarbij de student kan laten zien wat hij tijdens zijn studieloopbaan geleerd heeft. De opleiding stelt enkel de voorwaarde dat het een elektrotechnische opdracht op hbo-niveau is met een onderzoekend karakter. De afstudeerstage duurt zeventien weken en wordt afgesloten met een verdediging.

1.2 NedTrain

Sinds 1937 is de Nederlandse Spoorwegen (NS) verantwoordelijk voor het personenvervoer over het Nederlandse spoor. Als staatsbedrijf met een monopoliepositie groeide NS gestaag tot zij in 1995 verzelfstandigde, waarbij de Nederlandse Staat 100% eigenaar bleef. De verzelfstandiging duurde tot 2003, waarbij NS en ProRail van elkaar werden losgeknipt. Het onderhoud en de exploitatie van het spoor valt onder de verantwoordelijkheid van ProRail, waarbij ProRail juridisch en organisatorisch los staat van NS. Binnen NS zijn er verschillende bedrijfsonderdelen: de stations en hun omgevingen worden verzorgd door NS Stations, binnenlands reizigersvervoer wordt verzorgd door NS Reizigers, reizigersvervoer naar het buitenland is in handen van NS Internationaal, de buitenlandse reizigersvervoerder van NS is Abellio en het onderhoud van al het materieel valt onder NedTrain.

Sinds 1999 is NedTrain verantwoordelijk voor het onderhoud van al het rollend materieel van NS. Naast onderhoud en service herstelt NedTrain schade, verzorgt zij de modernisering en revisie van grote materieelseries en reinigt zij dagelijks honderden treinen. Daarnaast is NedTrain nauw betrokken bij de aanschaf van nieuw materieel.

1.3 De Sprinter LightTrain

De Sprinter LightTrain (SLT), weergegeven in Figuur 1, is een elektrische trein die bedoeld is voor sprinter-diensten. SLT's rijden op trajecten in stedelijk gebied waar ze op veel plaatsen stoppen. De treinen hebben een open en overzichtelijk interieur. Ze zijn dusdanig ontworpen dat ze snel kunnen optrekken en afremmen en dat reizigers gemakkelijk kunnen in- en uitstappen. Na een aanbestedingstraject werden de eerste SLT's in 2005 besteld. In totaal zijn er 131 SLT's geleverd door een consortium bestaande uit Bombardier Transportation Systems en Siemens Mobility. De SLT is op veel onderdelen verbeterd ten opzichte van haar voorgangers, de MAT'64 en SGM. Naast watergekoelde motoren, airconditioning en een reizigersinformatiesysteem met displays, is de SLT ook voorzien van een nieuw en volledig digitaal Automatisch Treinbeïnvloedingssysteem (ATB). De volledige naam van dit systeem is het Specific Transmission Module – Automatisch Treinbeïnvloedingssysteem (het STM-ATB). Door een nieuwe wijze van aanbesteden werd NedTrain echter minder betrokken bij de ontwikkeling en bouw van de trein dan voorheen. Hierdoor werd bij het onderhoudspersoneel minder kennis over de nieuwe onderdelen van het systeem opgebouwd.

Als reactie hierop startte NedTrain een pilot: het Kernteam. Het Kernteam bestaat momenteel uit twaalf monteurs die gespecialiseerd zijn in SLT-specifieke herstellingen en vervangingen. Door opleidingen en uitsluitend aan de SLT te sleutelen doen de monteurs veel kennis en ervaring op, meer dan de allround opgeleide monteurs.



Figuur 1: Impressie van de SLT

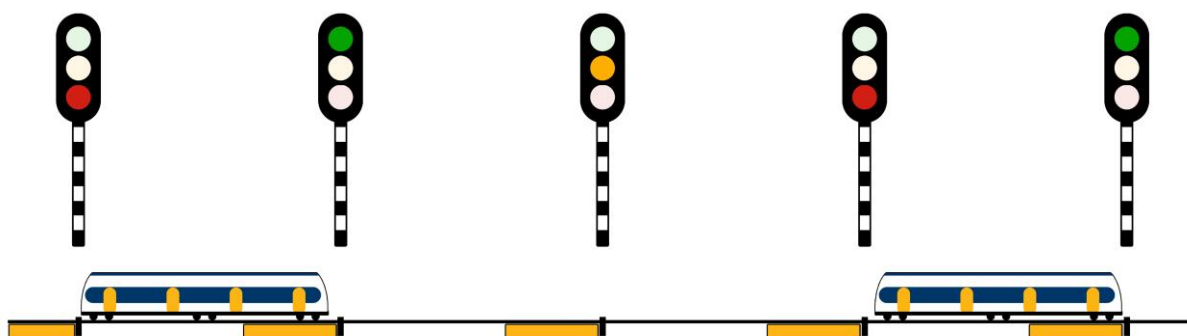
1.4 De werking van het ATB

Omdat het spoor steeds drukker werd, ontstond begin vorige eeuw de vraag naar een veiligheidssysteem dat botsingen voorkomt. De Amerikaanse Union Switch and Signal Corporation ontwikkelde daartoe in de jaren twintig het treinbeïnvloedingssysteem pulse code cab signalling voor de Pennsylvania Railroad. De rechten van dit systeem werden vervolgens overgenomen door het Franse Alstom, dat daarna verantwoordelijk werd voor de ontwikkelingen van treinbeïnvloeding in Nederland. De functie van het treinbeïnvloedingssysteem is het ondersteunen van de machinist in een veilige dienstuitvoering. In 1970 was ongeveer honderd kilometer spoorlijn voorzien van het ATB Eerste Generatie (ATB-EG). Sinds de introductie hebben er verschillende verbeterlagen plaatsgevonden. Zo werd het systeem bij het ATB Nieuwe Generatie (ATB-NG) voorzien van bakens in het spoor die de maximumsnelheid aangeven en werkt het ATB Verbeterde versie (ATB-Vv) ook bij lage snelheden. Tegenwoordig rijdt vrijwel ieder land met haar eigen treinbeïnvloedingssysteem. Omdat deze systemen niet compatibel met elkaar zijn, heeft een trein die bijvoorbeeld van Zwitserland naar Servië rijdt vijf verschillende systemen nodig. Met die reden begon in de jaren negentig de discussie over een Europees systeem. Dit European Rail Traffic Management System (ERTMS) wordt niet alleen een standaard voor alle Europese landen, maar maakt het spoor ook veiliger en poogt de capaciteit te verhogen. Het doel is dat in 2022 alle Nederlandse treinen van ERTMS (Level 2) zijn voorzien.¹

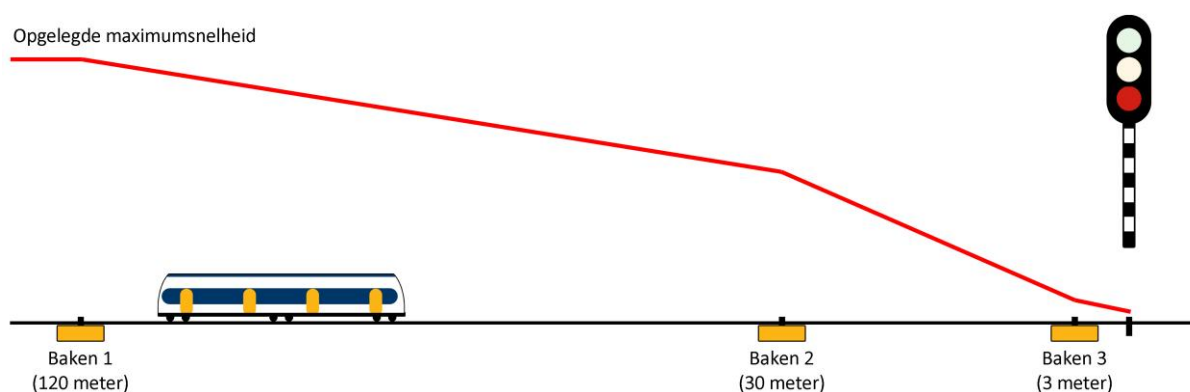
Het ATB-EG werkt als volgt: tussen de twee spoorstaven wordt een spanning aangebracht. Wanneer een trein over het spoor rijdt, sluiten de stalen wielen een stroomkring met de spoorstaven (een spoorstroomloop). Het spoor detecteert de trein, er wordt een relais geschakeld en het spoorwegsein van dat baanvak gaat op rood: andere treinen mogen dat baanvak dan niet meer gebruiken; het voorgaande baanvak krijgt een geel sein: andere treinen moeten een verlaagde snelheid aanhouden; en het baanvak daarvoor een groen sein: het baanvak is vrij toegankelijk.

¹ <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/openbaar-vervoer/veiligheid-spoor/ertms>

Tegelijkertijd krijgt de machinist een maximumsnelheid, een baanvak-snelheid, opgelegd. Dit principe wordt interlocking genoemd. Dit proces wordt verduidelijkt in Figuur 2. Het ATB in de trein bepaalt de werkelijke snelheid en vergelijkt die met de toegestane snelheid. Wanneer de machinist gedurende enkele seconden te hard rijdt (de tijd is afhankelijk van de situatie), dan voert het ATB een noodremming uit. Omdat ATB-EG alleen actief is bij snelheden hoger dan 40 kilometer per uur, is de het systeem uitgebreid met bakens; het ATB-Vv. Voor een stop-tonend sein, bijvoorbeeld een rood spoorwegsein, liggen op drie afstanden bakens. Detecteert de trein een stop-frequentie van een baken, dan wordt een remcurve berekend en waakt de ATB-Vv treinapparatuur erover dat de trein het snelheidsprofiel van die remcurve niet overschrijdt. Gebeurt dat toch, dan activeert het ATB de noodrem. Deze uitbreiding wordt weergegeven in Figuur 3. In Hoofdstuk 2 wordt dieper op het ATB ingegaan. De opbouw en werking worden modulair uitgewerkt.



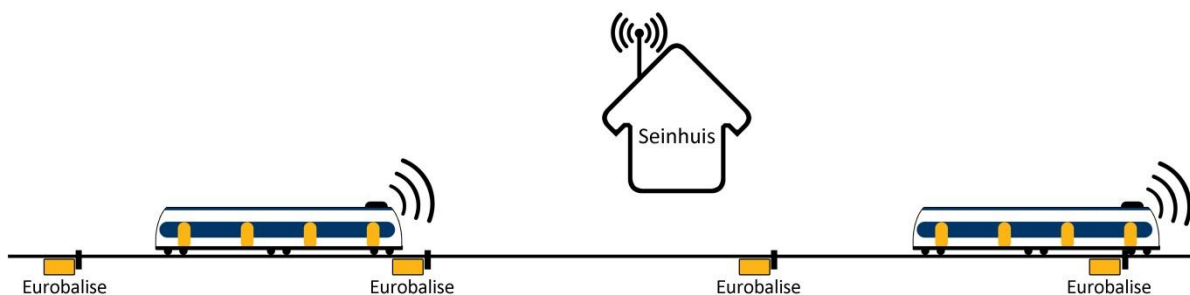
Figuur 2: Schematische weergave van het interlockings-principe van het ATB-EG



Figuur 3: Schematische weergave van de werking van het ATB-Vv

Bij het ERTMS (Level 3) rijdt de trein over eurobalises (ERTMS-bakens). De eurobalises bevinden zich op vaste punten op het spoor (om iedere 500 tot 1500 meter) en fungeren als locatiebakens. Wanneer een trein (trein A) over een eurobalise heen rijdt, dan geeft de trein door middel van een GSM-R-verbinding aan de wal door waar deze zich bevindt. Met de wal wordt de infrastructuur buiten de trein bedoeld. Bestaande uit onder andere het spoor, Radio Block Controllers (controle centra) en seinhuizen. De wal bepaalt waar de voorgaande trein (trein B) zich bevindt en berekent de benodigde remweg voor het geval dat trein B een noodremming inzet. De wal stuurt deze informatie door naar trein A, die vervolgens een maximum snelheid aan de machinist geeft. Het ERTMS heeft verschillende toepassingsniveaus (Level STM en Level 0 t/m 3). Een hoger level geeft een hogere vorm van autonomie voor de trein en een hoger veiligheidsniveau aan. Bij Level STM staat het nationale ATB nog steeds centraal, maar is deze opgebouwd volgens ERTMS-standaarden.

Een trein is dan niet Europees interoperabel, maar het systeem beschikt wel over een zodanige opbouw en digitale infrastructuur dat het ombouwen naar een ERTMS omgeving daardoor relatief eenvoudig is. Level 1 heeft (vrijwel) dezelfde functionaliteiten als het nationale ATB, maar is Europees interoperabel. Het ERTMS Level 2 maakt geen gebruik meer van seinen. Bij Level 2 wordt de trein door eurobalises en spoorstroomlopen gedetecteerd, maar informatie over snelheid en afstand wordt per GSM-R (GSM netwerk bedoeld voor het treinverkeer) aan de trein overgedragen. De seinen vervallen en de machinist wordt op zijn cabinedisplay geïnformeerd over de veilige snelheid. Figuur 4 geeft een schematische weergave van dit systeem weer. Bij Level 3 is de treindetectie in de baan geschrapt. De trein detecteert zijn positie door eurobalises en geeft deze via GSM-R door aan de wal. Spoorstroomlopen komen dan te vervallen. Bij Level 0 is er geen ERTMS in het spoor aanwezig en rijdt de machinist op zicht. De invoering van ERTMS in Nederland gebeurt geleidelijk. Het doel is dat in 2022 alle Nederlandse treinen voorzien zijn van ERTMS Level 2. In 2030 moeten de drukst bereden spoorlijnen van ERTMS te zijn voorzien. Tot en met 2028 is er € 2,5 miljard beschikbaar voor de inbouw en het onderhoud van dit beveiligingssysteem.² De SLT is relatief eenvoudig naar ERTMS om te bouwen. Het huidige STM-ATB kan grotendeels in de trein blijven, maar het moet wel van nieuwe software worden voorzien. Daarnaast moeten er verschillende systemen (zoals het Balise Transmission System en GSM-R systeem) geïnstalleerd worden.



Figuur 4: Schematische weergave van de werking van het ERTMS (Level 2)

1.5 Opdrachtomschrijving

Het ATB van de SLT is volledig digitaal en klaar voor de invoer van het nieuwe ERTMS. Het systeem heeft echter af en toe last van storingen. Het Kernteam is weliswaar gespecialiseerd in het repareren van de SLT, maar beschikt niet altijd over de benodigde expertise om deze problemen adequaat op te lossen en moet dit daarom vaak uitbesteden aan de leveranciers Siemens en Bombardier Rail Control Solutions (RCS). Vanuit NedTrain ontstond er daarom behoefte aan een bruikbaar document waarmee het Kernteam meer inzicht in het ATB kan krijgen. Vanuit deze behoefte is de afstudeeropdracht uiteengelegd in vijf onderdelen: (1) het eigen maken van de werking van het ATB van de SLT; (2) het maken van een beschrijving van de werking van het ATB; (3) het inventariseren van de mogelijke storingen met de bijbehorende reactie van het ATB (FMECA); (4) het opstellen van zogenaamde afhandelscenario's bij de meest voorkomende storingen; (5) het overdragen van de opgedane kennis aan de monteurs. De opdrachtomschrijving is verder uitgewerkt in het Plan van Aanpak (deze is te vinden in de bijlage).

² <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2014/04/11/kabinet-kiest-voor-europees-treinbeveiligingssysteem.html>

1.6 Projectdoelen

Het eindproduct van de afstudeeropdracht bestaat uit een projectverslag en een presentatie voor de monteurs. De projectdoelen zijn verder omschreven in het Plan van Aanpak.

1.7 Werkwijze

Voor het opstellen van de beschrijving van het ATB en de werkbeschrijvingen is de bestaande documentatie bij elkaar verzameld, geïndexeerd en grondig bestudeerd. Ontbrekende kennis is verkregen door navraag te doen bij monteurs en leveranciers. Daarnaast zijn conflicterende beschrijvingen aan de hand van praktijkonderzoek verbeterd. Voor de erroranalyses is het ATB van een tiental SLT's uitgelezen. Deze data zijn vervolgens geanalyseerd.

1.8 Leeswijzer

Ter bevordering van het gebruikersgemak zijn de achtergrondinformatie en de correctieve onderhoudshandelingen in zo toegankelijk mogelijk Nederlands opgesteld. De lijst met afkortingen beschrijft meer afkortingen dan in het verslag vermeld staan. Omdat de documentatie van de producenten vaak niet alle gebruikte afkortingen uitlegt, kan deze lijst gebruikt worden als naslagwerk. De illustraties in dit verslag zijn, enkele uitzonderingen daargelaten, door de auteur gemaakt. De gebruikte foto's komen uit NedTrain databases en productbeschrijvingen en zijn door onbekende personen gemaakt.

1.9 Scope

Dit document beschrijft verschillende technische eigenschappen, veelvoorkomende handelingen en error codes van het Automatisch Treinbeïnvloedingssysteem van de SLT. Het heeft betrekking op alle SLT's die rijden met het STM-ATB. Er wordt gefocust op het systeem zoals dat medio juni 2015 is geconfigureerd met System Release Note 5.3.0.5.

2 Achtergrondinformatie

In dit hoofdstuk wordt de opbouw en werking van het ATB besproken en vormt een verdieping van hetgeen in Paragraaf 1.4 aan de orde is gesteld. Het gaat hierbij om de STM-ATB van de SLT, zoals geconfigureerd volgens System Release Note 5.3.0.5. Dit is een ATB van het type EBI Cab 2000 van de fabrikant Bombardier. Het doel van dit hoofdstuk is monteurs en geïnteresseerden meer achtergrondinformatie te geven. Onderdelen kunnen los van elkaar gelezen worden en voorkennis is niet noodzakelijk.

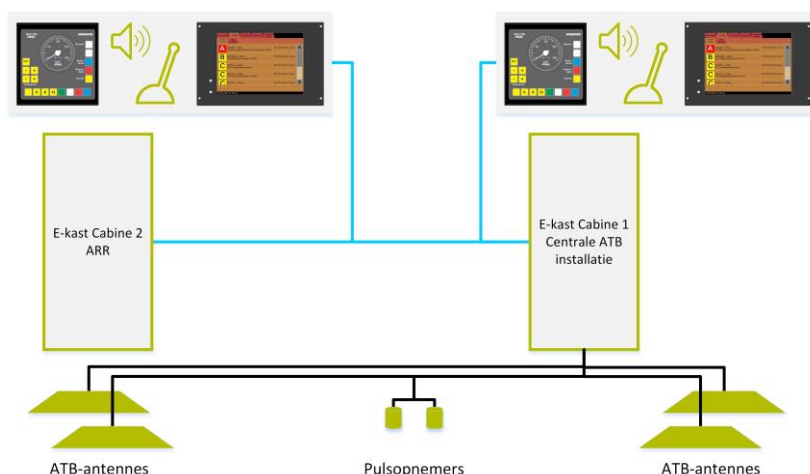
2.1 Overzicht van het complete ATB

Het ATB is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

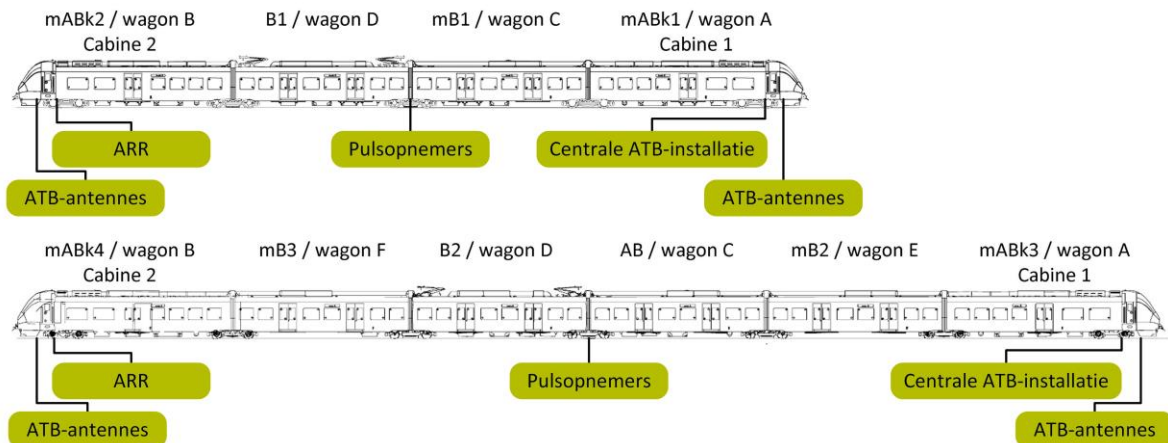
- één centrale ATB-installatie in de elektroniekast;
- twee ATB-informatiedisplays voor de machinist;
- twee toongeneratoren voor het bel- en gongsignaal;
- vier ATB-antennes voor het opvangen van signalen;
- twee pulsopnemers voor het bepalen van de huidige rijrichting en snelheid.

Daarnaast zijn er ook twee rij-/remhendels en twee diagnosedisplays met het ATB verbonden, maar deze maken niet direct deel uit van het ATB. De SLT maakt gebruik van een geavanceerd besturingssysteem, namelijk het Train Control and Management System (TCMS). Het ATB is met het TCMS verbonden. De Automatische Rit Registratie (ARR) is dat ook en registreert een selectief aantal signalen waaronder ook signalen afkomstig van het ATB.

Een schematische weergave van alle onderdelen van het ATB is afgebeeld in Figuur 5. Sommige onderdelen van het ATB zijn dubbelzijdig uitgevoerd. In eerste instantie is dit nodig zodat de trein beide kanten op kan rijden. Daarnaast controleren sommige dubbelzijdige systemen elkaar, wat de betrouwbaarheid verhoogt. Iedere cabine beschikt over een multifunctioneel ATB-informatiedisplay met snelheidsmeter, diagnosedisplay (HMI), toongenerator en remhendel. Onder iedere cabine bevindt zich twee ATB-antennes en één pulsopnemer. De centrale ATB-installatie bevindt zich in de elektroniekast van Cabine 1. De Automatische Rit Registratie bevindt zich in de elektroniekast van Cabine 2. De locaties van de onderdelen zijn weergegeven in Figuur 6.



Figuur 5: De onderdelen van het ATB van de SLT

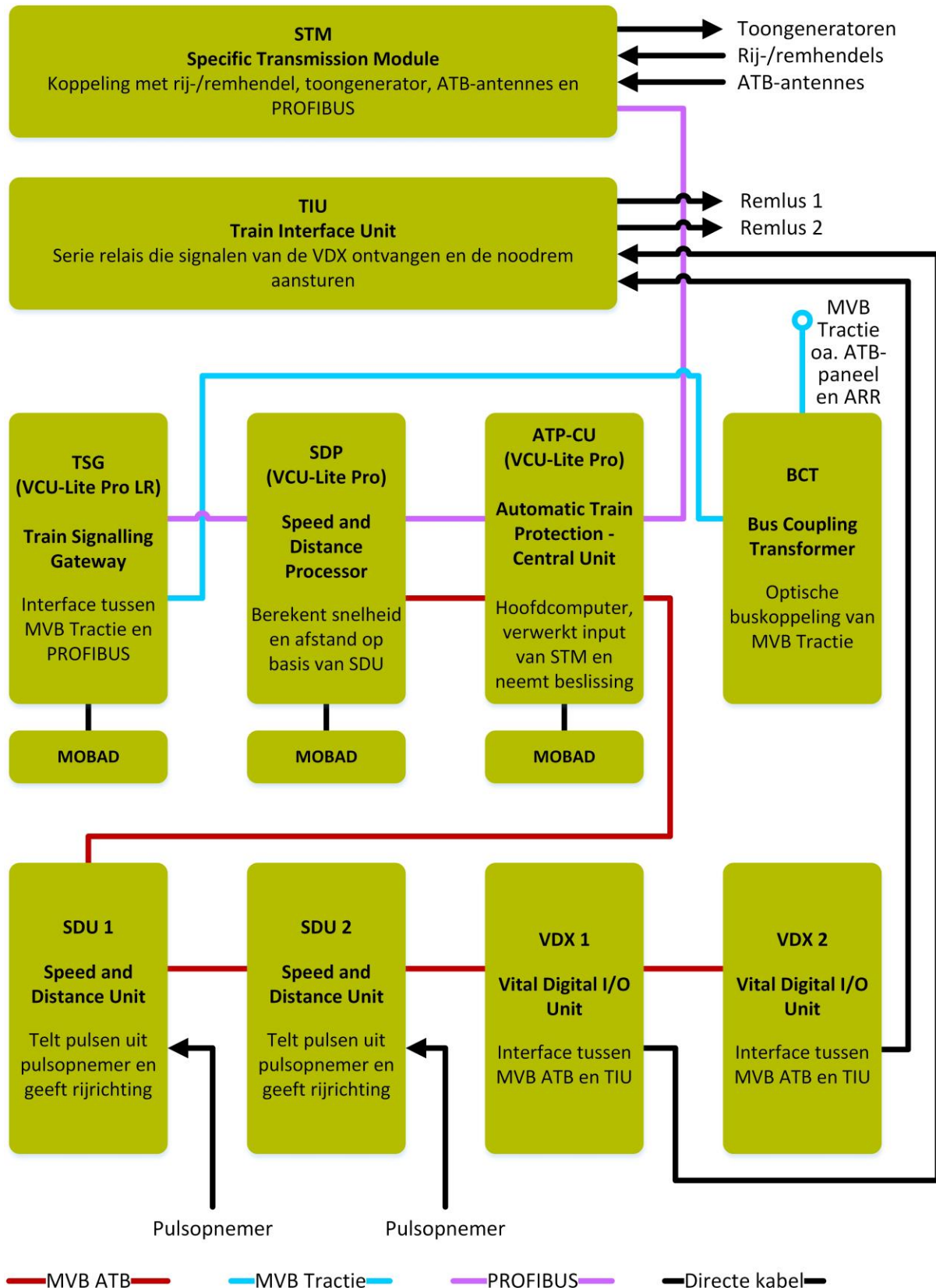


Figuur 6: Indeling SLT

Het ATB van de SLT is opgebouwd als Specific Transmission Module - Automatisch Treinbeïnvloedingssysteem (STM-ATB). Dit is een nationaal treinbeïnvloedingssysteem, dat is opgebouwd vanuit de eisen van ERTMS op Level STM. Een upgrade naar ERTMS Level 2 is relatief eenvoudig door te voeren. De handelingen voor deze upgrade staan beschreven in SLT ETCS DeltaDescription.

2.1.1 Centrale ATB-installatie

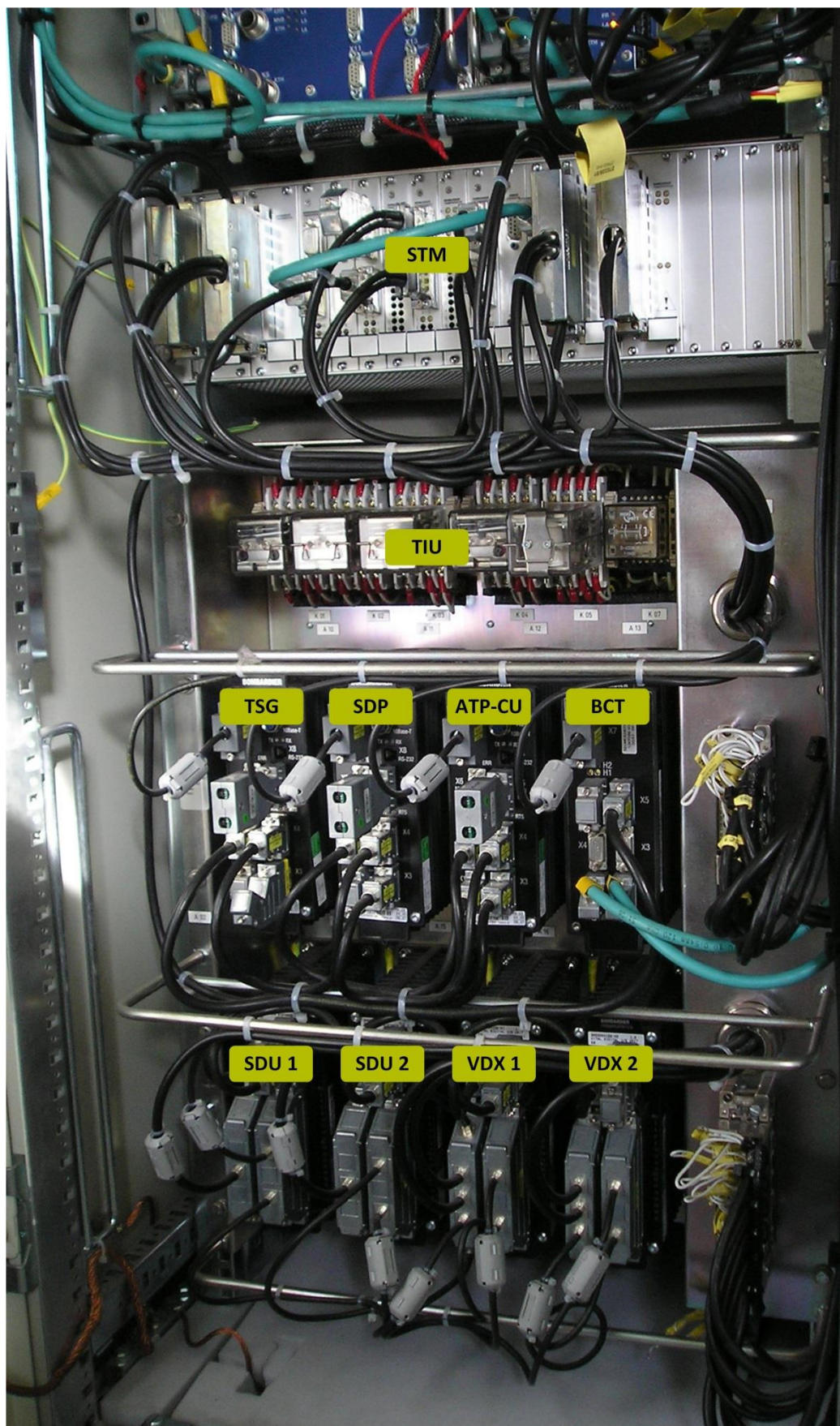
Het digitale besturingsdeel van het ATB bevindt zich in de elektronicakast in Cabine 1 van bak (wagon) A (mABk1 of mABk3). In deze kast bevinden zich naast onderdelen van het ATB, ook onderdelen van andere systemen. Een schematische weergave van de ATB-onderdelen is te zien in Figuur 7. Figuur 8 laat een foto van de kast zien. In Paragraaf 2.3 tot en met Paragraaf 2.10 worden de verschillende onderdelen uitgelegd. Wanneer een onderdeel defect is, hoeft niet de gehele kast vervangen te worden. Het volstaat om dat specifieke onderdeel te verwisselen. De onderdelen zijn daarmee Line-Replaceable Units (LRU's).



3

Figuur 7: Schematische weergave centrale ATB-installatie

³ De Multifunctional Vehicle Bus (MVB) is een communicatiemedium voor elektronische signalen



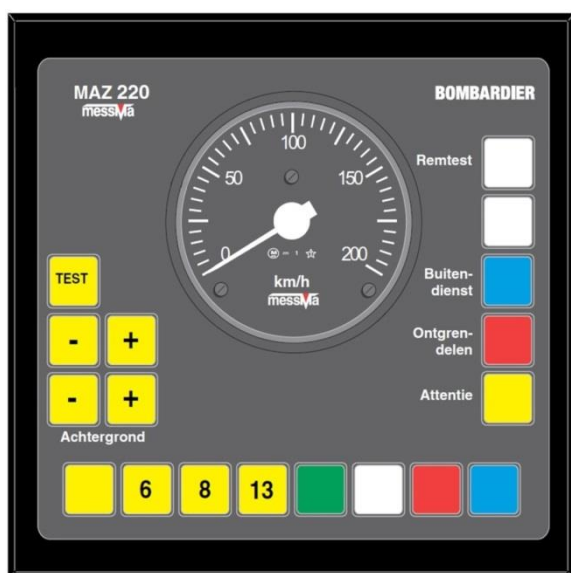
Figuur 8: Centrale ATB-installatie

2.2 Randapparatuur

Op de centrale ATB-installatie zijn verschillende componenten aangesloten. Deze worden hier besproken.

2.2.1 ATB-paneel

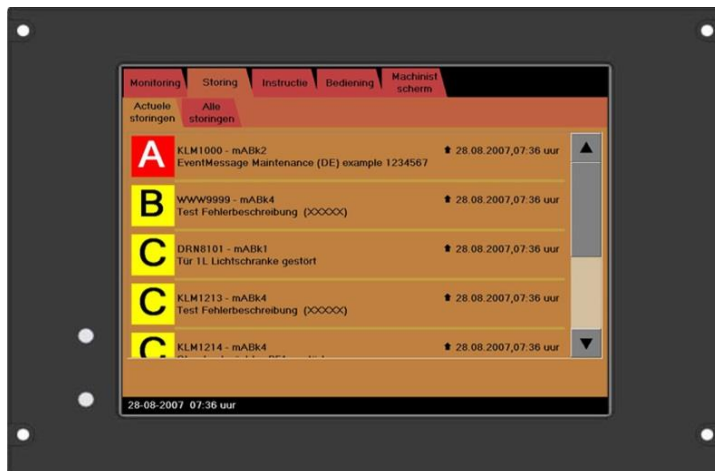
Het ATB-paneel (Figuur 9) is een display met servo-aangedreven snelheidsindicator, ATB-signaleringen en ATB-bedieningscommando's. Het ATB-paneel wordt ook wel de Driver Machine Interface (DMI), de Man Machine Interface (MMI), het Bediengerät ATB en het Multifunktionsanzeige (MFA) genoemd. De communicatie met de overige apparatuur van de trein vindt plaats door middel van de Multifunction Vehicle Bus Tractie (MVB Tractie) van de trein. Het ATB-paneel heeft vier aansluitingen: een voedingsaansluiting (type 09-0115-99-05 van Binder), twee MVB in-/uitgangen van het type 9-pins D-sub (één mannelijk en één vrouwelijk) en een serviceaansluiting van het type 9-pins D-sub (mannelijk). Voor de serviceaansluiting is een RS232 null modem kabel nodig en hiermee kan het ATB-paneel van software worden voorzien. Dit proces wordt beschreven in het Paragraaf 5.9.1.



Figuur 9: Het ATB-paneel met snelheidsindicator, signaallichten en knoppen

2.2.2 Human Machine Interface

Het Human Machine Interface (HMI) (Figuur 10) verzorgt de bestuurdersinterface van het TCMS en bestaat uit een aanraakgevoelig LCD scherm rechts van het ATB-paneel. Het HMI wordt ook wel het Diagnosedisplay en het Führerstandsdisplay genoemd. Op het HMI wordt de status van de trein weergegeven met eventuele (ATB)storingen. Deze informatie komt binnen via het IP (internetprotocol) netwerk. De HMI heeft vijf aansluitingen: één voor de voeding (4-pins M12, A-coded mannelijk), twee voor het ethernet (4-pins M12, D-coded vrouwelijk) en twee USB-aansluitingen (5-pins M12, A-coded vrouwelijk). Omdat het HMI onderdeel is van het TCMS, wordt het onderhoud ervan niet in dit document beschreven.



Figuur 10: Het HMI met diagnosecodes

2.2.3 Pulsopnemer

De pulsopnemer (Figuur 11), ook wel genaamd de asgever of de odometer, genereert meerdere pulsen per omwenteling. Dit signaal wordt gebruikt voor snelheids- en afstandsmeting en wordt doorgegeven aan de SDU. Iedere trein heeft twee pulsopnemers. Bij een trein met vier bakken (rijtuigen) zitten deze onder mB1 op assen 5 en 6, bij een trein met zes bakken onder AB op assen 7 en 8 (zie hiervoor Figuur 6). Ze zitten op niet-aangedreven assen, zodat het slippen van de wielen geen invloed heeft op de meting. De pulsopnemer maakt gebruik van het Hall-effect om de rotatiesnelheid van de as te meten. Bij het Hall-effect verandert een elektrische spanning doordat een magnetisch element het magneetveld van een stroomvoerende draad beïnvloed. De SLT maakt gebruik van dubbeluitgevoerde, actieve pulsopnemers. Iedere pulsopnemer heeft twee kanalen en door naar het faseverschil tussen beide kanalen te kijken, kan de rijrichting bepaald worden. Het woord “actieve” slaat op het op feit dat de pulsopnemers gevoed moeten worden. De pulsopnemers zijn onderhoudsvrij.



Figuur 11: Pulsopnemer

2.2.4 ATB-antenne

De ATB-antenne (Figuur 12) vangt een signaal op met informatie over de maximum toegestane snelheid. De ATB-antenne wordt ook wel de ATB-spoel genoemd. Iedere SLT heeft vier ATB-antennes: twee voor de eerste as onder Cabine 1 en twee na de laatste as onder Cabine 2. Alleen de antennes aan de kant van de bediende cabine zijn actief. Voor het opvangen van signalen van de bakens van het ATB-Vv wordt alleen de rechter antenne van de actieve cabine gebruikt. Dit omdat de bakens van het ATB-Vv alleen aan de rechterkant van het spoor liggen. ATB-antennes die niet

actief zijn, vervullen op dat moment ook geen functie. Het ATB-sigitaal heeft een frequentie van 75 Hz en staat op de rails. Dit sigitaal wordt, aan de hand van de ATB-code, tot pulstreinen gemoduleerd. De antenne vangt het magnetisch veld op dat dit sigitaal genereert en zet het om in een elektronisch sigitaal. Daarnaast zijn de twee antennes van ieder paar in tegenfase aangesloten, zodat eventuele stoorsignalen uitgesloten kunnen worden. De antennes zijn verbonden met de STM en zijn onderhoudsvrij.



Figuur 12: Een ATB-antenne

Het ATB kent een beperkt aantal signalen die vanaf het spoor worden uitgezonden. Deze staan opgesomd in Tabel 1.⁴

Tabel 1: Gebruikte modulatiefrequenties binnen het ATB

Modulatiefrequentie	Code	Omschrijving	ATB
Geen pulsen	Geen code	40 km/uur	ATB-EG
75 pulstreinen/minuut	Code 75	ATB buiten dienst	ATB-EG
96 pulstreinen /minuut	Code 96	volle materieelsnelheid (max. 140 km/uur)	ATB-EG
120 pulstreinen /minuut	Code 120	130 km/uur	ATB-EG
147 pulstreinen /minuut	Code 147	80 km/uur	ATB-EG
180 pulstreinen /minuut	Code 180	80 km/uur	ATB-EG
220 pulstreinen /minuut	Code 220	60 km/uur	ATB-EG
270 pulstreinen /minuut	Code 270	Wordt niet gebruikt	ATB-EG
1445 Hz	-	Baken 1 t/m 3 (passeerfrequentie)	ATB-Vv
1744.5 Hz	-	Baken 1 (stopfrequentie, stoppen in 120 m)	ATB-Vv
2353.0 Hz	-	Baken 2 (stopfrequentie, stoppen in 30 m)	ATB-Vv
2670.5 Hz	-	Baken 3 (stopfrequentie, stoppen in 3 m)	ATB-Vv

2.2.5 Rij-/remhendel

Met de rij-/remhendel bepaalt de machinist de tractie en remkracht van de trein. De positie van de hendel wordt digitaal bepaald en deze informatie gaat onder andere naar de remcomputer. Het ATB controleert of er geremd wordt en of dit voldoende is. Daarom loopt er een directe digitale verbinding tussen de rij-/remhendel en de STM. Wanneer de rij-/remhendel op 20% remkracht wordt gezet, dan krijgt de STM een bericht dat er voldoende geremd wordt.

⁴ http://www.ilent.nl/Images/Regeling%20keuring%20spoorvoertuigen%20Bijlage%207%20en%208_tcm334-320167.pdf

2.2.6 Toongenerator

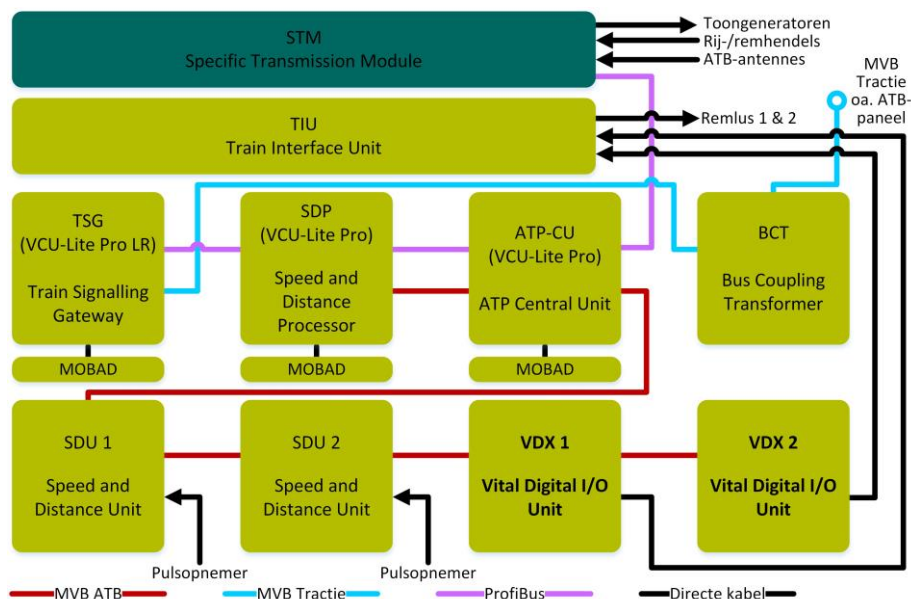
De functie van de toongenerator (Figuur 13) is het genereren van de geluidsignalen (“bel” en “gong”) om de machinist te attenderen op de door de ATB-installatie gedetecteerde gebeurtenissen. Wanneer de bel eenmaal klinkt, dan betekent dit dat de trein te hard gaat en dat de machinist binnen vijf seconden voldoende moet remmen. Klinkt de bel driemaal, dan heeft de machinist voldoende geremd en kan daarmee stoppen. De gong geeft aan wanneer de toegestane snelheid verandert. Daarnaast geeft de toongenerator ook storingen aan. De toongenerator is aangesloten op de STM via een digitale I/O verbinding. De twee verschillende geluidsignalen zijn opgeslagen in een flash-geheugenkaart in de toongenerator.



Figuur 13: Toongenerator

2.3 Specific Transmission Module

De Specific Transmission Module (STM) is de redundant uitgevoerde controller voor het STM-ATB. De locatie wordt aangegeven in Figuur 14. De STM ontvangt onder andere signalen van de ATB-antennes en SDP, decodeert en controleert deze en bepaalt of de trein moet afremmen. Deze informatie wordt doorgegeven aan de ATP-CU. In deze paragraaf wordt dieper op de interne werking van de STM ingegaan. Herstel- en onderhoudshandelingen worden beschreven in Paragraaf 5.1.



Figuur 14: Centrale ATB-installatie (STM)

2.3.1 Gedetailleerde werking van de STM

De STM omvat twee computers in één behuizing, die elk vier interfaces naar externe processen hebben. Door middel van PROFIBUS is de STM verbonden met de rest van het ATB, in het specifiek de TSG, SDP en ATP-CU. De STM ontvangt informatie over de snelheid van de trein over de PROFIBUS van de SDP. Via een I/O-verbinding is de STM op de rij-/remhendel en toongeneratoren aangesloten en via een directe verbinding op de ATB-antennes. De STM kan via een RS232-kabel met een laptop verbonden worden voor servicedoeleinden. De twee STM computers zijn onderling via een speciale CAN verbinding; het NRV (Neighbour computer connection - Nachbar-Rechner-Verbindung), verbonden.

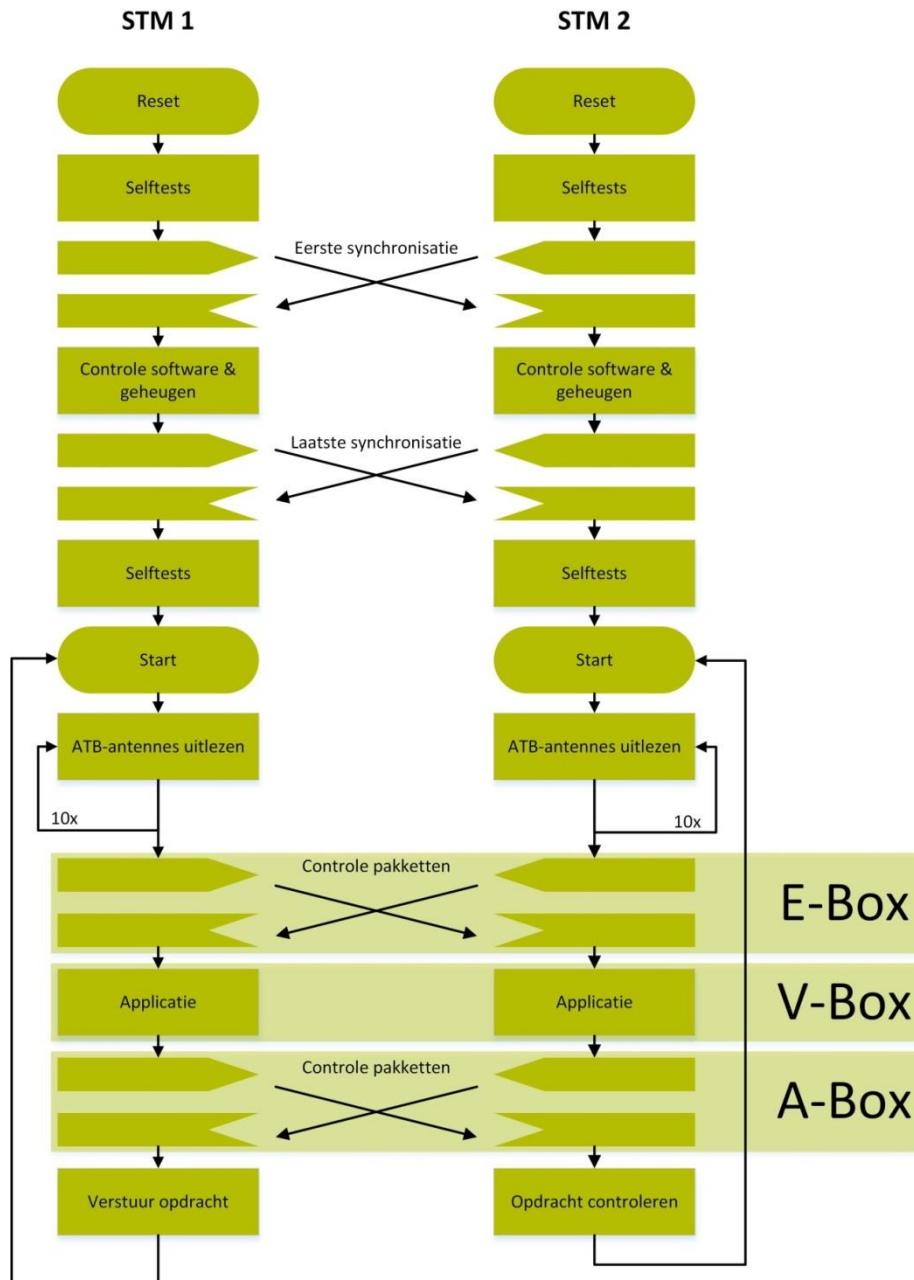
Wanneer de STM wordt ingeschakeld (of gereset) begint de initialisatiefase (opstartfase). Eerst controleren beide computers enkele lokale onderdelen (CPU, RAM, ROM en spanningsbewaking) met selftests, waarna enkele synchronisaties tussen beide computers plaatsvinden. Hier wordt gecontroleerd of de software van beide computers, checksums (CRC) van het geheugen en enkele parameters hetzelfde zijn. Tijdens de laatste stap van de initialisatiefase worden beide computers gesynchroniseerd en wordt de ontvangstkanaal bewaking; de EKUE (Receiver Channel Supervision - Empfangskanal-Ueberwachung), gecontroleerd. Wanneer de laatste test succesvol is verlopen, starten beide computers tegelijkertijd hun cyclische hoofdprogramma (Flow Control - Ablaufsteuerung).

Tijdens normale operatie werken de twee computers onafhankelijk van elkaar. Iedere 10 ms worden de waardes van de ATB-antennes naar het geheugen geschreven en wanneer er tien samples binnen zijn gekomen (dus iedere 100 ms) start het EVA-proces. Dit proces bestaat uit drie onderdelen: de E-Box (input - Eingabe), de V-Box (processing - Verarbeitung) en de A-Box (output - Ausgabe). In de E-Box worden de ontvangen PROFIBUS-pakketten met informatie over het ATB, de laatste waarden van de ATB-antennes en laatste I/O variabele (zoals de remhendels) gecontroleerd op verschillen tussen de twee computers. De V-Box omvat het ATB applicatie algoritme. Hierin worden de signalen gedecodeerd en worden beslissingen genomen met betrekking tot de indicatoren, ATB toestanden en eventuele remming. Deze beslissingen worden in PROFIBUS-pakketten en I/O signalen verpakt. In de A-Box controleren de twee computers of de gegenereerde pakketten overeenkomen. Vervolgens stuurt Kanaal 1 de pakketten over de PROFIBUS. Kanaal 2 leest deze pakketten terug en controleert ze met de data uit het intern geheugen.

Wanneer er ergens in de STM een fatale error wordt ontdekt, volgt er een error reactie. Wanneer beide computers tot dezelfde conclusie komen, zal het systeem blijven draaien. Als dit niet het geval is, dan wordt het programma gestopt en wordt de STM van de PROFIBUS afgekoppeld. De STM staat dan in fail state. Het ATP-CU beslist of het ATB buiten dienst gaat en de noodrem geactiveerd moet worden.

Wanneer de STM tot de conclusie komt dat de trein moet afremmen, dan stuurt de STM een rem-order naar de ATP-CU. De STM heeft namelijk geen directe toegang tot de tractiecontroller en dus ook niet tot de remfunctie van de trein.

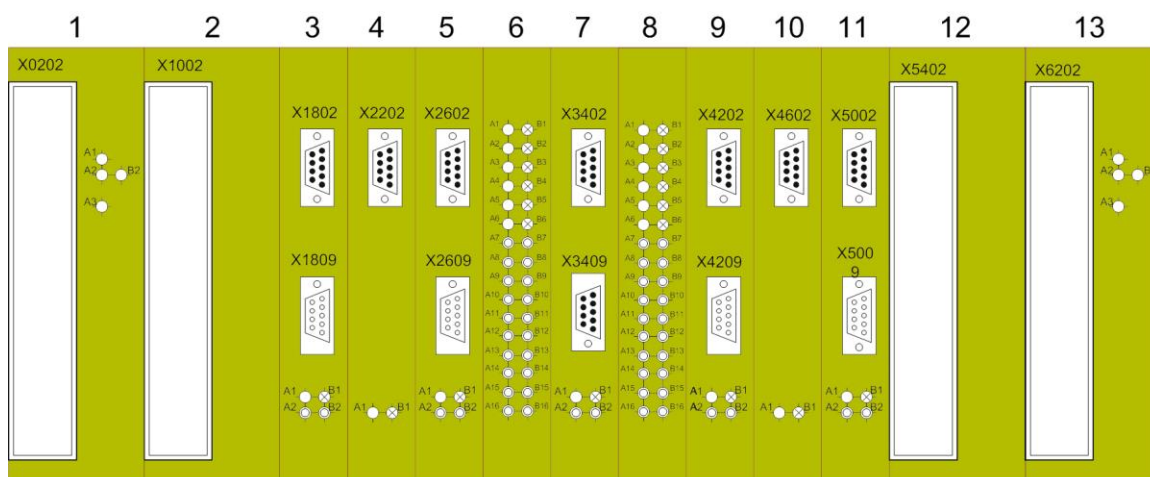
Figuur 15 geeft dit proces schematisch weer.



Figuur 15: Flowchart STM

2.3.2 Opbouw en aansluitingen van de STM

De STM bestaat uit dertien modules in één behuizing. Twee modules daarvan zijn verantwoordelijk voor het belangrijkste rekenwerk, dit zijn de controllers en worden in dit verslag ook wel de computers genoemd. Het EVA-proces draait op deze computers. NedTrain is niet gecertificeerd om losse modules te vervangen. Bij een defect wordt de gehele STM uitgebouwd en door de leverancier nagekeken en (wanneer mogelijk) gerepareerd. Figuur 16 geeft de opbouw van de STM schematisch weer. Tabel 2 toont enkele eigenschappen per module.

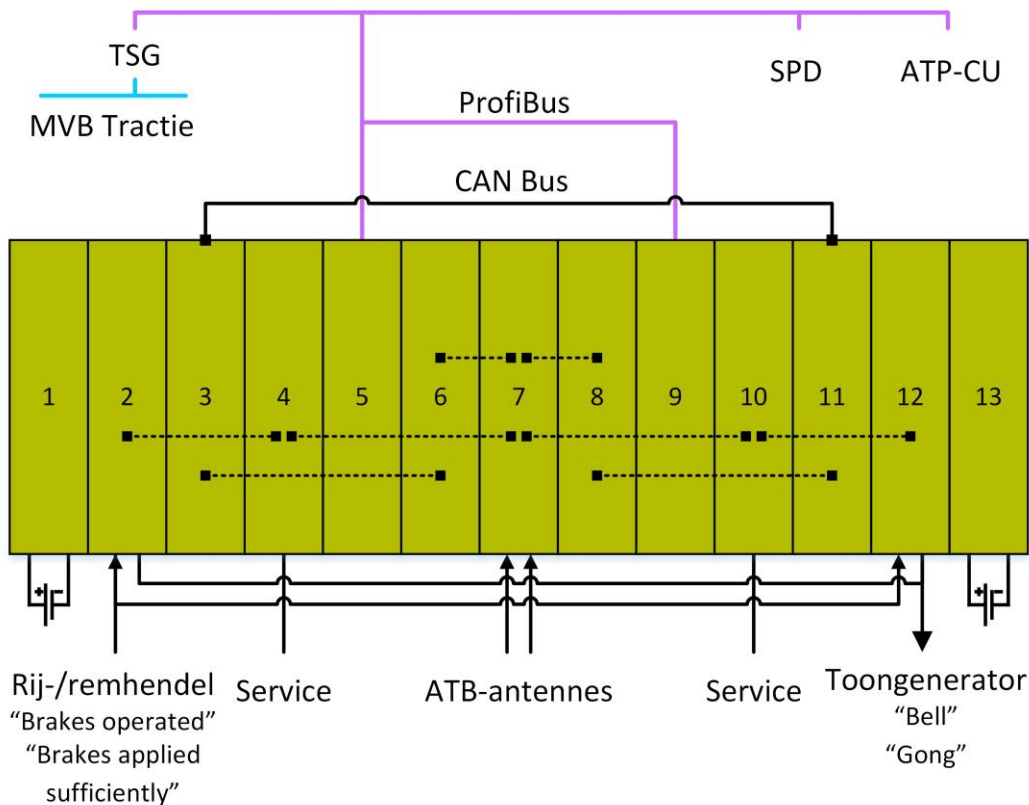


Figuur 16: Opbouw STM

Tabel 2: Modules en beschrijvingen STM

Nummer	Module		Aansluiting	Beschrijving
	11HL35	Rek	-	Behuizing van STM
1 & 13	11KH25	Voeding	X0202 & X6202	110VDC (kabel: zwart)
2 & 12	11TE35	I/O Module	X1002 & X5402	Directe verbinding naar remhendel en toongenerator (kabel: zwart)
3 & 11	11UP16	CAN koppeling	X1802 & X5009	Afgeschermd
			X1809	Naar X5002 (kabel: turquoise)
			X5002	Naar X1809 (kabel: turquoise)
4 & 10	11VP16	Controller	X2202 & X4602	Service interface (RS232)
5 & 9	11UP17	PROFIBUS koppeling	X2602	Terminator
			X2609	PROFIBUS naar X4202 (kabel: paars)
			X4202	PROFIBUS naar X2609 (kabel: paars)
			X4209	PROFIBUS naar ATP-CU (kabel: paars)
6 & 8	11DV16	Decoder	-	-
7	11QP15	Antenneaansluiting	X3402	Antennes B (1.1 & 1.2) (kabel: zwart)
			X3409	Antennes A (2.1 & 2.2) (kabel: zwart)

De STM is vrijwel volledig dubbel uitgevoerd; alleen de antenneaansluiting is enkelvoudig uitgevoerd. Dit is ook het enige onderdeel dat een directe (interne) verbinding heeft met beide kanten van de STM. Van daaruit zijn alle modules onderling verbonden via een interne bus. Een externe kabel verbindt de twee kanten via een CAN verbinding. Hetzelfde gebeurt bij de PROFIBUS. De aansluitingen worden in Figuur 17 verduidelijkt.



Figuur 17: Aansluitingen STM

2.3.3 Controle-LEDs van de STM

Storingen in de STM kunnen worden bekeken door via de serviceaansluiting het geheugen uit te lezen (zie Paragraaf 2.3.5). Daarnaast heeft de STM ook signaallampjes die het bedrijf van de STM aangeven. Tabel 3 geeft de betekenis van de verschillende LEDs aan.

Tabel 3: Controle-LEDs van de STM

Module	LED	Kleur	Betekenis (wanneer LED aan is)	Normale bedrijf
Voeding				
11KH25	A1	Geel	+5V aanwezig	Aan
	B1	Geel	Wordt niet gebruikt	Uit
	A2	Geel	+15V aanwezig	Aan
	B2	Geel	-15V aanwezig	Aan
	A3	Geel	+110V (U_{BAT}) aanwezig	Aan
	B3	Geel	Wordt niet gebruikt	Uit
CAN koppeling				
11UP16	A1 (SW)	Geel	Zelftest	Uit
	B1 (RS)	Rood	Reset module	Uit
	A2 (S1)	Geel	Verzenden CAN kanaal 1	Knippert
	B2 (S2)	Geel	Verzenden CAN kanaal 2	Knippert
Controller				
11VP16	A1	Rood	Zelftest	Uit
	B1	Rood	Reset	Uit

PROFIBUS koppeling				
11UP17	A1	Geel	Bedrijfstoestand 1 Hz	Knippert
	B1	Rood	Reset module	Uit
	A2	Geel	RXD (PROFIBUS)	Aan
	B2	Geel	TXD (PROFIBUS)	Aan
Decoder				
11DV16	A1	Geel	Ontvangstniveau 1: 75Hz > 20mVeff	Aan bij ontvangst
	B1	Geel	Ontvangstniveau 2: 75Hz > 20mVeff	Aan bij ontvangst
	A2	Geel	Ontvangstniveau 1: 75Hz > 10mVeff	Aan bij ontvangst
	B2	Geel	Ontvangstniveau 2: 75Hz > 10mVeff	Aan bij ontvangst
	A3	Geel	Ontvangstniveau 1: 75Hz > 5mVeff	Aan bij ontvangst
	B3	Geel	Ontvangstniveau 2: 75Hz > 5mVeff	Aan bij ontvangst
	A4	Geel	Ontvangstniveau ATB-VV: 1145 Hz > Drempel	Aan bij ontvangst
	B4	Geel	Ontvangstniveau ATB-VV: 1744,5 Hz > Drempel	Aan bij ontvangst
	A5	Geel	Ontvangstniveau ATB-VV: 2670,5 Hz > Drempel	Aan bij ontvangst
	B5	Geel	Ontvangstniveau ATB-VV: 1145 Hz > Drempel	Aan bij ontvangst
	A6	Geel	Ontvangstniveau ATB-VV: 1744,5 Hz > Drempel	Aan bij ontvangst
	B6	Geel	Ontvangstniveau ATB-VV: 2670,5 Hz > Drempel	Aan bij ontvangst
Antenneaansluiting				
11QP15	A1	Geel	-	Aan
	B1	Geel	-	Aan

2.3.4 Uitlezen van de testjacks van de STM

Naast de gebruikelijke aansluitingen is het ook mogelijk om enkele signalen direct uit te lezen. De STM heeft 32 losse aansluitingen (testjacks) op de decoders en antenneaansluiting, waarbij per aansluiting één digitaal signaal gemonitord kan worden. Dit kan door een speciale kabel op de testjacks aan te sluiten. In de eerste jaren van de SLT werd dit in weleens door Bombardier RCS gedaan om enkele functies te controleren, bijvoorbeeld om erachter te komen wat voor signaal de STM van de antennes ontvangt. Tegenwoordig blijkt deze mogelijkheid vaak overbodig. Tabel 4 geeft een lijst van de signalen per uitgang. In dit verslag wordt er niet dieper op de testjacks in gegaan.

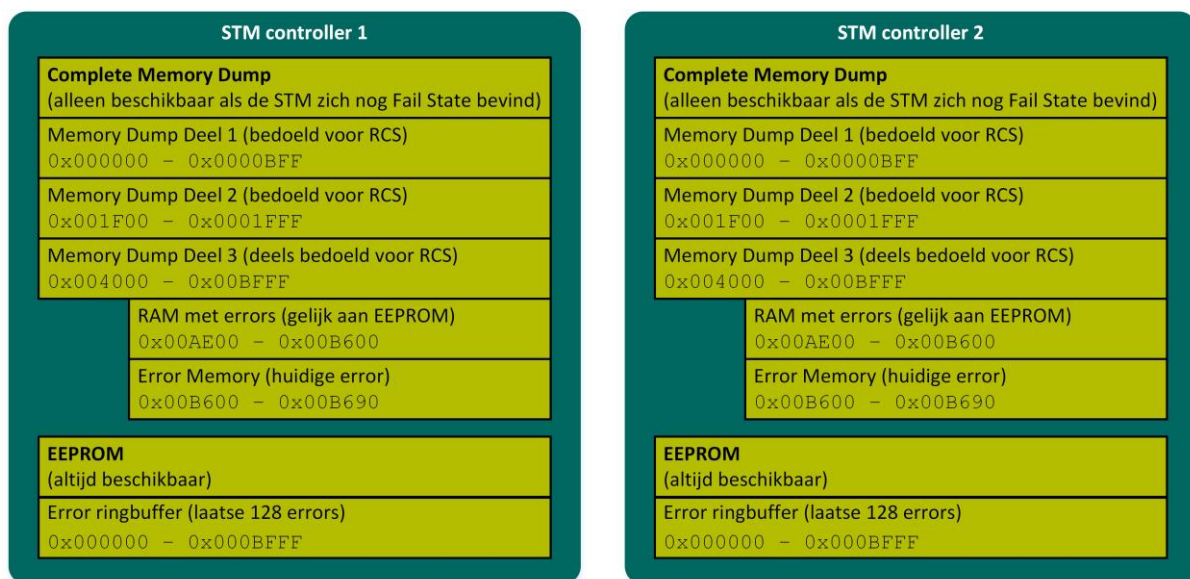
Tabel 4: Testjacks van de STM

Module	Jack	Functie (geldt wanneer de uitgang hoog is)	Signaalnaam
11DV16	A7	Error signaal van controller	PB_OUT/1 /2
	B7	Error signaal van controller	PB_OUT/1 /2
	A8	Control input 1 / Omschakelen Data_Out	-
	B8	Control input 2 / Omschakelen Data_Out	-
	A9	2kHz klok van antenneaansluiting	CLK2K1 /2
	B9	Seriële uitgang ADC 1 van antenneaansluiting	DATA1/1 /2 DATA3/1 /2
	A10	Seriële uitgang ADC 2 van antenneaansluiting	DATA2/1 /2 DATA4/1 /2
	B10	Digitale klok (ADC 1 & ADC 2) van antenneaansluiting	DATACLK/1 /2
	A11	100Hz klok van antenneaansluiting	CLK100 /1 /2
	B11	-	Intern
	A12	Data_Out 0	Software geregeld

	B12	Data_Out 1	Software geregeld
	A13	Data_Out 2	Software geregeld
	B13	Data_Out 3	Software geregeld
	A14	Data_Out 4	Software geregeld
	B14	Data_Out 5	Software geregeld
	A15	Data_Out 6	Software geregeld
	B15	Data_Out 7	Software geregeld
	A16	Aarde	-
	B16	Aarde	-
11QP15	A2	Geen testsignaal op kanaal 1 van de controller	CKCH12/1 /2
	B2	Geen testsignaal op kanaal 1 van de controller	CKCH34/1 /2

2.3.5 Opbouw diagnosegeheugen van de STM

Beide controllers beschikken over twee geheugenmodules, die op eigen wijze aangesproken kunnen worden. Bij de ene module is er sprake van RAM (Random Access Memory, dat is vluchtig en verdwijnt wanneer de spanning wegvalt) en bij de andere is er sprake van EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, dat is niet-vluchtig geheugen). Figuur 18 visualiseert de opbouw van het geheugen.



Figuur 18: Opbouw van het geheugen van de STM

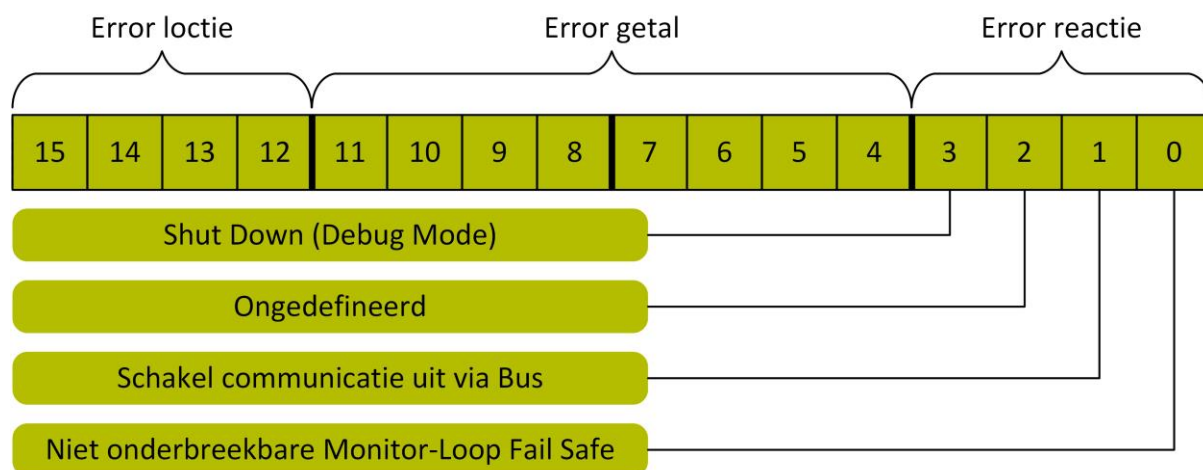
Wanneer de STM zich in fail state bevindt (en dus niet opnieuw is opgestart sinds het optreden van een error), kan er een complete geheugendump worden uitgevoerd. De complete geheugendump omvat het complete diagnosegeheugen van de STM ten tijde van de error. Deze dump is opgesplitst in drie delen. Ieder deel kan worden uitgelezen door de startlocatie (de fysieke locatie van de eerste bit) tot en met de eindlocatie (de fysieke locatie van de laatste bit) van het geheugendeel te noemen (bijvoorbeeld 0x004000 tot en met 0x00BFFF). Met de verkregen gegevens is het mogelijk gedetailleerde informatie over de oorzaak van de error te vinden, maar veel van deze informatie is alleen bruikbaar voor de fabrikant (Bombardier RCS). Bombardier RCS heeft de middelen om alle data te lezen en begrijpen. Zonder speciale middelen is het alleen nuttig om het Error Memory en het RAM uit te lezen. Deze data bestaan namelijk uit direct leesbare (hexadecimale) tekst.

Wanneer de STM wel opnieuw is opgestart en zich niet meer in een fail state bevindt, is het toch mogelijk om de oude errors te onderzoeken. De laatste 128 errors bevinden zich namelijk nog in het EEPROM. Het EEPROM is georganiseerd als een ringbuffer en overschrijft zichzelf wanneer de buffer vol zit. In het EEPROM wordt per error aangegeven wat de ATB error code⁵ was, wanneer deze voorkwam, enkele parameters en, in het geval van een PROFIBUS error, de Safe PROFIBUS Library (SPL) error code. Wanneer de STM zich nog in fail state bevindt en het EEPROM nog niet is uitgelezen, kan het EEPROM ook in het RAM worden gevonden.

Doordat de STM redundant is uitgevoerd, geven beide controllers bij correcte werking dezelfde output. Bij incorrecte werking komt het vaak voor dat een error code enkel in één van de twee controllers voorkomt. Tijdens het analyseren moet hierop gelet worden. Omdat het EEPROM als ringbuffer georganiseerd is, zal ook de geheugenlocatie van dezelfde error tussen de twee controllers verschillen. Zo kan bijvoorbeeld een error code die wel op beide controllers voorkomt, in het EEPROM van de ene controller vooraan (in het geheugen) staan en bij de andere controller ergens in het midden.

2.3.6 Error codes van de STM

De error codes bestaan uit vier hexadecimale getallen. Een voorbeeld is de error code B181, in het binaire stelsel wordt deze geschreven als 1011 0001 1000 0001. Het eerste hexadecimale symbool geeft aan welke module de error heeft uitgezonden, het tweede en derde symbool geven het nummer van de error aan en het laatste symbool geeft de reactie aan. Voor het bepalen van de reactie moet het laatste hexadecimale getal worden omgeschreven naar een binaire string (in het voorbeeld 0001).



Figuur 19: Opbouw van de error codes van de STM

Figuur 19 geeft de hexadecimale code in zestien binaire symbolen weer. In Tabel 5 staan de error geveende modules aan de hand van het symbool van de error code. Uit de code B181 kan geconcludeerd worden dat de error tijdens de zelftesten ontstaat en dat de STM in een niet-onderbreekbare Monitor-Loop blijft hangen.

⁵ In dit document wordt steeds gesproken over “error codes”. Hoewel in sommige gevallen de term “diagnosecode” de lading beter zou dekken, spreekt de documentatie van de leveranciers altijd over error codes. Deze lijn wordt daarom in dit verslag voortgezet.

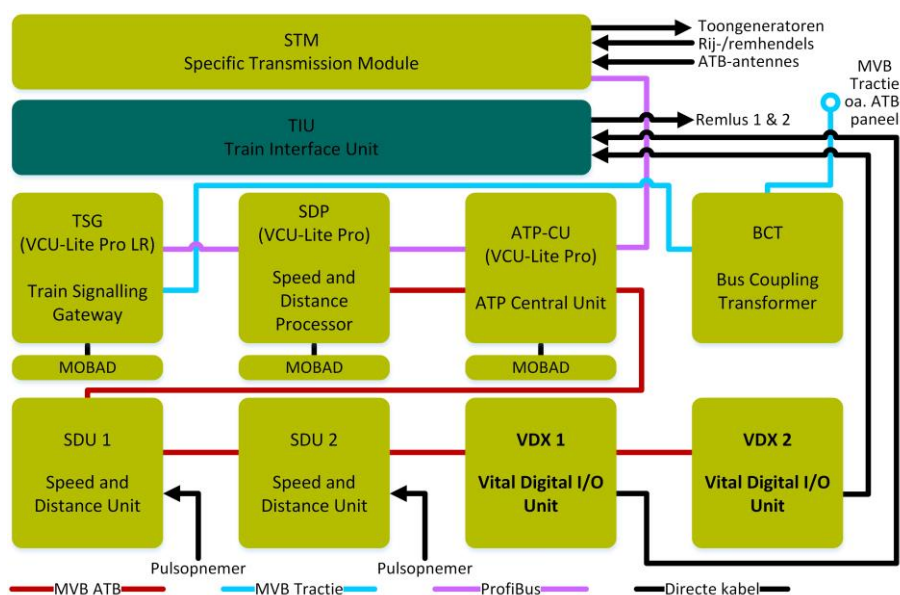
Tabel 5: Locaties error codes van de STM

Error locatie	Module
0 (0000)	Niet in gebruik
1 (0001)	Opstarten, zelftests I/O
2 (0010)	Niet in gebruik, gereserveerd voor ATB-Vv controle
3 (0011)	Niet in gebruik
4 (0100)	PROFIBUS hardware
5 (0101)	Flow Control
6 (0110)	STM-Control
7 (0111)	ETCS-Control
8 (1000)	PROFIBUS Communicatie
9 (1001)	Receiver Channel supervision
A (1010)	Flow Control
B (1011)	Zelftesten
C (1100)	Neighbour computer connection
D (1101)	Niet in gebruik
E (1110)	Niet in gebruik
F (1111)	Verschillende hardware

In Paragraaf 5.1.3 wordt dieper op de error codes ingegaan. Daar komen onder andere de leeswijze en betekenis aan bod.

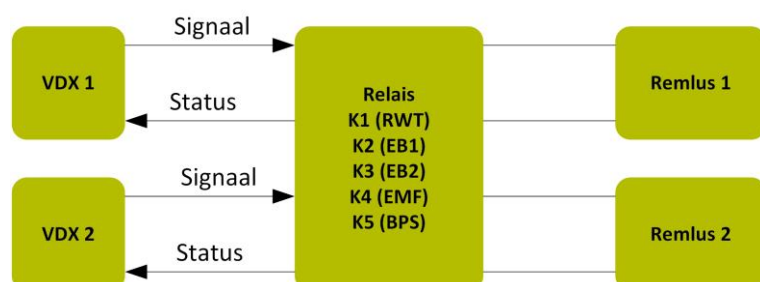
2.4 Train Interface Unit

De Train Interface Unit (TIU) dient als interface tussen het ATB en treinfuncties als de rembeheersing en het schakelen van de bediende cabine (de locatie is zichtbaar in Figuur 20). Het TIU bestaat uit een vijftal relais die de noodrem bedienen. Als één van de twee VDX eenheden om een noodremming verzoekt, wordt de noodrem aangesproken. De TIU kan worden overbrugd door een isolatieschakelaar. De TIU is onderhoudsvrij en hoeft niet geconfigureerd te worden.



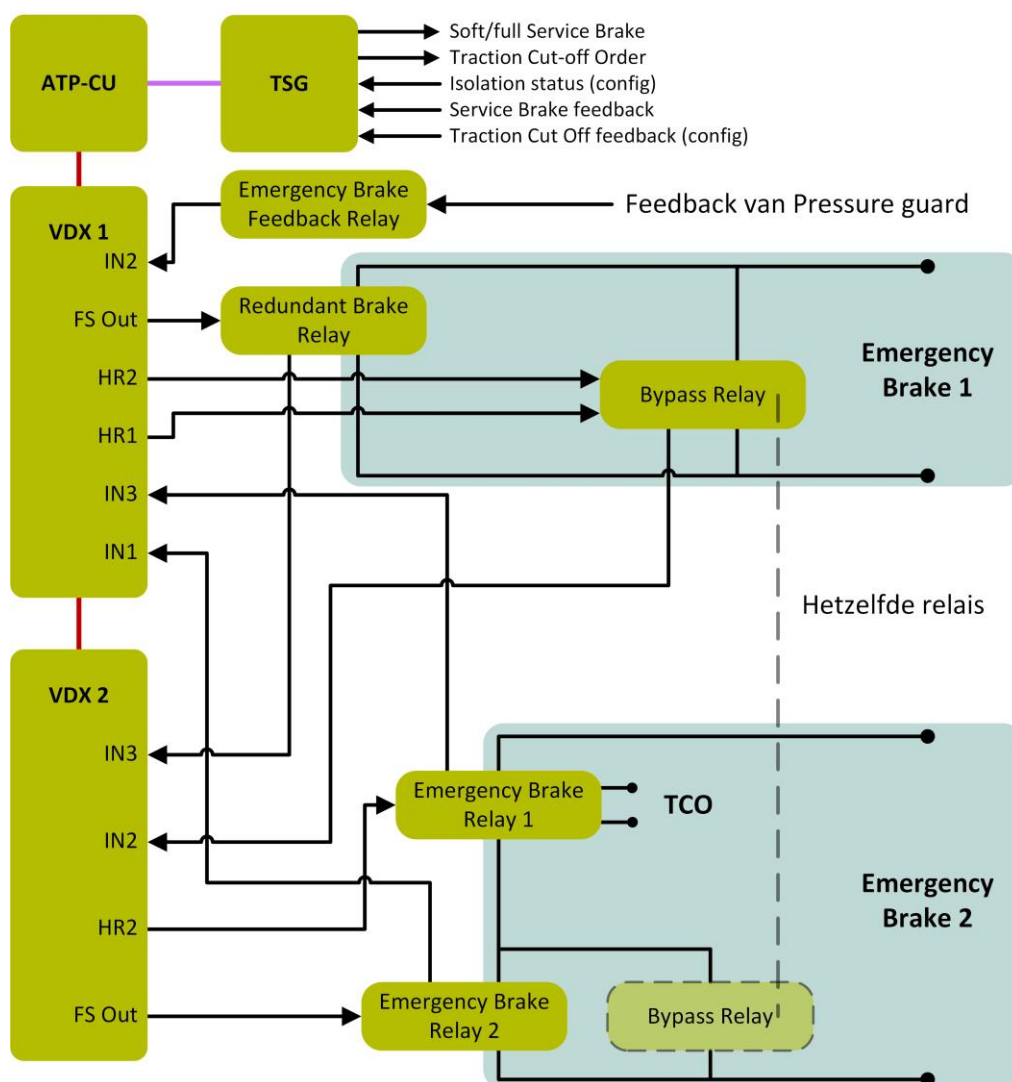
Figuur 20: Centrale ATB-installatie (TIU)

Figuur 21 geeft een simpele weergave van de TIU weer. Hierbij zijn de vijf relais (K1 tot en met K5) als één eenheid getekend. Deze relais zijn de Redundant Brake Relay (RBR), Emergency Brake Relay 1 & 2 (EBR1 & EBR2), Emergency Brake Feedback Relay (EBFR) en het Bypass Relay (BPR).



Figuur 21: Positie van de TIU ten opzichte van VDX'en

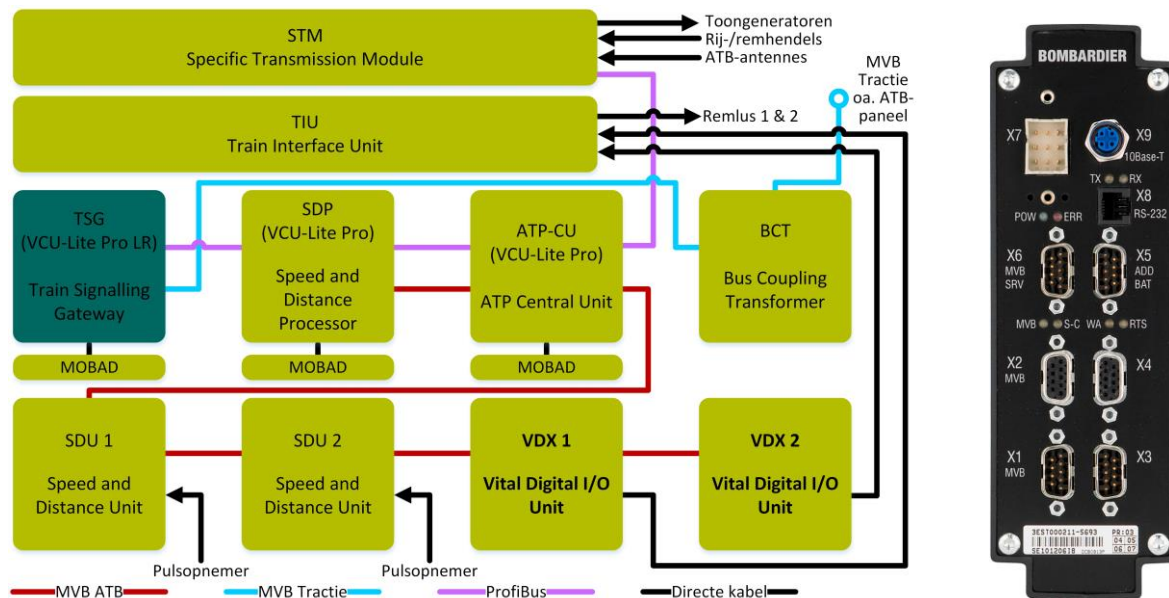
Figuur 22 geeft een gedetailleerdere weergave van dit systeem. Hierin zijn ook de TSG en ATP-CU zichtbaar. Het wordt ook duidelijk dat beide VDX'en verschillende functies hebben. Er wordt in dit verslag niet dieper op de reminterface ingegaan.



Figuur 22: Complexere weergave van de TIU met haar relais

2.5 Train Signalling Gateway

De Train Signalling Gateway (TSG), zichtbaar in Figuur 23, is een Vehicle Control Unit (VCU) met daarop specifieke software en doet dienst als interface tussen de PROFIBUS en de MVB Tractie. De TSG verzorgt de data-uitwisseling tussen het ATB en onder andere de knoppen en lampen van het ATB-paneel, verschillende schakelaars, de Central Computing Unit - Diagnose (CCU-D) en het ARR. Handelingen als het configureren en uitlezen van de TSG worden verder besproken in Paragraaf 5.2.

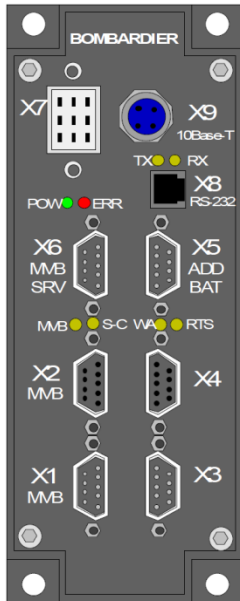


Figuur 23: Centrale ATB-installatie (TSG)

Wanneer er error codes van het ATP-CU of SDP naar de CCU-D gestuurd worden, dan werkt de TSG als filter. Vooraf kan er een lijst van maximaal 187 error codes in het TSG gedownload worden. Wanneer één van deze codes gegenereerd zou worden, dan zet de TSG deze niet meer door naar het HMI, maar slaat hem wel op in het eigen geheugen. Error codes die niet gefilterd hoeven te worden, worden eerst door de TSG omgeschreven naar een andere code. Die codes worden vervolgens doorgezonden naar de CCU-D en het HMI.

2.5.1 Vehicle Control Unit

De VCU, zichtbaar in Figuur 24, is een standaard computer die door middel van software verschillende functies kan invullen. In het ATB bevinden zich drie VCU's (de TSG, SDP en ATP-CU) met elk hun eigen software. De VCU's die dienst doen als ATP-CU en SDP zijn van het type VCU-Lite Pro en de TSG maakt gebruik van het type VCU-Lite Pro LR. Het verschil tussen de twee VCU's is het feit dat de Pro LR gebruik kan maken van een dubbel uitgevoerde MVB kabel (line redundant). Voor het gemak wordt in deze paragraaf uitgegaan van de functies van de VCU-Lite Pro.



Figuur 24: De VCU

De VCU-Lite Pro kent de volgende functionaliteiten:

- DC/DC omvormer (X7). Deze zet de spanning van de batterij van de trein (16,8 tot 150 VDC) om naar een spanning die de VCU kan gebruiken, namelijk 5,5 en 3 volt. De VCU kan stroomonderbrekingen van minimaal 10 milliseconde aan. Door een extra condensator te plaatsen, kan deze periode verlengd worden. Hier wordt verder niet op ingegaan.
- MVB interface van type ESD+ voor korte afstanden (20 meter). De VCU heeft twee 9-pins D-sub aansluitingen (mannelijk op X1 en vrouwelijk op X2) voor niet-redundante kabels (bij de Pro LR kunnen deze wel redundant zijn). Wanneer slechts één van de twee aansluitingen gebruikt wordt, dan moet de andere afgesloten worden met behulp van een terminator.
- PROFIBUS interface met twee 9-pins D-sub aansluitingen (mannelijk op X3 en vrouwelijk op X4). Wanneer slechts één van de twee aansluitingen gebruikt wordt, dan moet de andere afgesloten worden met een terminator.
- 8 Mbyte FEPRM. Flashgeheugen waar de software op staat.
- 4 Mbytes SRAM. Vluchtig geheugen waar onder andere de error codes worden opgeslagen. Wanneer de VCU uitvalt, zorgt de MOBAD voor stroom die het geheugen vasthoudt.
- 10Base-T communicatie kanaal (X9). Een ethernet interface met een robuuste d-coded M12 connector die dienst doet als alternatief voor de RS232 verbinding. De interface kan gebruikt worden voor ontwikkelaarstaken.
- RS232 verbinding (X8). Een seriële interface voor een terminalverbinding. De interface gebruikt een 6-pollige RJ-12 connector. Handshaking als RTS (request to send) en CTS (clear to send) zijn beschikbaar.

Omdat de werking van de VCU afhangt van de software die erop staat, is het niet mogelijk een gedetailleerde procesbeschrijving te geven. Wel is te zeggen dat de VCU gebruik maakt van een combinatie van een FPGA (Field-Programmable Gate Array) en een MCU (Microcontroller Unit). Een FPGA is een geïntegreerde schakeling, bestaande uit programmeerbare logische componenten (AND- en OR-poorten). Omdat de software op hardwarematige wijze in de chip wordt geschreven (er wordt een lay-out van AND- en OR-poorten “getekend”), kunnen handelingen snel worden

uitgevoerd. De FPGA is daarmee minder dynamisch; het programma ligt immers (hardwarematig) vast. Het programma is echter wel vluchtig. Wanneer de voeding van de FPGA wordt onderbroken, wordt de FPGA gereset en verdwijnt de software. Een MCU is in wezen een processor zoals in een PC. De software van de MCU staat op een aparte geheugenmodule (FEPRM) en kan gemakkelijk worden aangepast. Wanneer de VCU wordt ingeschakeld, start het programma van de MCU. De MCU haalt de FPGA-beschrijving van de geheugenmodule, zet deze op de FPGA en schakelt de FPGA in. Hierdoor kan met zekerheid gezegd worden dat het hoofdprogramma van de FPGA na iedere opstart hetzelfde is, de software wordt immers bij het inschakelen steeds opnieuw geïnstalleerd.

2.5.1.1 Aansluitingen van de VCU

De aansluitingen van de VCU worden opgesomd in Tabel 6.

Tabel 6: Aansluitingen van de VCU

Nummer	Tekst	Beschrijving
X1	MVB	MVB connector (9-pins D-Sub mannelijk)
X2	MVB	MVB connector (9-pins D-Sub vrouwelijk)
X3		PROFIBUS (9-pins D-Sub mannelijk)
X4		PROFIBUS (9-pins D-Sub vrouwelijk)
X5	ADD BAT	Aansluiting MOBAD (9-pins D-Sub mannelijk)
X6	MVB SRV	MVB service poort (9-pins D-Sub mannelijk)
X7		Stroomvoorziening (DIN F-9)
X8	RS-232	Seriële interface voor een terminalverbinding (RJ-12 Tele-Jack)
X9	10BASE-T	10Base-T communicatie kanaal (M12)

Naast deze externe aansluitingen heeft de VCU nog twee interne connectoren. Wanneer de VCU wordt opengeschoefd, zit er nog een JTAG connector (X51) in voor het testen van de VCU en een BDM connector (X52) voor het debuggen van de VCU. Hier wordt in dit verslag verder geen aandacht aan geschonken.

2.5.1.2 Geheugenmodules van de VCU

Het geheugen van de VCU is geadresseerd volgens Tabel 7.

Tabel 7: Opbouw geheugenmodules van de VCU

Adressenreeks	Grootte	Geheugenmodule
0000 0000 – 007F FFFF	8 Mbyte	FEPRM
0100 0000 – 0103 FFFF	256 kbyte	MVB Traffic Memory
0180 0000 – 0180 1FFF	8 kbyte	MC68360 Internal Memory
02E0 0000 – 031F FFFF	4 Mbyte	SRAM
0600 0000 – 07FF FFFF	32 Mbyte	IPack-Module
0800 0000 – 09FF FFFF	32 Mbyte	FPGA

Het error geheugen van de VCU is gelimiteerd tot 500 error codes. Hiervan mogen er maximaal 250 van het type System Events zijn en 250 van het type Application Events.

2.5.1.3 Controle LEDs van de VCU

Ook bij de VCU is het mogelijk om de status ervan af te lezen uit de oplichtende LEDs. De VCU heeft acht LEDs. Naast het bericht dat iedere LED individueel geeft, geven bepaalde combinaties ook bepaalde statussen aan. Deze staan uitgewerkt in Tabel 8 en Tabel 9.

Tabel 8: Betekenissen van controle-LEDs

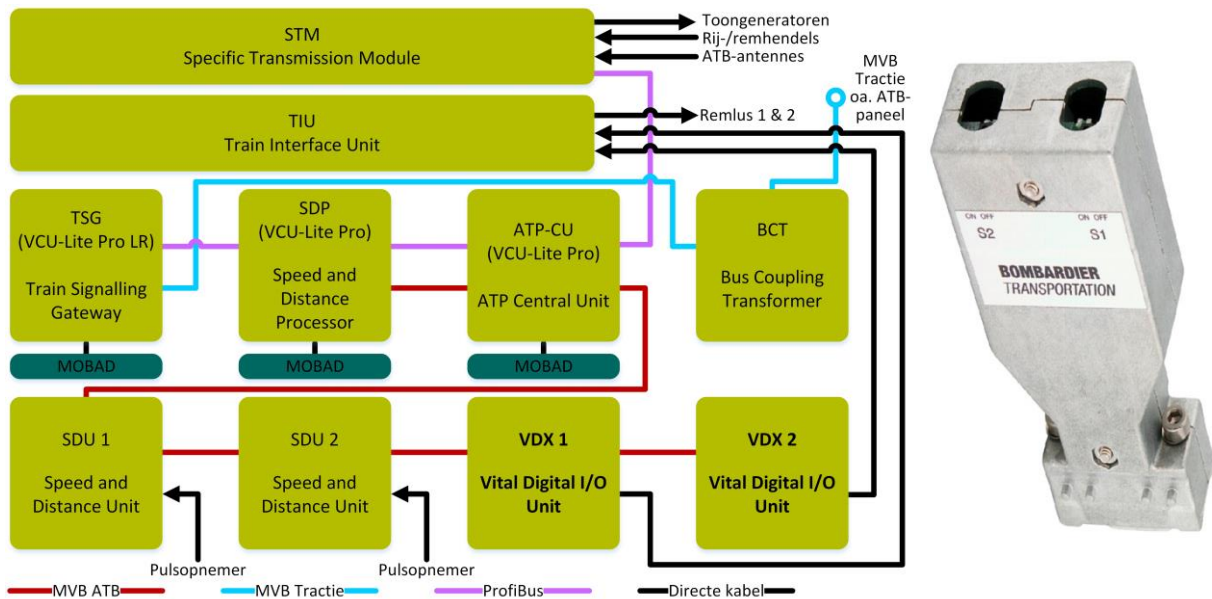
LED	Kleur	Betekenis (wanneer LED aan is)
POW	Groen	Power OK
ERR	Rood	Storing gedetecteerd
TX	Geel	Data wordt verzonden over RS232 of 10Base-T
RX	Geel	Data wordt ontvangen over RS232 of 10Base-T
MVB	Geel	Activiteit op MVB
S-C	Geel	Activiteit op seriële communicatie
WA	Geel	Waarschuwing
RTS	Geel	Run Time System draait

Tabel 9: Betekenissen combinaties controle-LEDs

State	ERR	MVB	S-C	WA	RTS	Betekenis (wanneer LEDs aan zijn)
0	Aan	Aan	Uit	Aan	Aan	Opstarten bezig
1	Aan	Uit	Uit	Aan	Uit	Opstarten fout
2	Aan	Aan	Uit	Aan	Uit	SiMon (seriële download) fout
3	Uit	Uit	Uit	Aan	Aan	Simon operationeel
4	Uit	Aan	Uit	Aan	Uit	Standalone download bezig
5	Aan	Uit	Aan	Uit	Uit	FPGA data fout
6	Aan	Uit	Aan	Uit	Aan	FPGA download fout
7	Aan	Aan	Uit	Uit	Aan	Fatale uitzondering

2.5.2 Functie en werking van de MOBAD

De functie van de MOde/Batterie/ADress-Stecker (MOBAD, zie Figuur 25) is het voeden van het SRAM en de real-time klok (RTC) van de VCU, voor wanneer deze geen stroom meer krijgen. Het SRAM is namelijk vluchtig en de RTC werkt niet zonder voeding. Daarom mag de MOBAD ook alleen worden vervangen wanneer de VCU aan staat (en dus gevoed wordt). Daarnaast bevat de MOBAD een stukje EEPROM waarop het MVB-adres van de VCU staat en de datum dat de MOBAD in gebruik is genomen. Die datum wordt gebruikt voor het bepalen van de datum dat de batterij vervangen dient te worden (iedere drie jaar). De MOBAD is opgebouwd uit serieel EEPROM, twee selectieschakelaars en een batterij. Met de selectieschakelaars kan bepaald worden in welke modus de VCU opstart. De vier standen van de selectieschakelaars worden toegelicht in Tabel 10. Het configureren van de MOBAD wordt behandeld in Paragraaf 5.5.



Figuur 25: MOBAD

Tabel 10: Standen MOBAD

S1	S2	Mode	Betekenis
Uit	Uit	RTS "Run"	Normaal bedrijf
Aan	Uit	Standalone download	Download met Tigris software
Uit	Aan	Simple Monitor (SiMon)	Serieel downloaden
Aan	Aan	RTS "Local"	Niet in gebruik

Wanneer de VCU gebruikt wordt, moet de MOBAD in RTS "Run" gezet worden. Voor het downloaden van nieuwe software op de VCU moet de MOBAD in de SiMon modus gezet worden. Dit komt aan bod in Paragraaf 5.5.1. De standalone download-modus kan gebruikt worden voor het downloaden van de data van de VCU met specifiek software, maar omdat dit ook direct kan, wordt deze modus niet gebruikt. De vierde modus, RTS "Local", hoeft ook niet gebruikt te worden.

De batterij van de MOBAD is van het type SL-350.⁶ Dit is een 3,6 Volt, 1,2 Ampère-uur lithium batterij met als formaat half AA.

2.5.3 Functie en werking van de AE-logger

De VCU kan 250 System Events (SE's) en 250 Application Event (AE's) opslaan. Wanneer het geheugen vol is, worden de oudste data overschreven en is deze dus niet meer toegankelijk. Tijdens normaal gebruik betekent dit dat een error code ongeveer drie dagen bewaard wordt. Om de analysemogelijkheden te verbeteren is de AE-logger (zie Figuur 26) geïntroduceerd. Dit is een externe geheugenmodule die rechtstreeks in de VCU gestoken kan worden en tot 130.560 error codes kan bewaren. De AE-logger, ook wel de Green Frog genaamd, werkt aan de hand van polling. Met een bepaalde interval vraagt de AE-logger aan de VCU of er nog nieuwe error codes in het geheugen gezet zijn en downloadt deze naar het eigen geheugen. Het geheugen van de VCU blijft hiermee ongemoeid. Vooraf moet de AE-logger met een computer geconfigureerd worden. Zo heeft de AE-logger een poll period time (frequentie waarmee de AE-logger naar nieuwe error codes

⁶ <http://www.tadiranbatteries.de/pdf/lithium-thionyl-chloride-batteries/SL-350.pdf>

vraagt) en poll delay time (periode dat dat de AE-logger wacht na de laatste reactie van de VCU). Vervolgens kan deze direct in de RS-232 uitgang (X8) van een VCU gestoken worden. De AE-logger bestaat onder andere uit een stuk Flash geheugen en een batterij. Deze batterij moet iedere drie jaar vervangen worden. Handelingen betreffende de AE-logger worden besproken in Paragraaf 5.6.

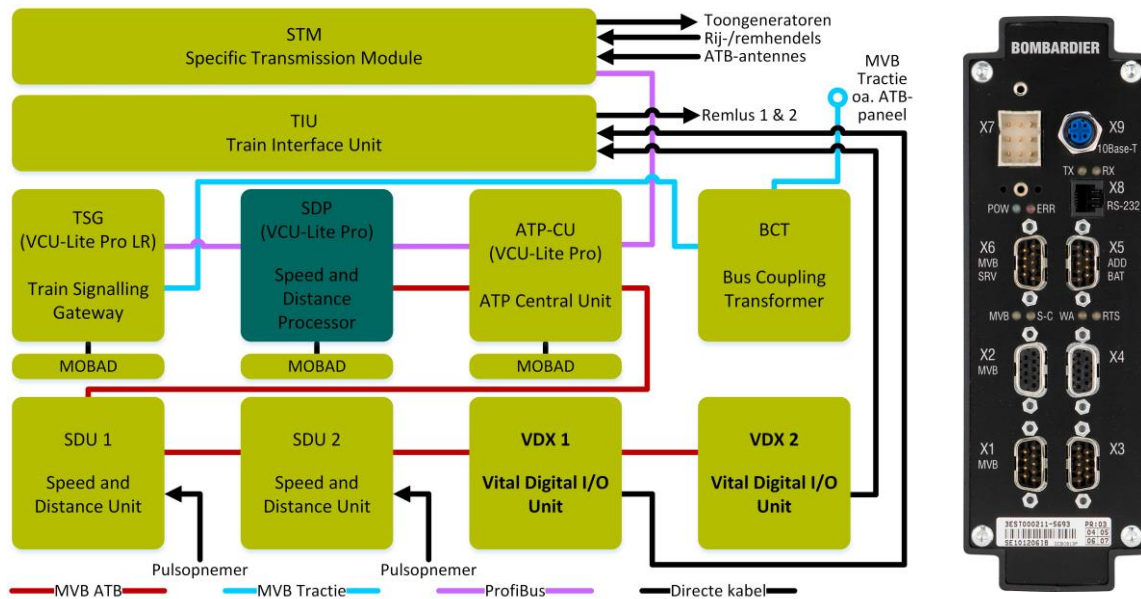


Figuur 26: AE-logger

De AE-logger is pas later aan de SLT toegevoegd en valt niet binnen de standaardconfiguratie, hoewel er wel een modification proposal over is goedgekeurd. Ze zijn geen eigendom van NS, maar van Bombardier RCS. De meeste SLT's hebben één AE-logger op de ATP-CU geïnstalleerd, maar sommige SLT's hebben er één op de TSG of SDP en weer andere hebben er geen aan boord. Volgens Bombardier RCS hoort de AE-logger op de ATP-CU. Eventueel kan deze ook op de SDP worden aangesloten. Daarmee worden de error codes van de ATP-CU en de SDP opgeslagen, maar kan het wel zijn dat wanneer de ATP-CU vastloopt, deze de laatste error code nog niet naar de SDP heeft gestuurd voordat de ATP-CU daadwerkelijk uitvalt. Als laatste kan de AE-logger ook op de TSG worden aangesloten, maar die informatie wordt al naar het HMI doorgestuurd. De AE-logger is ontworpen met het idee dat het geheugen als ringbuffer gebruikt kan worden, maar deze functie is echter nog niet beschikbaar. Daarom moet de AE-logger periodiek (iedere drie maanden) geleegd worden, om de bedrijfszekerheid te waarborgen. In de toekomst zal dit, na een software update, niet meer hoeven.

2.6 Speed and Distance Processor

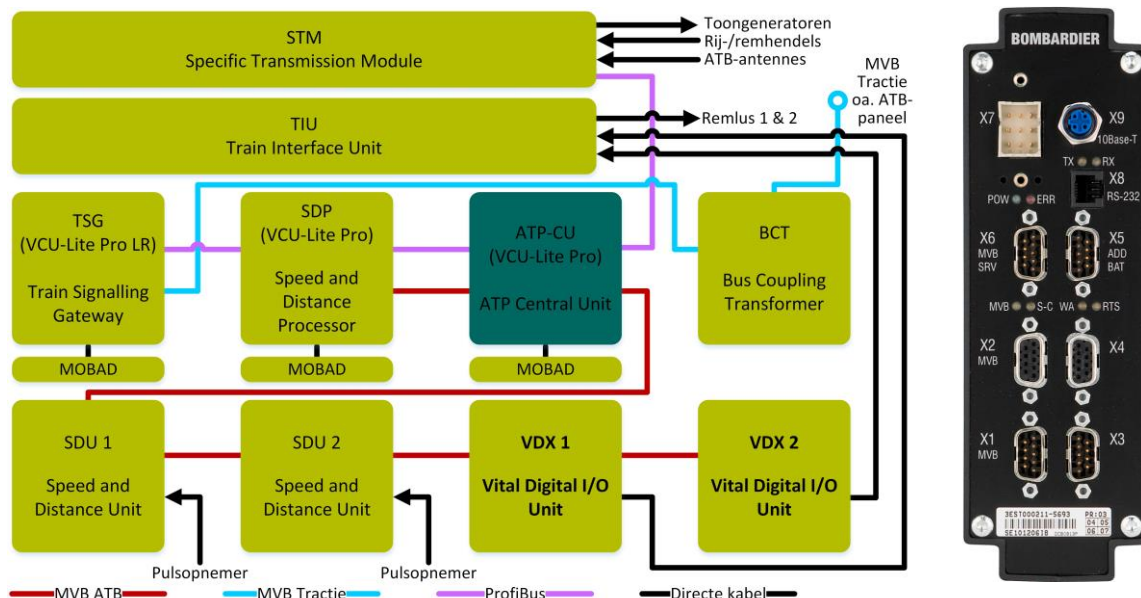
De functie van de Speed and Distance Processor (SDP), afgebeeld in Figuur 27, is het berekenen van de snelheid en afgelegde afstand van de trein op basis van de input van de SDU's. De SDP is de Platform Master en de twee SDU's die erop zijn aangesloten zijn Platform Slaves. Daarnaast is de SDP ook Bus Master. Dat betekent dat het alle berichten van de MVB ATB registreert. Net als de TSG en ATP-CU draait de SDP op een VCU. In Paragraaf 2.5.1 wordt dieper op de VCU ingegaan en informatie over het configureren, uitlezen en analyseren van de SDP komt terug in Paragraaf 5.3.



Figuur 27: Centrale ATB-installatie (SDP)

2.7 Automatic Train Protection - Central Unit

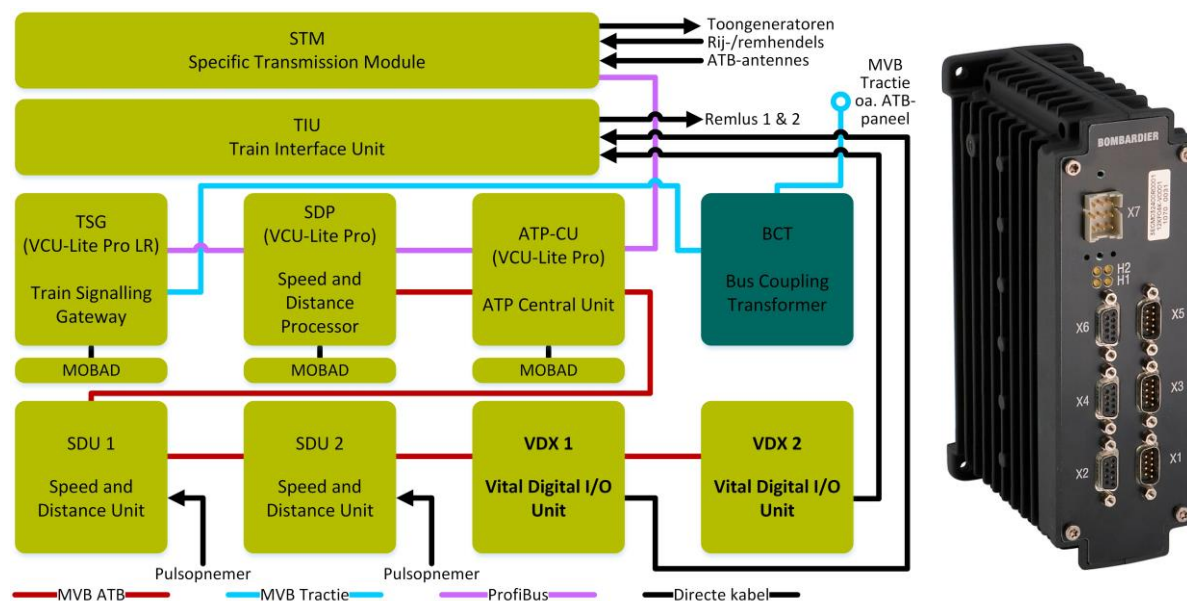
De Automatic Train Protection - Central Unit (ATP-CU), weergegeven in Figuur 28, is de European Vital Computer (EVC) van het STM-ATB. In een ERTMS omgeving fungeert de ATP-CU als centrale computer. In een ATB omgeving verwerkt deze de informatie van de STM en neemt alle uiteindelijke beslissingen. Omdat het ATB van de SLT zó ontworpen is dat deze eenvoudig om te bouwen is naar een ERTMS omgeving, heeft de ATP-CU een centrale locatie in het systeem. In Paragraaf 2.5.1 wordt dieper op de VCU ingegaan en informatie over het configureren, uitlezen en analyseren van de ATP-CU komt terug in Paragraaf 5.4.



Figuur 28: Centrale ATB-installatie (ATP-CU)

2.8 Bus Coupling Transformer

De functie van de Bus Coupling Transformer (BCT), afgebeeld in Figuur 29, is het zorgen voor een galvanische scheiding tussen het ATB en de rest van de trein. Dit wordt gerealiseerd door het maken van een optokoppeling tussen het ATB-netwerk (het PROFIBUS signaal dat in de TSG tot MVB Tractie is omgezet) en de MVB Tractie (dat onder andere naar de ATB-paneel, JRU en remcomputer gaat). Een optokoppeling zet een elektrisch signaal om in een lichtsignaal. Een lichtsensor pikt dat signaal op en zet het weer om in een elektrisch signaal. Hierdoor is er geen kans op ongewenste elektrische interferentie tussen de twee netwerken. De BCT wordt ook wel de buskoppeling of buskoppelaar genoemd, is onderhoudsvrij en hoeft ook niet geconfigureerd te worden.



Figuur 29: Centrale ATB-installatie (BCT)

De MVB is serieel aangesloten op X1 en X2. De buskoppeling regeneert het signaal en maakt via de optische koppeling een parallelle aftakking op aansluiting X5. X5 is met een kabel verbonden met de TSG. X6 is voorzien van een terminator. X3 en X4 zijn ongebruikt. De voeding verloopt via X7.

De buskoppeling kan in meerdere configuraties worden gebruikt. Welke configuratie actief is, wordt bepaald door een jumper in de stekker van X7. In deze configuratie (een redundante MVB aansluiting op X1 en X2 naar de redundante MVB aansluiting op X5 en X6) moet de jumper pin B1 verbinden met D3. Meer informatie hierover is te vinden in de datasheet van de BCT.

De MVB Tractie is van het type Electrical Medium Distance (EMD), de MVB ATB is van het type Electrical Short Distance (ESD+).

2.8.1 Aansluitingen van de BCT

De aansluitingen van de BCT staan opgesomd in Tabel 11.

Tabel 11: Aansluitingen van de BCT

Nummer	Beschrijving
X1	Redundante MVB EMD connector (9-pins D-Sub mannelijk)
X2	Redundante MVB EMD connector (9-pins D-Sub vrouwelijk)

X3	Redundante of niet-redundante MVB EMD connector (9-pins D-Sub mannelijk)
X4	Redundante of niet-redundante MVB EMD connector (9-pins D-Sub vrouwelijk)
X5	Redundante MVB EMD connector (9-pins D-Sub mannelijk)
X6	Redundante MVB EMD connector (9-pins D-Sub vrouwelijk)
X7	Stroomvoorziening (DIN F-9)

2.8.2 Controle LEDs van de BCT

De buskoppeling heeft een aantal controle LEDs. Tabel 12 geeft de betekenissen van deze LEDs weer.

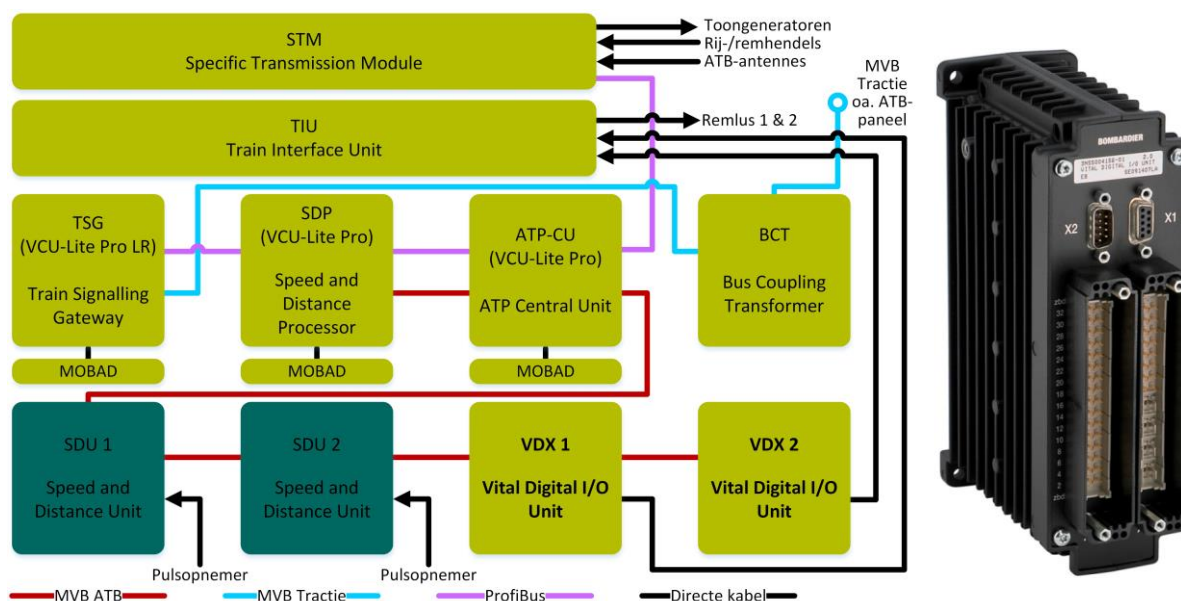
Tabel 12: Controle-LEDs van de BCT

LED	Betekenis (wanneer LED aan is)
H1 a	Dataverkeer over segment T1 (X1/X2)
H1 b	Dataverkeer over segment T2 (x3/X4)
H2 a	Voeding OK
H2 b	EMD driver actief (oververhittingsbeveiliging niet aangesloten)

2.9 Speed and Distance Unit

De Speed and Distance Unit (SDU), weergegeven in Figuur 30, telt de pulsen die van de pulsoptnemers komen en geeft de som van alle pulsen en de rijrichting door aan de andere ATB onderdelen (in het bijzonder de SDP). De rijrichting wordt bepaald door de draairichting van het faseverschil tussen de twee kanalen van dezelfde pulsoptnemer te meten. De rijrichting wordt elke 8 ms gemeten en elke 16 ms doorgegeven aan de MVB, inclusief de tijd van de laatste meting (op 1 ms nauwkeurig). Een digitaal filter beschermt tegen ruispulsen korter dan 64 μ s. De SDU updatet de MVB elke 16 ms met de nieuwste pulstelling en de tijd (op 1 ms nauwkeurig) van de laatste puls. Het pulsaantal wordt in een 12 bits register gezet. Dat wil zeggen dat de hoogste pulswaarde 4095 is. Na 4095 gaat het register naar 0 op de volgende puls. De SDU is onderhoudsvrij en hoeft ook niet geconfigureerd te worden.

Intern bestaat de SDU uit twee printen: een I/O CPU print en een SDU-Extention (SDUE) print. De I/O CPU print zorgt voor de voeding van de SDXE print, fungeert als hoofdcomputer en zorgt voor de MVB verbinding. De I/O CPU print bestaat uit een voeding, FPGA, CPU (met RAM en ROM), opto-isolator, MVB controller en MVB interface. Net als bij de VCU wordt de software van de FPGA bij het opstarten vanuit het ROM ingeladen. Wanneer dit niet lukt, dan isoleert de FPGA de MVB controller en de CPU en start de SDU niet op. De SDUE telt de pulsten, bepaalt de draairichting van de wielen en reageert op logische fouten. En de SDUE bestaat uit 2 PLD's (Programmable Logic Devices), een digitaal filter en een controlecircuit voor de voedingsspanning.

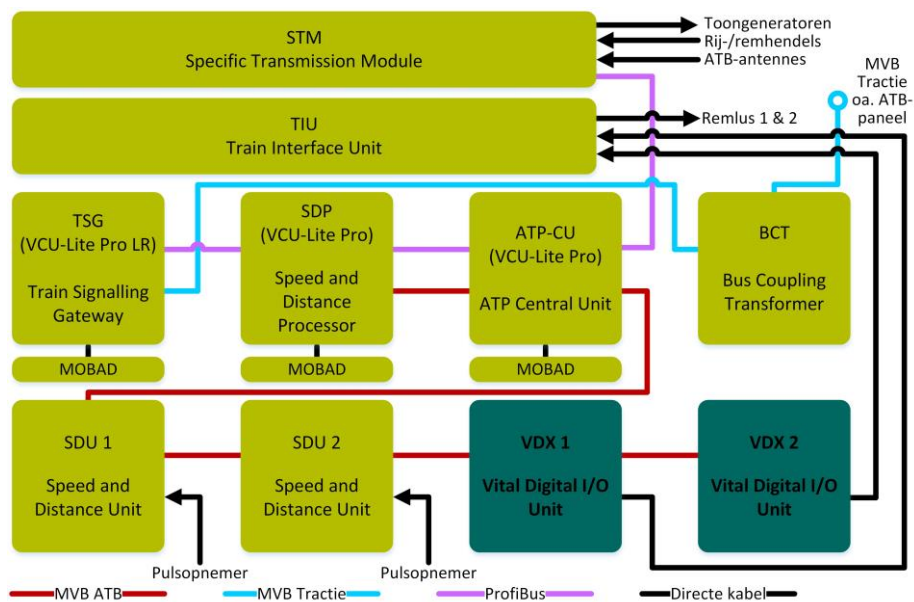


Figuur 30: Centrale ATB-installatie (SDU)

2.10 Vital Digital I/O Unit

De Vital Digital I/O Unit (VDX), weergegeven in Figuur 31, is een I/O module die zorgt voor een betrouwbare verbinding tussen de ATB-MVB en de TIU. De SDU en VDX zien er hetzelfde uit, maar zijn hardware- en softwarematig verschillend. De VDX is onderhoudsvrij en hoeft ook niet geconfigureerd te worden.

De VDX bestaat uit een I/O CPU print en een VDXE print. Net als bij de SDU fungeert de I/O CPU print als voeding, als hoofdcomputer en zorgt deze voor de MVB verbinding. De opbouw en werking van de print zijn gelijk aan die van de I/O CPU van de SDU. De VDXE print bestaat uit drie FS inputs, één FS output en twee HR outputs. Bij een FS input wordt het input signaal vergeleken met een referentiesignaal. Als het signaal van de input en de referentie in fase zijn, dan is dat een logische 0. Wanneer ze 180 graden uit fase zijn, dan is dat een logische 1. Als ze op een andere manier uit fase lopen, wordt de input ongedefinieerd. De input wordt pas positief als de laatste drie meetmomenten resulteerden in dezelfde, geldende, logische input. Een FS output is zo gebouwd dat deze altijd naar een veilige modus (safe state) kan schakelen. Wanneer de output bekrachtigd is (zich in gesloten staat bevindt), wordt er iedere 32 milliseconde gecontroleerd of er nog aan de voorwaarde voor bekrachtiging voldaan wordt. Daarnaast wordt er iedere 5 seconde getest of de veilige modus nog beschikbaar is. Een HR output heeft geen veilige modus, maar is bij het opstarten wel altijd onbekrachtigd (bevindt zich in open staat) en wanneer er zich een storing voordoet gaat de output naar de laatste geldige stand.



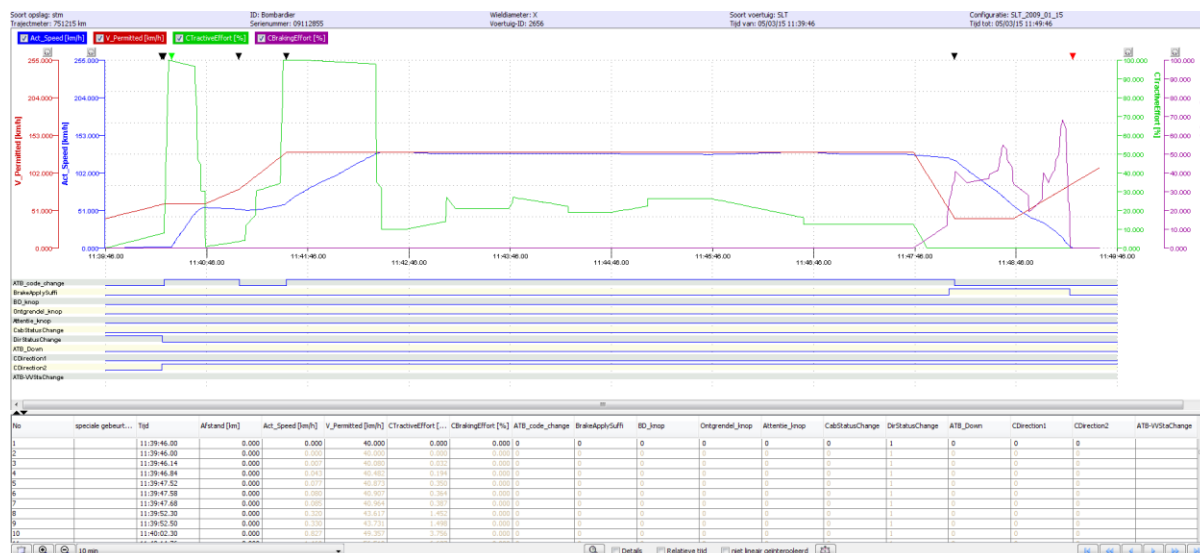
Figuur 31: Centrale ATB-installatie (VDX)

2.11 Automatische Rit Registratie

In de SLT zit een Automatische Rit Registratie (ARR) van het type Teloc 1500. Het wordt ook wel de Juridical Recording Unit (JRU) genoemd. Deze datarecorder, afgebeeld in Figuur 32, slaat verschillende soorten informatie over het functioneren van de trein en machinist op en kan vergeleken worden met de zwarte doos van een vliegtuig. Zo slaat de ARR de snelheid, toegestane (ATB)snelheid, tractie, reminspanning en verschillende digitale parameters op. De ARR maakt geen deel uit van het ATB, maar is vanwege zijn functie wel vaak cruciaal bij het opsporen van ATB-storingen. De ARR is eenvoudig uit te lezen (wanneer er een USB-stick in wordt gestoken begint de overdracht automatisch). Het analyseren van de data gaan met het programma Teloc EVA Professional. Een schermafdruck van dit programma is te zien in Figuur 33. In Paragraaf 5.7 komt de ARR verder aan bod.



Figuur 32: Automatische Rit Registratie (Teloc 1500)

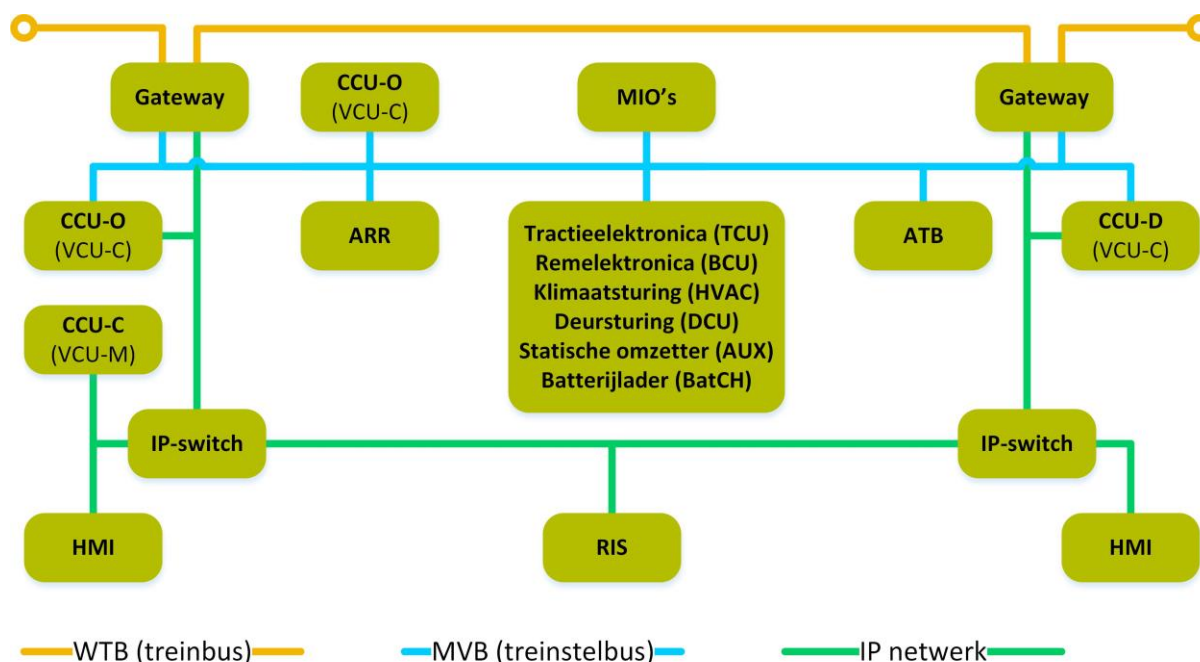


Figuur 33: Schermafdruk van Teloc EVA Professional

2.12 Train Control and Management System

De SLT maakt gebruik van een besturingssysteem, namelijk het Train Control and Management System (TCMS). De functie van het TCMS is het verzorgen van de communicatie tussen de diverse elektronische en conventionele systemen. Op het TCMS is verschillende hardware aangesloten, namelijk onder andere: twee gateways, drie Vehicle Control Units type C (VCU-C), één Vehicle Control Unit type M (VCU-M), twee HMI's, één ARR, zes IP-switches, één MVB repeater, verschillende Multiple Input/Output modules (MIO), het Reizigers Informatie Systeem (RIS) en de interfaces van overige voertuigsystemen. Voor de communicatie tussen de diverse systemen maakt het TCMS gebruik van de volgende netwerken: Wire Train Bus (WTB), MVB, IP en (trein)draden.

Figuur 34 toont een sterk vereenvoudigde weergave van deze netwerken.



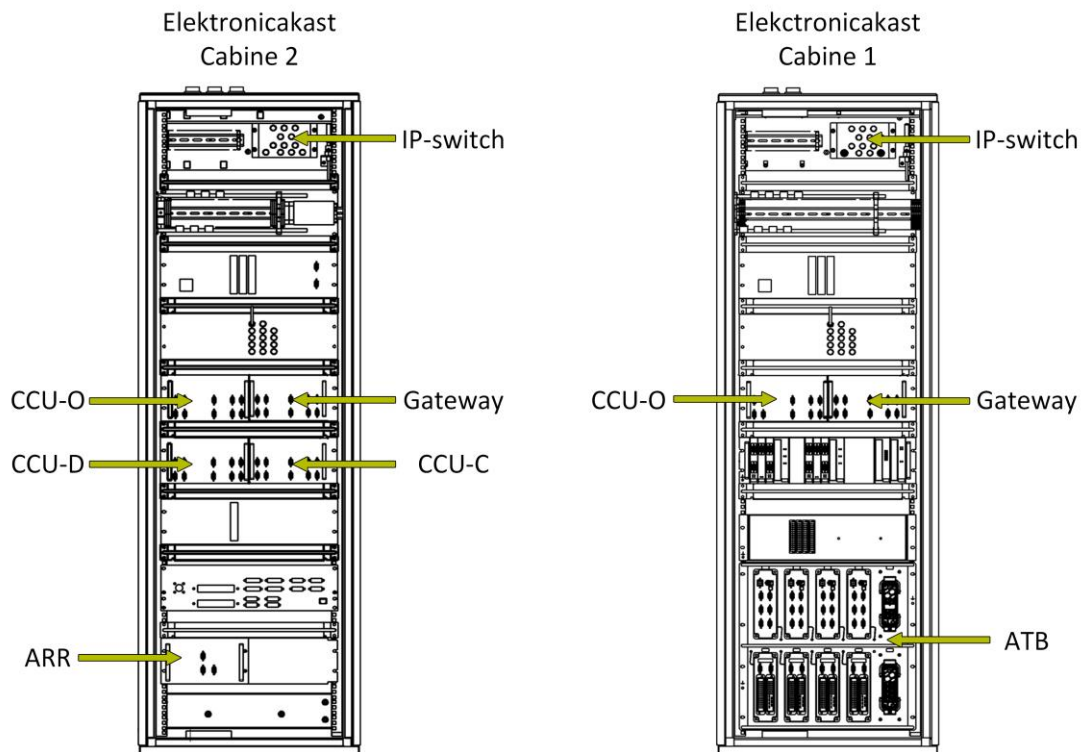
Figuur 34: Schematische weergave van het TCMS

De WTB en MVB kennen een aantal gelijkenissen en een aantal verschillen. De Wire Train Bus (WTB) is een seriële datacommunicatie bus die primair is ontworpen om voertuigen te verbinden die dagelijks gekoppeld en ontkoppeld worden. De WTB is er dus om de communicatie tussen treinstellen onderling te laten verlopen en heeft daarom als bijnaam Treinbus. De Multifunction Vehicle Bus (MVB) is gespecificeerd om apparatuur binnen een voertuig, of verschillende voertuigen, te verbinden met het trein communicatie netwerk. De MVB heeft als bijnaam Treinstelbus. De onderdelen van het TCMS hebben een structuur die hiërarchisch is opgebouwd. De functies zijn onderscheiden in niveaus: voertuigregelniveau, tractieregelniveau en remsturingsniveau.

Het diagnosesysteem is onderdeel van het besturingssysteem. Hierdoor maakt het diagnosesysteem gebruik van alle hierop aangesloten netwerken, zoals de voertuigbus (MVB) de treinbus (WTB) en de IP-bus. Het diagnosesysteem is in de cabine zichtbaar met behulp van het display op de stuurtafel (HMI). Het diagnosesysteem kent drie niveaus van functioneren:

- Diagnose. Het signaleren en registreren van storingen.
- Monitoring. Het continu verzamelen van gegevens van de aangesloten systemen, zodat het mogelijk is de toestand te bekijken.
- Controle. Het controleren van de systemen die noodzakelijk zijn voor het verdere functioneren van de trein (bijvoorbeeld het remsysteem). Defecten en storingen worden gemeld op het display. Afhankelijk van de ernst van het defect of de storing wordt hieraan een A-, B, of , C-melding gekoppeld. De A-, B- en C-meldingen worden weergegeven in het machinistenscherm en de bijhorende drukknop licht op. De A-, B-, C-, D- en P-storingen zijn te zien in het monteursscherm. Een A-storing is een veiligheidsstoring, een B-storing is een bedrijfszekerheidsstoring, een C-storing is een comfortstoring, een D-storing geeft een defect aan dat niet onmiddellijk tot falen van het systeem leidt en de P-storing (M-storing in het Duits) is een statusmelding.

Bij het inschakelen van de stroom worden alle de Central Computing Units (CCU's) geactiveerd. De CCU's blijven geactiveerd totdat de stroom weer wordt uitgeschakeld. De hoofdcomputer van het TCMS, de Central Computing Unit Operation (CCU-O), draait op een VCU-C en is redundant (dubbel) uitgevoerd. De CCU-O in de bemande cabine wordt als master op de MVB aangemeld en de CCU-O in de onbemande cabine wordt als slave aangemeld. De master bewaakt de data-uitwisseling tussen de diverse besturingsapparaten over de MVB. De CCU-O vormt de kern van het bovenliggende voertuigregelniveau. Alle belangrijke informatie van de voertuigcomponenten is in de CCU-O beschikbaar. De CCU-O geeft bijvoorbeeld remcommando's af, welke door de Traction Control Unit (TCU) worden opgepikt en verwerkt. Daarnaast verzamelt de Central Computing Unit Diagnostics (CCU-D) informatie over de trein. Deze draait ook op een VCU-C, maar is niet redundant uitgevoerd. De CCU-D bevindt zich in Cabine 2. Als laatste is er nog de Central Computing Unit Comfort (CCU-C). Deze houdt zich bezig met de secundaire systemen en draait op een VCU-M. De CCU-C bevindt zich naast de CCU-D in Cabine 2. De locaties van de verschillende onderdelen zijn zichtbaar in Figuur 35.



Figuur 35: Locatie CCU's in Elektronicakasten

3 Betrouwbaarheidsanalyse

In dit hoofdstuk worden twee analyses besproken. Eén heeft betrekking op het aantal serviceaanvragen dat in anderhalf jaar tijd is ingediend en één op de error codes die in vijf uitgelezen SLT's zijn gevonden. Het doel van de analyses is om meer inzicht te krijgen in de storingen waar de SLT in praktijk mee te maken krijgt. De gevonden resultaten worden in Hoofdstuk 0 gebruikt bij het beschrijven van veelvoorkomende error codes.

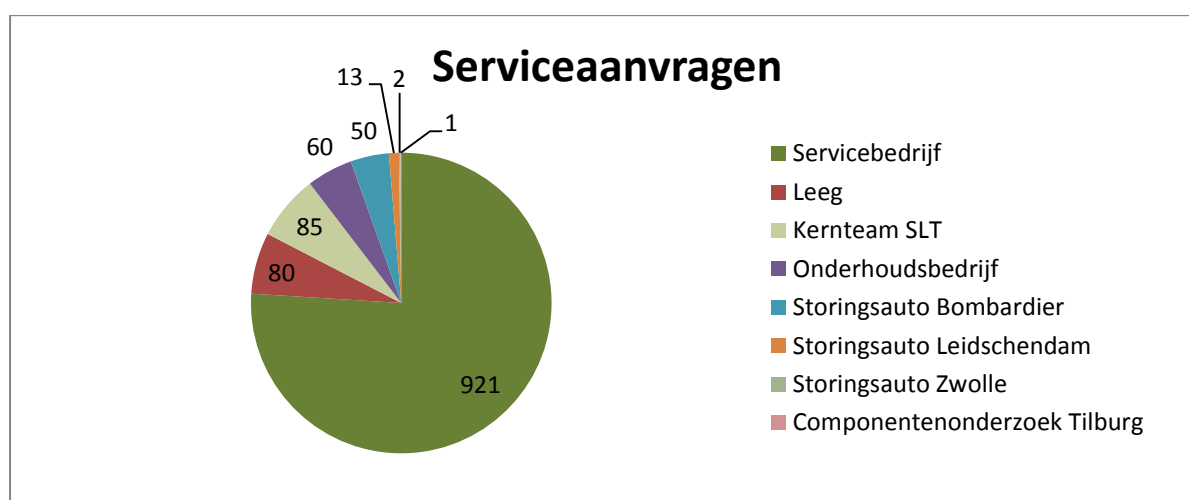
3.1 Analyse ATB serviceaanvragen

Om een beter beeld te krijgen over de ATB-storingen die tijdens dienst voorkomen, is er gekeken naar de serviceaanvragen. Wanneer er een defect of storing ontstaat tijdens een rit (of tijdens de aanloop ernaar), geeft de machinist dit door aan het Materieel Besturingscentrum NedTrain (MBN). Het MBN assisteert de machinist op afstand en poogt advies te geven over het verhelpen van de storing. Het kan zijn dat het MBN de storing verhelpt, maar het kan ook zijn dat dit niet lukt en er door een monteur naar gekeken worden. In beide gevallen volgt er een serviceaanvraag. De serviceaanvraag wordt in het computerprogramma Maximo gezet. Wanneer de storing niet verholpen is, verwijst het MBN de trein door naar een servicelocatie of roept een monteur op. Aanvragen die geen specialistische onderdelen en kennis vereisen, worden naar één van de dertig servicebedrijven verwezen. Bij complexere situatie wordt naar één van de vier onderhoudsbedrijven verwezen. Wanneer dit het Onderhoudsbedrijf Leidschendam betreft, kan de aanvraag door worden gestuurd naar het Kernteam. Daarnaast kunnen er ook storingsauto's worden opgeroepen om de trein ter plekken te repareren.

Voor deze analyse zijn alle serviceaanvragen met ATB gerelateerde storingen in de periode augustus 2013 tot en met februari 2015 gebruikt. Het gaat om alle SLT's. De data uit Maximo omvat naast de serviceaanvraag steeds een korte omschrijving van het probleem, maar niet een complete analyse. In sommige gevallen wordt de error code van het HMI ook genoemd.

3.1.1 Serviceaanvragen per trein

Er is eerst gekeken naar het aantal serviceaanvragen per trein. In anderhalf jaar zijn er 1213 aanvragen ingediend. Het MBN beslist waar de service vervolgens plaats vindt.



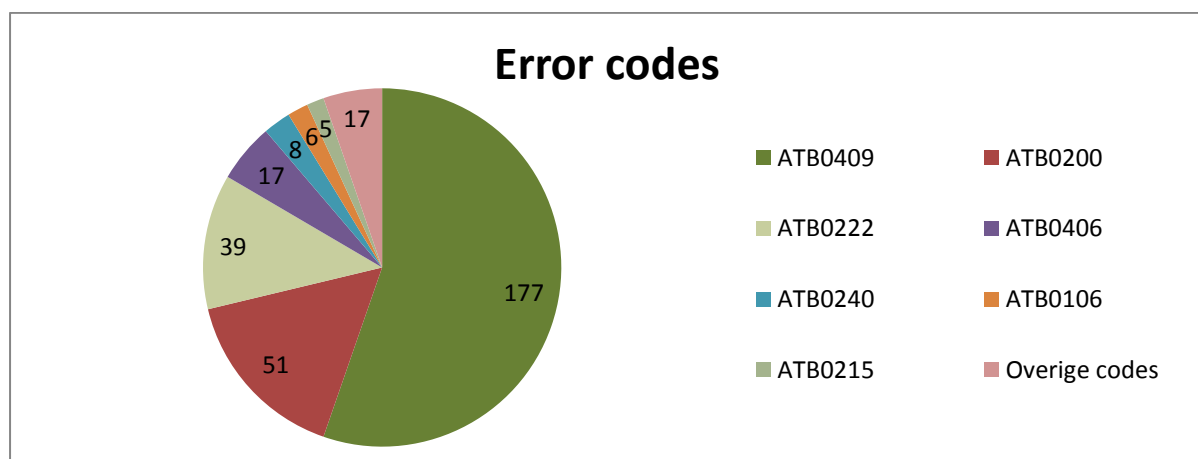
Figuur 36: Serviceaanvragen naar locatie

Met de gegevens uit Figuur 36 kan geconcludeerd worden dat het merendeel van de storingen (81%) op een servicelocatie afgehandeld wordt. Over het algemeen gaat dan om kleinere reparaties. In 145 gevallen is de trein naar een onderhoudsbedrijf gestuurd. Hier gaat het over het algemeen om grotere en complexere handelingen. In de meeste gevallen kost het meer tijd om een trein naar een onderhoudsbedrijf te sturen dan een servicebedrijf. (De trein moet gemiddeld gezien verder reizen.) Echter kunnen, in het geval van het ATB van de SLT, vrijwel alle diagnoses en reparaties achter een laptop in de cabine worden uitgevoerd. Het onderhoudsbedrijf biedt dan ook maar weinig voordeel ten opzichte van een servicebedrijf of zelfs rangeerterrein. Wellicht dat er nog kansen liggen in het optimaliseren van doorverwijsproces van het MBN of het mobiliseren van storingsmonteurs met kennis van het ATB van de SLT.

Daarnaast is er gekeken naar het aantal serviceaanvragen per trein. Opvallend is dat de negen treinen met de meeste serviceaanvragen (nog geen 7% van de totale vloot), samen goed zijn voor 36% van het totale aantal serviceaanvragen. Het blijkt dat al deze treinen met de ERTMS pilot meedoen. Dit zijn tien treinen die naast een STM-ATB ook een volledig werkende ETCS Level 2 aan boord hebben. Op het traject Amsterdam-Utrecht hebben deze treinen de mogelijkheid om het ERTMS te testen. De tiende ETCS-SLT komt op de zeventiende plek in de lijst met meeste serviceaanvragen. Het is niet duidelijk waarom deze SLT relatief weinig serviceaanvragen heeft gehad. Daarnaast is er gekeken of de verhoudingen van servicelocaties verschillen tussen de ETCS-SLT's en de normale SLT's. Deze kwamen overeen. Er kan geconcludeerd worden dat de ernst van de gemiddelde serviceaanvraag voor een storing in een ETCS-SLT gelijk is aan die van een normale SLT, maar dat deze wel significant vaker voorkomt.

3.1.2 Serviceaanvragen per error code

In sommige gevallen is er ook een error code in de serviceaanvraag te vinden. Dit is de code die door de machinist is af te lezen van het HMI (de CCU-D code). Figuur 37 laat zien welke error codes de machinisten hebben aangegeven. Deze codes worden in Paragraaf 5.8.1 verder behandeld.



Figuur 37: Serviceaanvragen naar error code

3.1.3 Zegelaanvragen

Een bekend probleem van het ATB van de SLT is de verplichting van een verzegelde ATB-schakelaar. Net zoals in iedere trein, heeft de machinist van een SLT de mogelijkheid het ATB uit te zetten en zonder ATB verder te rijden. Dit kan nodig zijn bij een defecte ATB. Daarnaast is het bij een ATB-

storing in veel gevallen voldoende om het ATB opnieuw op te starten. Dit doet de machinist door een verzegelde knop om te zetten. Afhankelijk van de ernst van het defect mag de trein nog een stuk doorrijden. Wanneer de dienst is afgelopen, moet het ATB door een monteur worden gecontroleerd en opnieuw van een zegel worden voorzien. In het geval van de SLT, test het ATB zichzelf bij ieder opstarten. Wanneer het ATB volledig is opgestart, staat daarmee ook vast dat het systeem volledig functioneel is. Een monteur die het ATB opnieuw moet verzegelen, moet in de meeste gevallen dan enkel het ATB opnieuw opstarten. Worden er geen andere storingen gevonden, dan kan er een nieuw zegel aangebracht worden.

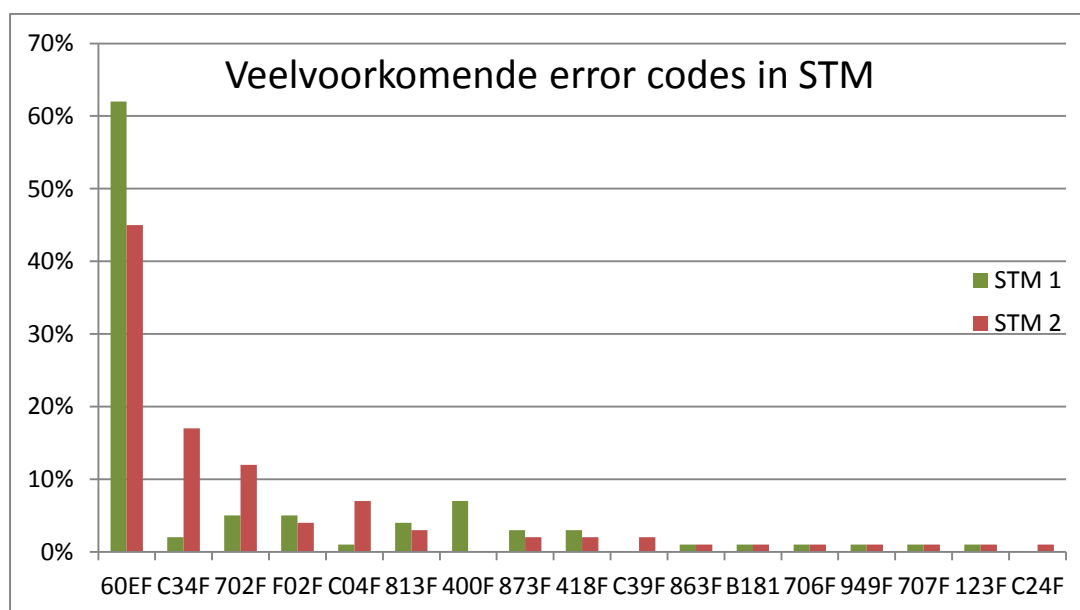
De gegevens uit Figuur 36 geven daarmee wellicht een vertekend beeld. Van de 1213 serviceaanvragen werd er 628 keer om een nieuw zegel gevraagd. Dit is in de meeste gevallen een eenvoudige handeling. In 581 gevallen werd dit dan ook een servicebedrijf gedaan. Op het moment van schrijven heeft NedTrain een procedure gestart om het ATB-zegel van de SLT uit de configuratie te halen.

3.2 Frequentieanalyse error codes

Om er achter te komen welke error codes tot een defect resulteren, is er gekeken naar welke codes dit hoogst waarschijnlijk niet doen. Daarvoor is het ATB van vijf verschillende treinen uitgelezen. Het gaat om beide STM controllers, de TSG, SDP en ATP-CU van de treinen 2407, 2424, 2441, 2652 en 2656. Het gaat om schone treinen (ze hebben geen defect), maar het zou kunnen dat de trein in het verleden wel defect is geraakt en dat de bijhorende error codes nog wel in het geheugen staan. Omdat het niet mogelijk is om te achterhalen of dit het geval is en omdat de kans hierop klein is, wordt er vanuit gegaan dat dit niet zo is. Aan de hand van deze analyse zijn enkele codes geselecteerd. Deze codes worden in Hoofdstuk 0 extra besproken.

3.2.1 STM

De error codes uit het geheugen van de vijf STM's zijn te zien in Figuur 38. De vijf meest voorkomende error codes worden in Paragraaf 5.1.4 besproken.

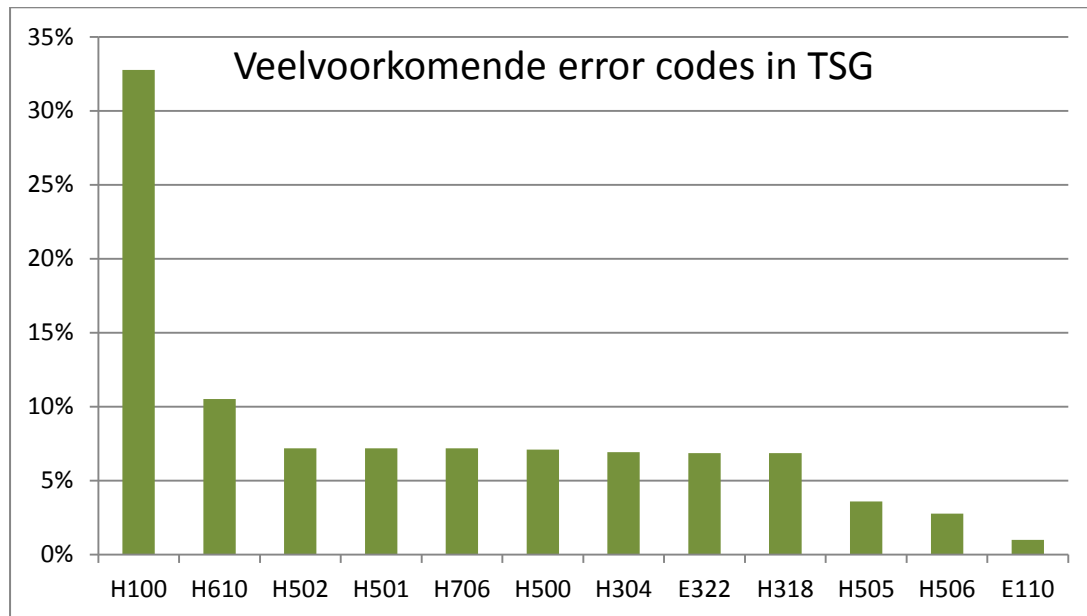


Figuur 38: Veelvoorkomende error codes in STM

Opvallend is dat de codes “60EF” en “400F” vaker in de eerste STM controller voorkomen en de codes “C34F”, “702F” en “C04F” weer vaker in de tweede. Dit bewijst dat de twee controllers daadwerkelijk verschillende error codes produceren en dat beide controllers uitgelezen moeten worden voor een goede analyse. Waarom dit gebeurt is nog onduidelijk.

3.2.2 TSG

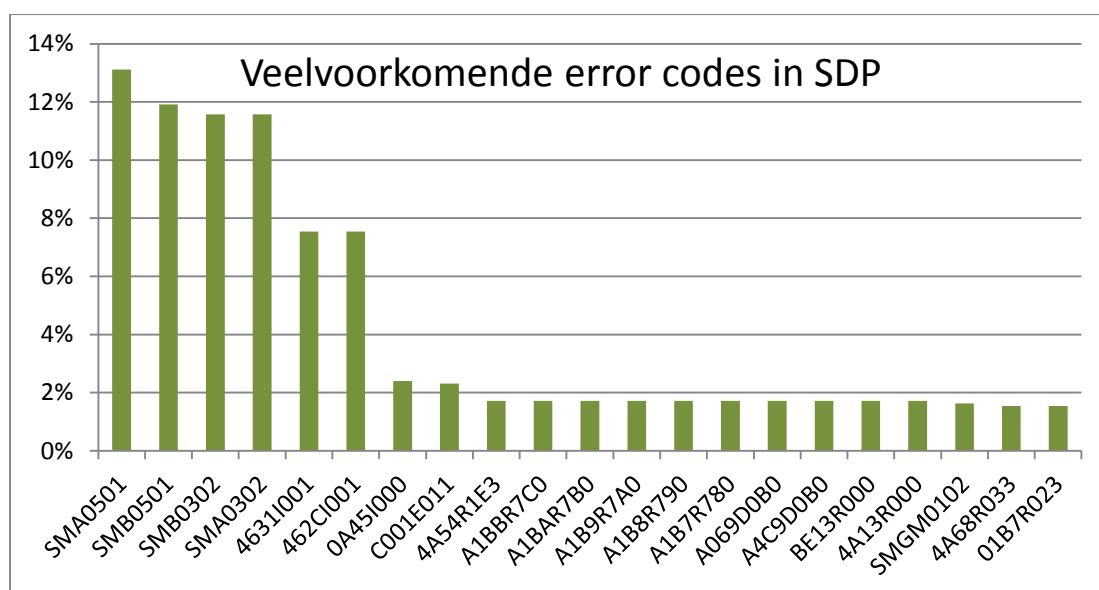
In Figuur 39 zijn de veelvoorkomende error codes uit het TSG te zien.



Figuur 39: Veelvoorkomende error codes in TSG

3.2.3 SDP

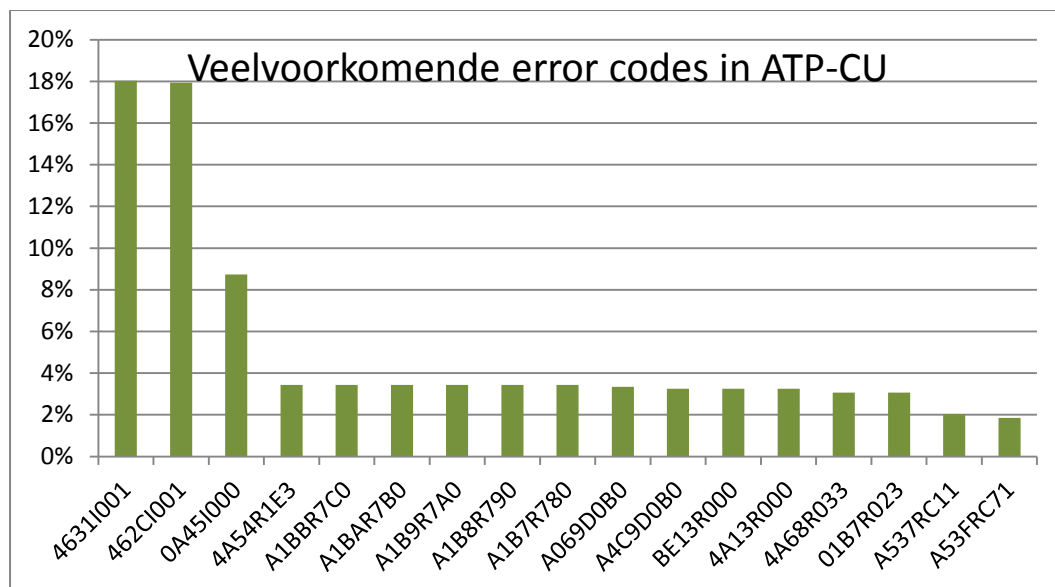
In Figuur 40 zijn de veelvoorkomende error codes uit het SDP te zien. De code “SMA0501” is gelijk aan “SMB0501”. Net zoals “SMA0302” gelijk is aan “SMB0302”. Deze worden nog kort in Paragraaf 5.3.4 behandeld.



Figuur 40: Veelvoorkomende error codes in SDP

3.2.4 ATP-CU

In Figuur 41 zijn de veelvoorkomende error codes uit de ATP-CU te zien. De codes “4631I001”, “462CI001” en “0A45I000” worden in Paragraaf 5.4.4 behandeld.



Figuur 41: Veelvoorkomende error codes in ATP-CU

4 Storingsanalyse (Root Cause Analysis)

Wanneer de oorzaak van een storing niet direct gevonden kan worden, is het goed om deze via een vast protocol te onderzoeken. Een voorbeeld hiervan is de Root Cause Analysis (RCA). De RCA is een tool die ervoor ontworpen is om er niet alleen achter te komen wat het probleem is en hoe dit opgelost kan worden, maar ook te identificeren waarom de storing plaats vond. Alleen wanneer onderzoekers de dieperliggende oorzaak van een storing kunnen vaststellen, kunnen er maatregelen getroffen worden die dit in de toekomst voorkomen. De RCA is voor veel situaties inzetbaar en heeft geen standaardprocedure.

In de periode van februari 2010 tot en met januari 2011 heeft Bombardier RCS 112 RCA's over het ATB geschreven (in februari zijn ze daarmee gestopt vanwege contractuele garantieregelingen). De RCA's zijn geschreven door verschillende onderzoekers en de werkwijzen en kwaliteit verschillen per onderzoeker significant. Hoewel het format steeds (vrijwel) hetzelfde was, mist het in zekere zin de RCA-filosofie: het tot op de bodem uitzoeken waarom de storing heeft plaatsgevonden. In dit hoofdstuk wordt de opbouw van de RCA zoals Bombardier RSC deze uitvoert bij ATB-storingen besproken. Ieder onderdeel wordt aangevuld met tips over hoe deze verbeterd kan worden. De RCA wordt per onderdeel behandeld (dus zoals het rapport wordt opgesteld).

Onderdeel 1 Probleembeschrijving

Hiervoor wordt vaak het (reeds aanwezige) fault report gebruikt. Dit rapport beschrijft het probleem en het functieverlies in het kort. Daarnaast wordt ook de daaropvolgende actie van de machinist beschreven, net als het type trein, het aantal gereden kilometers, de configuratie van de trein (reed de trein gekoppeld?) en de tijd en datum van wanneer het probleem voorkwam. In sommige zijn ook de error codes van het HMI in het fault report te vinden.

Onderdeel 1.1 Bron van het probleem

Hier wordt een korte samenvatting van het fault report geplaatst.

Onderdeel 2 Foutanalyse

In dit onderdeel wordt ingegaan op de logbestanden van de verschillende computers van het ATB.

Onderdeel 2.1 Uitgangsdata

Het verzamelen van data is de belangrijkste stap in de RCA. Voor een compleet beeld moeten de volgende eenheden worden uitgelezen:

- STM 1 & STM 2. Het lijkt er wellicht op dat beide eenheden hetzelfde zijn, maar de opgeslagen error codes verschillen per eenheid. Ze moeten dus los van elkaar uitgelezen worden. Wanneer de trein zich nog in fail state bevindt kan er een memory dump worden uitgevoerd. Anders kan alleen het EEPROM worden uitgelezen. Beide handelingen worden besproken in Paragraaf 5.1.2. De analyse van de STM wordt verder besproken in Paragraaf 5.1.3. Voor de RCA dienen alle error codes uit het EEPROM over te worden genomen tot op het moment dat het ATB zeker foutloos functioneerde. Neem daarbij minimaal de laatste acht regels over. Er moet rekening mee gehouden worden dat er na het begin van de storing meer error codes geproduceerd kunnen zijn. Eventueel hoeven de meest recente error codes dus niet te worden meegenomen in de RCA.

- TSG. De TSG zet de error codes van de MVB ATB om naar die voor de MVB Tractie. Hierbij worden sommige berichten gefilterd. De informatie uit de TSG is minder belangrijk dan die van de SDP, omdat de SDP de bron is. Voor de volledigheid is het echter verstandig om deze mee te nemen in de analyse. Het uitlezen wordt besproken in Paragraaf 5.2.2 en het analyseren in 5.2.3. Neem voor de RCA de meest opvallende en minimaal de laatste tien codes over.
- SDP. De SDP opereert als bus master en registreert alle berichten van de MVB ATB. Het uitlezen wordt besproken in Paragraaf 5.3.2 en het analyseren in 5.3.3. Neem voor de RCA de meest opvallende en minimaal de laatste tien codes over. Zoek hierbij naar SDP error codes en geen ATP-CU error codes die naar de SDP worden doorgezet.
- ATP-CU. Hoewel de SDP in theorie alle error codes van de ATP-CU overneemt, kan het zijn dat, wanneer de ATP-CU er als eerste mee ophoudt, de laatst gegeneerde code uit de ATP-CU alleen in haar eigen geheugen blijft staan. Daarom is het goed om ook de ATP-CU uit te lezen. Het uitlezen wordt besproken in Paragraaf 5.4.2 en het analyseren in 5.4.3. Neem voor de RCA de meest opvallende en minimaal de laatste tien codes over.
- AE-logger. Het kan zijn dat het niet meer mogelijk is om de oorzaak van een storing uit de geheugens van de ATP-CU, SDP of TSG te halen. Het is dan handig om de data uit de AE-logger ter beschikking te hebben. In Paragraaf 5.6.1 wordt besproken hoe deze uitgelezen moeten worden. De data hoeven alleen voor de RCA gebruikt te worden wanneer de overige data niet toereikend zijn.
- ARR. Naast de data uit het ATB is het handig om te weten wat de trein op het moment van de storing deed. Reed hij, bediende de machinist de rem, wat was de ATB-code? In Paragraaf 5.7.1 wordt besproken hoe de ARR uitgelezen moet worden en in Paragraaf 5.7.2 hoe het analyseren gaat. Eén of meerdere screenshots uit EVA kunnen de RCA goed verduidelijken.
- CCU-D. De CCU-D slaat verschillende waardes op die nuttig kunnen zijn voor de RCA. Zo zijn bijvoorbeeld de error codes van het HMI in de CCU-D te vinden. Het nadeel is wel dat het downloaden en het omzetten van de data naar een leesbaar formaat een tijdrovend proces is. Het uitlezen en analyseren van de CCU-D wordt in dit document niet besproken.

Naast deze digitale informatie moet er ook gekeken worden naar andere factoren. Heeft de trein al eerder gelijkwaardige storingen gehad? Was er op het moment van storing ook een storing op het spoor?

Onderdeel 2.2 Opvallende data

Vervolgens dienen de meest opvallende error codes uit de zojuist gerapporteerde data, geselecteerd te worden. Dit zijn bijvoorbeeld de error codes ten tijde van de storing. Daarbij moet rekening worden gehouden dat de klokken van de verschillende computers hoogstwaarschijnlijk van elkaar afwijken. Begin dan ook eerst met het vaststellen van de afwijkingen door te zoeken naar een gemeenschappelijke error code en per computer uit te rekenen wanneer die error code voorkwam. Voor het vaststellen of een error code opvallend is of niet, kan gebruik worden gemaakt van de eventlijsten van de verschillende computers. De error codes moeten op anti-chronologisch (meest recent eerst) worden gepresenteerd.

Onderdeel 2.3 Data-analyse

In deze paragraaf wordt gepoogd achter de oorzaak van de storing te komen. De data uit de vorige paragraaf moeten samengevoegd worden, zodat het één verhaal verteld. Hiervoor moeten error codes één voor één onderzocht worden met de eventlijsten. De verantwoordelijke error code(s)

moeten in een tijdlijn worden geplaatst om een duidelijk verloop van de storing te krijgen. Dit proces is erg lastig en er komt niet altijd een eenduidige conclusie uit. Wanneer er een duidelijk verloop zichtbaar is en alle causale factoren geïdentificeerd zijn, dan kan de root cause, de dieperliggende oorzaak, gevonden worden. Dit moet bij iedere causale factor gebeuren. Een voorbeeld van een te onderzoeken voorval is dat een monteur zijn hoofd stoot. Twee causale factoren kunnen dan zijn dat hij zijn helm niet op had en niet op zat te letten. De root causes kunnen dan zijn dat hij helm niet op had om dat er geen helmen in zijn maat beschikbaar waren en dat hij moe was van een dubbele dienst die hij eigenlijk niet mocht draaien.

Onderdeel 3 Verificatie en reproduceerbaarheid

Vervolgens kan er gekeken worden of de storing reproduceerbaar is. Een defecte MVB kan bijvoorbeeld gesimuleerd worden door de stekker eruit te halen. In de eventlijsten worden voor verschillende error codes aangegeven of de storingen reproduceerbaar zijn. Probeer dit vervolgens, zo mogelijk, op een functionerende SLT uit en controleer of het resultaat hetzelfde is. Op deze manier kan de oorzaak geverifieerd worden.

Onderdeel 4 Aanpak

In dit hoofdstuk moeten de conclusies worden getrokken. Wat is er gebeurd, hoe heeft het plaats kunnen vinden en vooral, hoe moet die opgelost worden? Hoe gedetailleerder dit omschreven wordt, des te waardevoller de RCA wordt.

Onderdeel 5 Samenvatting

In de samenvatting wordt de oorzaak en oplossing beschreven. Daarnaast moet gemeld worden wat het effect van de toegepaste oplossing was. Met de samenvatting moet het mogelijk zijn om toekomstige storingen snel te vergelijken met de huidige.

Onderdeel 6: Getrokken lessen

Dit is het belangrijkste onderdeel. Hier moet worden beschreven wat er gedaan moet worden om de storing in de toekomst te kunnen voorkomen. Dit kan een software of hardware update zijn, het aanpassen van een (handelings)protocol of het bijscholen van de machinist. In veel gevallen is de onderzoeker niet verantwoordelijk voor de implementatie van de oplossing. Het is dus belangrijk dat er ook besproken wordt, hoe de implementatie gewaarborgd kan worden.

Onderdeel 7 Bijlage

Hier kunnen eventueel bijlagen worden toegevoegd om het rapport compleet te maken.

5 Correctieve onderhoudshandelingen

In dit hoofdstuk worden de meest voorkomende correctieve onderhoudshandelingen beschreven. Het gaat dan vaak om het updaten, uitlezen en analyseren van de verschillende eenheden van het ATB. Het hoofdstuk is zo opgebouwd dat het eenvoudig tot een werkbeschrijving herschreven kan worden. Op verzoek van de storingsmonteurs wordt alles per module behandeld. Dit zorgt ervoor dat sommige teksten er dubbel in staan, maar vermindert het heen-en-weer geblader.

5.1 STM

In deze paragraaf wordt besproken hoe de STM van software moet worden voorzien, uitgelezen dient te worden en hoe deze data geanalyseerd moeten worden.

Positie in de trein

De STM bevindt zich in de elektroniekast van Cabine 1 (mABk1 of mABK3). Het is de bovenste eenheid van het EBI Cab 2000-rek.

5.1.1 Software laden

De STM heeft geen knoppen of schakelaars en wordt dus alleen softwarematig geconfigureerd. De software van de STM wordt geleverd in een HEX-bestand. De correcte versie hiervan moet altijd worden geïnstalleerd zoals beschreven in de Release Note and Change Instruction, welke bij het Voertuig Applicatie Project geleverd wordt. Beide controllers van de STM moeten op exact dezelfde wijze geconfigureerd worden. Na het downloaden van de software dienen er nog een aantal handelingen te worden verricht. Zo moeten de ATB-antennes gekalibreerd worden, moet er een parameterbestand ingeladen worden, moet er extra gecontroleerd worden of de rechter antenne ook op de rechter positie zit en moet de software geverifieerd worden.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	DCUTerm (versie 3.3.0.0)
3	ATBConfig (versie 6.1)
4	RS-232 null modem kabel (DB9 male – DB9 female)
5	Boot Monitor Connector (D-Sub kabel met pin 4 en 6 kortgesloten)
6	Release Note en Change Instruction
7	Correcte STM software

Boot Monitor Mode

Voor het downloaden van software en parameters moet de STM in een speciale modus staan, de Boot Monitor Mode.

1. Om in de Boot Monitor Mode te komen, dient de Boot Monitor Connector op de linker controller (X2202) te worden aangesloten.
2. Herstart de STM en wacht tot deze is opgestart (onder andere staan LED A1, A2, A3 en B2 van de voeding (11KH25) aan).
3. Verwijder de Boot Monitor Connector en controleer aan de hand van de LEDs of de STM in de goede modus staat. De rode LED B1 (RS) van de Can koppeling (11UP16) en B1 van de PROFIBUS koppeling (11UP17) moeten aanstaan.

4. Herhaal deze procedure voor de rechter controller (X4602).

Software downloaden

Wanneer de STM in de Boot Monitor Mode staat, kan de software gedownload worden.

5. Verbind de seriële kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 poort van de linker controller (X2202) van de STM.
6. Start de laptop en DCUTerm op.
7. Verander zo nodig de parameters van DCUTerm naar: RS232, COM x (x is afhankelijk van de gebruikte poort) en zet de baudrate op 19200 en druk op "Start". Geef aan waar het logboek van de installatie terecht moet komen.
8. Druk éénmalig op enter en controleer de terminal. De output moet lijken op:

```
** 11VP16 Boot Monitor **
11VP16 Boot Monitor
Copyright 2006 Bombardier Transportation
Software-ID : 3NGM005098E0850
SW-Status : V0.8.5
Version-Info : ATB-EG-STM V0.8.5
Compile-Date : Nov 13 2006, 11:36:42
11VP16>
```

Dit kan anders zijn wanneer er andere softwareversie op de STM staat.

9. Voordat de nieuwe software op de STM gezet kan worden, moet het FEPROM geleegd worden. Doe dit door de tekst "ls" in te voeren, gevolgd door een enter. De output ziet er als volgt uit:

```
Erasing sector 02000H..03FFFFH OK
Erasing sector 40000H..5FFFFH OK
Erasing sector 60000H..7FFFFH OK
Erasing sector 80000H..9FFFFH OK
Erasing sector A0000H..BFFFFH OK
Erasing sector C0000H..DFFFFH OK
Erasing sector E0000H..FFFFFH OK
```

10. Leeg vervolgens het diagnosegeheugen door het de tekst "le" in te voeren, gevolgd door een enter.
11. Nu kan de nieuwe software naar de STM gedownload worden. Doe dit door de tekst "rp" in te voeren, gevolgd door een enter. De STM geeft met de tekst "Please Transmit HEX – File" aan dat het de nieuwe software verwacht.
12. Verzend vervolgens het databestand. Ga daarvoor naar "Tools" en druk vervolgens op "Send file to target...". Selecteer vervolgens het juiste bestand (het eindigt op .HEX) en druk op "Open" om de overdracht te starten.
13. Download als laatste het standaard configuratiebestand naar de STM. Dit gaat hetzelfde als stappen 7 en 8, maar selecteer ditmaal het configuratiebestand. Het standaard configuratiebestand heeft de naam "test_slr.hex".
14. Verwijder de seriële kabel uit de linker controller.
15. Herhaal stappen 5 tot en met 14 voor de rechter controller.

ATB-antennes configureren

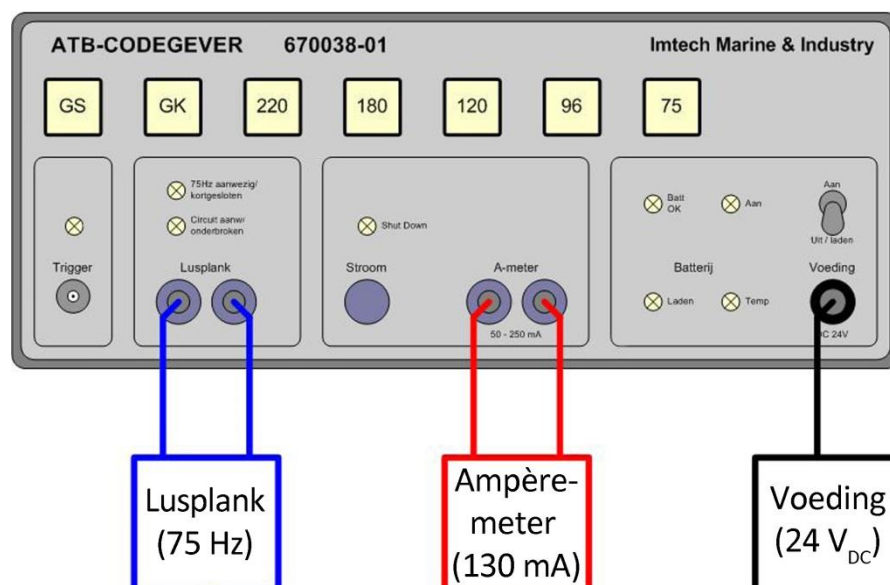
Het standaard configuratiebestand dat zojuist gebruikt is, moet vervangen worden door een configuratiebestand dat bij die specifieke SLT hoort. Daarvoor moet het signaal van de antennes bekeken worden en aan de hand van die output een nieuw configuratiebestand gegenereerd worden.

16. Positioneer de lusplank op de rails onder de ATB-antennes van Cabine 1. Daarbij dient de middelste staaf van de lusplank recht onder de antennes te liggen. (Zie Figuur 42.)



Figuur 42: ATB-antennes met daaronder de lusplank

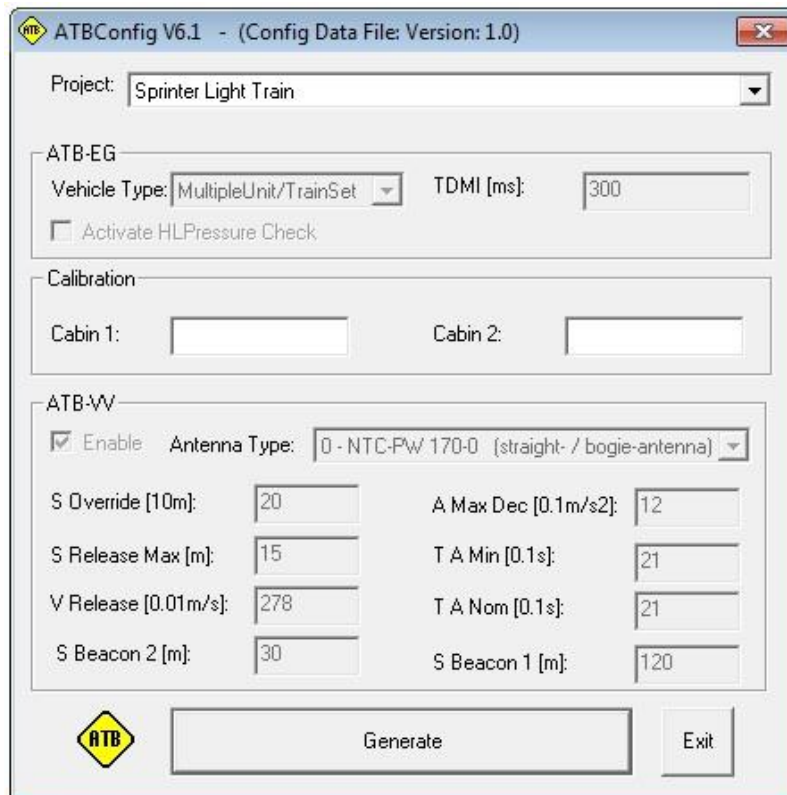
17. Verbind de codegever met de lusplank en ampèremeter. Wanneer de batterij leeg is, dient ook de voeding op de codegever te worden aangesloten. (Zie Figuur 43.)



Figuur 43: Aansluitingen van ATB-codegever

18. Zet de codegever aan, druk op de knop "GK" (Geen Kode) en stel de stroom in op 130 mA. Controleer dit met de Ampèremeter.

19. Verbind de seriële kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 poort van de linker controller (X2202) van de STM. De STM dient nog steeds in Boot Monitor Mode te staan.
20. Geef in DCUTerm de volgende commando's, steeds gevolgd door een enter: "sb C00", "2", "sb A00", "3" en "aw C000,C004".
21. Daaruit volgt een continue datastroom van de opgenomen waardes door beide antennes. Druk tien keer op ";" om deze waarde vast te zetten. De eerste waarde komt overeen met de rechter antenne en de tweede waarde met de linker. (Met de rechter antenne wordt de antenne bedoeld die zich aan de rechterkant bevindt, wanneer er vanuit de cabine door de voorruit wordt gekeken.) De twee waardes zouden niet veel van elkaar mogen verschillen. Wanneer de waardes wel significant verschillen zijn de antennes slecht gemonteerd of doet er zich een andere probleem voor. Noteer de tien vastgezette waardes van de rechter en de tien van de linker antenne.
22. Herhaal de stappen 16 tot en met 19 voor de antennes onder Cabine 2.
23. Geef in DCUTerm de volgende commando's, steeds gevolgd door een enter: "sb C020", "1" en "aw C000,C004". Deze commando's verschillen van stap 20.
24. Nu verschijnen de waardes voor de andere twee antennes. Druk opnieuw tien keer op ";" om deze vast te zetten en noteer de waardes.
25. Zoek per cabine (dus per twee antennes) de laagst genoteerde waarde en reken deze om naar decimaal.
26. Open het programma ATBConfig.
27. Selecteer bij "Project:" de optie "Sprinter Light Train" en vul de zojuist uitgerekende waarde in bij het veld "Cabine 1:" en "Cabine 2:". Zie hiervoor Figuur 44.



Figuur 44: Instellingen ATBConfig

28. Druk op "Generate" om een nieuw configuratiebestand te genereren. Kies een locatie voor het bestand en geef deze de naam "SLT_[treinnummer]_[datum].hex".
29. Vervolgens moet het bestand naar de STM gedownload worden. Daarvoor moeten eerst de huidige parameters gewist worden. Verbind de seriële kabel weer met de linker controller (X2202) van de STM. Geef in DCUTerm het commando "lp 40000", gevolgd een enter.
30. Met het commando "rp" weet de STM dat het een bestand kan verwachten. Selecteer het bestand zoals in stap 13.
31. Herhaal de stappen 29 en 30 ook voor de rechter controller.

Posities ATB-Vv antennes controleren

Voor het functioneren van het ATB-Vv is het belangrijk dat de rechter antenne ook op de rechterpositie zit. Dit moet dus extra gecontroleerd worden.

32. Verbind de seriële kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 poort van de linker controller (X2202) van de STM. De STM moet nog steeds in Boot Monitor Mode staan.
33. Controleer eerst dat er géén lusplank onder de cabine ligt en geef in DCUTerm de volgende commando's steeds gevolgd door een enter: "sb C00", "2", "sb A00", "3" en "aw C088". De waardes van de antennes zouden nu zichtbaar moeten worden.
34. Plaats de lusplank onder de rechter (vanuit de cabine door de voorruit bekeken) antenne van Cabine 1.
35. Wanneer alles correct is aangesloten stijgen de waardes nu boven de nul. Als dit niet het geval is, plaats de lusplank dan onder de linker antenne en controleer of deze wel een waardes groter dan nul aangeeft. Stijgen de waardes, dan zijn de rechter en linker antenne verkeerd geplaatst. Stijgen de waardes nog steeds niet, dan heeft er zich een ander probleem voorgedaan en moeten de antennes gecontroleerd worden.
36. Deze acties moeten herhaald worden voor Cabine 2. Geef in DCUTerm de volgende commando's: "sb C020", "1" en "aw C088".
37. Plaats de lusplank onder de rechter (weer vanuit de cabine door de voorruit bekeken) antenne van Cabine 2.
38. Controleer de waardes; deze moeten boven de nul stijgen. Als dit niet het geval is, plaats de lusplank dan onder de linker antenne en controleer of deze wel een waardes groter dan nul aangeeft. Stijgen de waardes, dan zijn de rechter en linker antenne verkeerd geplaatst. Stijgen de waardes nog steeds niet, dan heeft er zich een ander probleem voorgedaan.

Installatie controleren

Wanneer alle stappen doorlopen zijn, moet de installatie gecontroleerd worden.

39. Na de installatie van de nieuwe software dient de STM opnieuw te zijn opgestart (in normale modus).
40. Tijdens het opstarten test de STM zichzelf. Na een succesvolle test knipperen de LEDs S1 en S2 van de Can koppeling (11UP16) en staan de LEDs H1-A, H2-A, H2-B en H3-A van de voeding (11KH35) aan. Bij een onsuccesvolle test staan alle zes de hiervoor genoemde LEDs uit (in ieder geval na twee minuten).
41. Verbind de seriële kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 poort van de linker controller (X2202) van de STM.
42. Geef in DCUTerm het commando "v". Dit laat de versie informatie zien en lijkt op het volgende voorbeeld:

** EBICAB 2000 **

ATB-Application Monitor

Copyright 2009 Bombardier Transportation

Software-ID : 3NGM005098E1200

SW-Status : V1.2.0.0

Version-Info : ATB-STM V1.2.0

Compile-Date : Feb 04 2009, 08:58:09

11UP17 Version: V1.4.3

Configuration Parameter ATB-STM :

Version Info: 06

Vehicle Type: TrainSet

Calibration Value Cabin 1: 0x0ABB

Calibration Value Cabin 2: 0x09A2

DMI Time: 0x012C

HLPressure Supervision: off

ATB-VV: on

a_max_dec: 0x0C

t_a_min: 0x15

t_a_nom: 0x15

V_release: 0x0116

S_override: 0x14

S_release_max: 0x0F

S_beacon2: 0x1E

S_beacon1: 0x78

ATB-VV: NTC-PW 170-0 (Straight antenna / Bogie antenna)

43. Vergelijk dit met de informatie uit de Release Note. Alles zou gelijk aan elkaar moeten zijn.
44. Geef vervolgens het commando "dc". Dit produceert een dump aan checksums van verschillende geheugenmodules.
45. Vergelijk dit met de checksums uit de Release Note. Ook nu moet dit exact met elkaar overeenkomen.
46. Herhaal de stappen 41 tot en met 45 voor de rechter controller.
47. Verwijder de kabels, sluit DCUTerm af en maak een back-up van het logbestand van de gehele installatie.

5.1.2 Uitlezen

Bij storing kan het nodig zijn om het geheugen van de STM uit te lezen. Let er hierbij op dat de data uit beide controllers niet overeenkomen en dat deze dus ook beide uitgelezen dienen te worden. Daarnaast kan de Memory Dump alleen uitgevoerd worden wanneer de STM zich nog in fail state bevindt. Het EEPROM kan altijd uitgelezen worden.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	DCUTerm (versie 3.3.0.0)
3	RS-232 null modem kabel (DB9 male - DB9 female)

Uitlezen

1. Controleer of de STM stroom heeft (er moeten lampjes branden). Schakel zo nodig de stroom in.
2. Verbind de kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 poort van de eerste STM controller 11VP16 (X2202).
3. Start de laptop en het programma DCUTerm op.
4. Verander zo nodig de parameters naar: RS232, COM x (x is afhankelijk van de gebruikte poort) en zet de baudrate op 19200.
5. Druk op start en geef de opslaglocatie aan.
6. Geef commando "v"; dit geeft de versie informatie (30 regels).
7. Geef commando "dw 0,BFF"; dit geeft het eerste deel van de Memory Dump. (Alleen beschikbaar wanneer de STM zich nog in fail state bevindt.)
8. Geef commando "dw 1F00,1FFF"; dit geeft het tweede deel van de Memory Dump. (Alleen beschikbaar wanneer de STM zich nog in fail state bevindt.)
9. Geef commando "dw 4000,BFFF"; dit geeft het derde deel van de Memory Dump. (Alleen beschikbaar wanneer de STM zich nog in fail state bevindt.)
10. Geef commando "de 0,400"; dit geeft het EEPROM met 128 error codes (128 regels met hexadecimale getallen).
11. Verbind de laptop met de tweede STM controller (X4602) en herhaal stappen 6 tot en met 10.
12. Verbreek de verbinding, sluit het programma DCUTerm af en verwijder de RS-232 kabel tussen de laptop en de STM.

5.1.3 Analyseren

De data uit het EEPROM uit de uitgelezen STM kunnen direct gelezen worden. Aan de hand van de data kunnen achterhaald worden wat de oorzaak van de storing is. Dit proces is echter complex en hoeft niet tot het gewenste resultaat te leiden.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Computer met tekstverwerker
2	STM eventlist

Analyseren

De belangrijkste informatie is te vinden in het EEPROM. De Memory Dump bevat meer informatie, maar deze is alleen toegankelijk als de STM nog in fail state staat en is deels alleen te begrijpen door de producent. De regels in het EEPROM kennen allemaal dezelfde opbouw. Ze bestaan allemaal uit een tijdsindicatie gevolgd door negen woorden. Een woord is een blok van vier hexadecimale getallen (ook wel zestien bits). Een voorbeeld van een stuk EEPROM van de STM ziet er zo uit:

```

Terminal TS  Addr EC-- Datum--Tijd--- Extra info---- Cntr
-----
13.41480028: 01C8 60EF 0101 0000 0145 0002 0100 0773 0000
13.41480889: 01D0 60EF 0101 0000 0145 0002 0100 0773 0000
13.41481750: 01D8 60EF 1703 1511 1947 02FE 0700 0020 0000
13.41482194: 01E0 873F 1803 1413 0145 02FA 0700 0220 0000
13.41483056: 01E8 0000 1406 8000 0032 3237 FFFF FFFF FFFF
13.41483917: 01F0 60EF 0101 0000 0123 0002 0100 0773 0000
13.41484361: 01F8 FFFF 1602 1106 3346 0226 0400 0413 0000

```

Iedere error code vult exact één regel. Behalve Safe PROFIBUS Library (SPL) error codes. Deze vullen twee regels. Dit wordt verderop nog uitgelegd. Om het analyseren inzichtelijk te maken wordt de derde regel van het voorbeeld ontleed.

13.41481750

In het voorbeeld begint iedere regel met een tijdsindicatie (timestamp) van het moment van uitlezen van de STM. Hieruit valt niets af te leiden. Het kan zijn dat bepaalde terminals dit niet weergeven.

01D8

Daarop volgt een geheugenindex. Dit is het fysieke adres van de code in het geheugen. De code "01C8" staat bijvoorbeeld voor het 456ste woord in het geheugen. Dit adres kan gebruikt worden om losse regels uit te lezen, maar dat wordt in de praktijk nauwelijks gedaan.

60EF

Dan volgt de daadwerkelijk error code. Deze bestaat uit één woord. De opbouw van de error codes wordt verder besproken in Paragraaf 2.3.6.

Om de laatste (meest recente) error code te vinden, moet gezocht worden naar de code "FFFF" op de locatie van de error code. Dit is de eindmarkering. In de regel erboven bevindt zich dan de laatste geschreven error code. In het geval van het voorbeeld bevindt de eindmarkering zich in de laatste regel; de regel ervoor met "60EF" is dan de meest recente. Er is altijd maar één regel die met "FFFF" begint.

Wanneer het gaat om een SPL error code, dan wordt deze verspreid over twee regels. Een SPL error code begint met een "8" en eindigt met een "F". In het voorbeeld gebeurt dit op de vierde regel. De extra (de vijfde) regel bevat extra informatie over de oorzaak van de error. Deze informatie kan alleen worden begrepen met gedetailleerde kennis van de software en wordt in dit document niet verder behandeld.

Alle codes zijn te vinden in de eventlist van de STM. In totaal zijn dit er 287. Helaas geeft deze lijst van maar weinig codes de concrete oorzaak van de error aan en daarnaast wat eraan gedaan kan worden. In de meeste gevallen wordt er een herstart van het ATB geadviseerd. Echter, in combinatie met de data uit het EEPROM en de andere ATB-onderdelen kunnen er worden uitgezocht of de STM het defecte onderdeel binnen het ATB is. Als dit het geval blijkt te zijn en er geen duidelijke aanwijzingen zijn wat het defect veroorzaakt heeft, dan moet eerst de software gecontroleerd worden. Controleer alle checksums met die uit de Release Note en vervang eventueel de software. Heeft dit geen effect, dan moet de STM vervangen worden. De code "60EF" komt het vaakst voor, dit is de code "ATB0216" op het HMI. In dit geval komen de bevindingen van de twee controllers niet met elkaar overeen en gaat de STM naar fail safe. De daadwerkelijke oorzaak is niet bekend, daarvoor moet naar de vorige code gekeken worden. Zelfs dit hoeft niet tot duidelijke conclusies te leiden.

1703 1511 1947

Uit de daaropvolgende drie woorden valt de datum en tijd van de error code af te leiden. De eerste zes getallen staan voor de datum en de laatste zes staan voor de tijd. De datum bestaat uit de dag, maand en als laatste het jaar. De tijd bestaat uit het uur, de minuten en als laatste de seconden. In

het voorbeeld deed de error zich dus voor op 17 maart 2015 om 11:19:47. In het ATB wordt de Universal Time Coordinated (UTC) aangehouden. Dit is gelijk aan de tijd in Engeland (Greenwich Mean Time), maar dan zonder wintertijd. In de zomer moeten er twee uur van de Nederlandse tijd afgetrokken worden om UTC te verkrijgen en in de winter slechts één. De tijd komt via PROFIBUS de STM binnen. Wanneer de STM wordt opgestart, wordt de datum op 1 januari 2000 gezet en de tijd op 00:00:00. Vervolgens wacht de STM op een PROFIBUS-pakket met de juiste datum en tijd. Wanneer er een error code tijdens het opstarten van de STM gegeneerd wordt, dus voordat de STM de correcte datum en tijd vanuit de PROFIBUS heeft ontvangen, dan zal de error code 1 januari 2000 als datum krijgen. De tijd staat dan voor het aantal minuten en seconden verstreken sinds het opstarten.

02FE 0700 0020

Daarop volgen er drie woorden met extra informatie over de error code. De eerste vier hexadecimale getallen bevatten de Link Connect State (Lcs). Het vijfde en zesde getal staan voor de STM State (St). Het zevende en achtste getal staan voor de gedetecteerde ATB-code (Co). Daarop volgt standaard een 0, gevolgd door een getal met de Cabine Status Information (C), de Direction Controller Information (D) en als laatste de ATB-EG State (A).

De Link Connect State geeft aan welke PROFIBUS kanalen er verbonden waren. De verschillende kanalen zijn opgesomd in Tabel 13. Het eenvoudigste is om het hexadecimale getal om te schrijven naar het binaire stelsel en te kijken op welke posities er een 1 staat. De "02FE" wordt bijvoorbeeld "0010 1111 1110". Dit betekent dat alle kanalen, behalve de kanalen "REF_SYNC_CHANNEL" en "REF_SYNC_CHANNEL" op het moment van error verbonden waren.

Tabel 13: Betekenis van Link Connect States

Hexadecimaal	Binair	Kanaal	Betekenis
0x0001	0000 0000 0001	REF_SYNC_CHANNEL	Reference Clock
0x0002	0000 0000 0010	STMCTRL_CHANNEL	STM Controller
0x0004	0000 0000 0100	JRU_CHANNEL	Juridical Recording Unit (ARR)
0x0008	0000 0000 1000	DMI_A_CHANNEL	Driver Machine Interface A
0x0010	0000 0001 0000	DMI_B_CHANNEL	Driver Machine Interface B
0x0020	0000 0010 0000	DRU_CHANNEL	Data Recorder Unit
0x0040	0000 0100 0000	TIU_CHANNEL	Train Interface Unit
0x0080	0000 1000 0000	BIU_CHANNEL	Brakes Interface Unit
0x0100	0001 0000 0000	NVS_CHANNEL	Non-Volatile Storage
0x0200	0010 0000 0000	ODODAT_CHANNEL	Odometer

De STM State wordt uitgedrukt volgens de definitie uit Subset 58. In dit document wordt daar niet verder op ingegaan.

De ATB-code wordt uitgedrukt in een 0 gevolgd door een ander getal. De betekenissen van de codes zijn te vinden in Tabel 14.

Tabel 14: Betekenis van ATB-codes

Hexadecimaal	ATB-code	Betekenis
0x00	Onbekend	Geen (correcte) code aanwezig, maximum snelheid 40km/h
0x01	220	75Hz basis met 220 modulaties per minuut, maximum snelheid 60km/h
0x02	180	75Hz basis met 180 modulaties per minuut, maximum snelheid 80km/h
0x03	147	75Hz basis met 147 modulaties per minuut, maximum snelheid 80km/h
0x04	120	75Hz basis met 120 modulaties per minuut, maximum snelheid 130km/h
0x05	96	75Hz basis met 96 modulaties per minuut, maximum snelheid 140km/h
0x06	75	75Hz basis met 75 modulaties per minuut, einde van ATB gebied
0x07	270	Wordt niet gebruikt

De Cabine Status Information, Direction Controller Information en ATB-EG State worden in dit document niet verder besproken.

0000

Het laatste woord geeft aan uit welke van de twee STM controllers de code komt. Bij 0000 komt deze uit controller 1 en bij 8000 uit controller 2. Soms eindigt de regel met FFFF. Dit gebeurt in ieder geval bij de meest recente regel en soms ook in andere gevallen. Wat die andere gevallen verbindt is niet bekend.

5.1.4 Veelvoorkomende error codes

In de praktijk zijn vijf error codes die het vaakst in het diagnosegeheugen van de STM voorkomen:

- 60EF (definitie: F_STMCTRL_CMD_FA). In dit geval zet de STM Control Function de STM in fail state. Dit gebeurt nadat de twee controllers een tegenstrijdigheid hebben ontdekt. De oorzaak is onduidelijk, daarvoor moet er naar de voorgaande error codes gekeken worden. Het kan helpen om het ATB opnieuw op te starten. Wanneer dit de error code niet doet verdwijnen, moet er een grondiger onderzoek plaatsvinden.
- C34F (definitie: F_NRV_FLUSS_NO_MSG). Dit is een NRV synchronisatie error. In de communicatie tussen de twee controllers is er een data pakket niet aangekomen. De STM gaat daarom in fail state. Het kan helpen om het ATB opnieuw op te starten. Wanneer dit de error code niet doet verdwijnen, moet er een grondiger onderzoek plaatsvinden.
- 702F (definitie: F_EMERGENCY_BRAKE_FAIL_STATE). In dit geval wordt de noodrem in fail safe gezet. Er wordt geadviseerd om de noodrem en de bekabeling ervan te controleren. Als er niets gevonden wordt, dan moet er een grondiger onderzoek plaatsvinden.
- F02F (definitie: F_AOZ_ABGELAUFEN). Dit is een ingreep nadat de STM voor 73 uur, onafgebroken, aan heeft gestaan. De STM eist dan een herstart zodat deze zichzelf weer kan testen. Er is bij deze code geen defect en er hoeft geen onderhoud gepleegd te worden.
- C04F (definitie: F_NRV_ERST_KEIN_NR). Dit is een NRV synchronisatie error. In de communicatie tussen de twee controllers is er een data pakket niet aangekomen. De STM geeft aan dat de timeout van 1 seconde verlopen is. Vervolgens gaat de STM in fail state. Het kan helpen om het ATB opnieuw op te starten. Wanneer dit de error code niet doet verdwijnen, moet er een grondiger onderzoek plaatsvinden.

5.1.5 Nota bene

- Wanneer van controller gewisseld wordt (X2202/X4602), verandert DCUTerm de invoer tekst "ATB1>" naar "ATB2>".
- De volledige parameterset van de seriële verbindingen is: 19200 Bd, 8 data bits, no parity bit, 1 stop bit.
- In plaats van DCUTerm kunnen ook andere terminal emulatie programma's gebruikt worden.
- Het kan zijn dat het uitlezen van de STM niet lukt. Het lukt wel om een verbinding te maken tussen de module en de computer, maar wanneer bijvoorbeeld de code "de 0,400" wordt doorgegeven, dan komt deze niet volledig aan (op de terminal is dan een halve code zichtbaar). In dit geval kan het helpen om de STM van de PROFIBUS af te koppelen (paarse kabel op X4209). Voor gebruik moet de kabel weer aangesloten worden.

5.2 TSG

In deze paragraaf wordt besproken hoe de TSG van software moet worden voorzien, uitgelezen dient te worden en hoe deze data geanalyseerd moeten worden.

Positie in de trein

De TSG bevindt zich in de elektronicakast van Cabine 1 (mABk1 of mABK3). Hij zit op de derde rij van boven van het EBI Cab 2000-rek en vervolgens de eerste van links.

5.2.1 Software laden

De software van de TSG wordt geleverd in vier verschillende DLU-bestanden. Deze moeten worden geïnstalleerd zoals aangewezen in de Release Note and Change Instruction, welke bij het Voertuig Applicatie Project geleverd wordt. Na het downloaden van de software moeten er nog een aantal handelingen worden uitgevoerd. De klok moet nog goed worden gezet, de filters moeten worden ingeladen en de installatie moet worden gecontroleerd met de Release Note and Change Instruction.

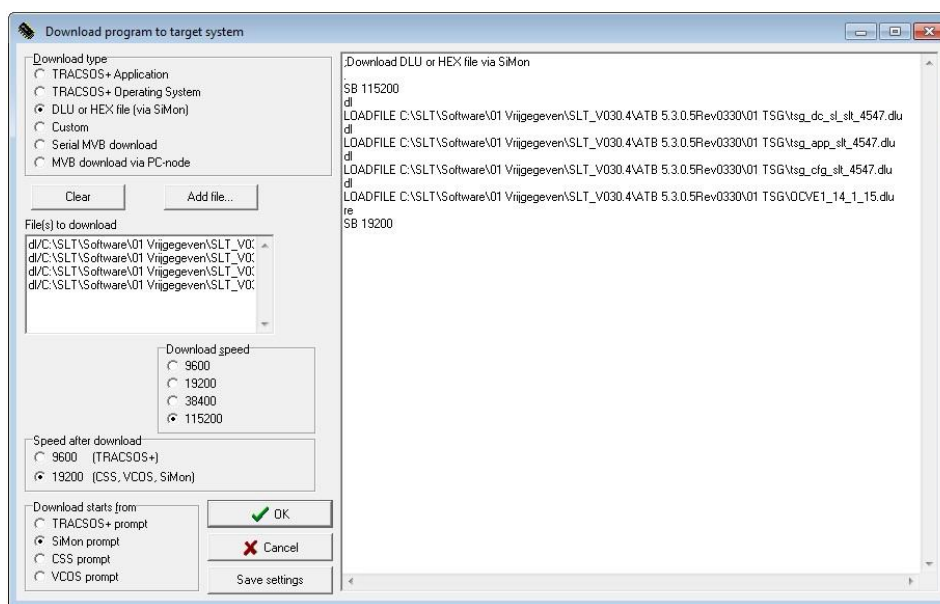
Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	DCUTerm (versie 3.3.0.0)
3	Bombardier RS-232 kabel (DB9 female - RJ12 female)
4	Release Note en Change Instruction
5	Correcte ATP-CU software

Downloaden van nieuwe software

1. Controleer of de ATP-CU uit staat (zijn alle lampjes gedoofd?). Schakel zo nodig de stroom uit.
2. Laat de MOBAD in de ATP-CU zitten en zet de MOBAD in de stand Simple Monitor (SiMon) door schakelaar S1 op "off" te zetten en S2 op "on".
3. Verbind de seriële kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 (RJ12) poort (X8) van de TSG(meest linker VCU).
4. Start de ATP-CU en de laptop op.
5. Start het programma DCUTerm op.
6. Verander zo nodig de parameters naar: RS232, COM x (x is afhankelijk van de gebruikte poort) en zet de baudrate op 19200.

7. Als er op "Enter" gedrukt wordt moet het programma een regel teruggeven die begint met "SiMon>".
8. Omdat er verschillende bestanden gedownload moeten worden, kan het beste gebruik gemaakt worden van de optie "Download program to target system". Deze staat onder "Tools".
9. Selecteer bij "Download type" de optie "DLU or HEX file (via SiMon)".
10. Verwijder eventuele eerdere documenten in de lijst door op "Clear" te drukken.
11. Druk op "Add file..." en selecteer het MVB apparaat configuratie bestand ("tsg_dc_sl_sl_t_XXXX.dlu") en druk op "Yes".
12. Herhaal stap 11 voor het TSG applicatie bestand ("tsg_app_sl_t_XXXX.dlu"), het TSG configuratie bestand ("tsg_cfg_sl_t_XXXX.dlu") en het Run Time System bestand ("OCVEX_XX_X_XX.dlu").
13. Selecteer bij "Download speed" 115200, bij "Speed after download" 19200 (CSS, VCOS, SiMon) en bij "Download starts from" SiMon. Het scherm moet er uit zien zoals in Figuur 45.



Figuur 45: Laden van software op de TSG

14. Druk op "OK" om het downloaden te starten.
15. Wanneer het downloaden geslaagd is, wordt de baudrate automatisch teruggezet.
16. Zet de MOBAD weer in de normale modus (RTS) door beide schakelaars op "off" te zetten.
17. Start de ATP-CU opnieuw op door het commando "re" te geven.

Instellen van de tijd

18. De klok van alle eenheden moet gelijk lopen. Dit maakt het makkelijker om de error codes met elkaar te vergelijken. In het ATB wordt het UTC aangehouden. Dit is gelijk aan de tijd in Engeland (Greenwich Mean Time), maar dan zonder wintertijd. In de zomer moeten er twee uur van de Nederlandse tijd afgetrokken worden om UTC te verkrijgen en in de winter slechts één. Voor het instellen met het commando "time_set yy mm dd hh mm ss" worden gegeven. Hierbij moet yy vervangen worden door de laatste twee getallen van het jaartal, mm door de maand, dd door de dag, hh door het uur, mm door de minuten en ss kan vervangen worden door "00". Als er om een wachtwoord gevraagd wordt, dan is dit "css".
19. Controleer de tijd door het commando "time" in te voeren.

Instellen van filters

De TSG kan bepaalde error codes van de ATP-CU en SDP filteren, zodat deze niet naar het CCU-D worden doorgezet. De te filteren error codes zijn in de System Release Note te vinden, maar handiger is om gebruik te maken van de lijst met error codes die bij de software geleverd wordt. Deze kan direct naar de TSG gedownload worden. Deze actie moet altijd uitgevoerd worden wanneer een TSG van nieuwe software voorzien wordt.

20. Het bestand kan worden ingeladen door in DCUTerm naar de toolbar te gaan, daar op “File” te klikken en vervolgens op “Execute commands from file”. Selecteer vervolgens het txt-bestand en het inladen gebeurt automatisch.

21. Controleer met het commando “tsgm fil show” de filtercodes.

Installatie controleren

22. Als de installatie afgerond is, dan moet deze nog wel gecontroleerd worden. Dit kan door het commando “sm” en “aver” in te voeren. Daaruit volgt verschillende informatie over de TSG waaronder de checksums en het versienummer van de software. Dit lijkt op het volgende voorbeeld:

```
RTS_Mon-> aver
-----
SLT: TSG_VCU: 4.5.4.7
Filename tsg_dc_sl_sl_t_4547.dlu
Time     TUE OCT 18 16:33:23 2011
Address  0x160000
Size     884
Checksum 13943 (OK)
Comment  MVB configuration
-----
SLT: TSG0721E: 4.5.4.7
Filename tsg_app_sl_t_4547.dlu
Time     TUE OCT 18 16:33:10 2011
Address  0x180000
Size     694016
Checksum 58748920 (OK)
Comment  RELEASED          (official release)
-----
SLT: CFG0721E: 4.5.4.7
Filename tsg_cfg_sl_t_4547.dlu
Time     TUE OCT 18 16:33:20 2011
Address  0x300000
Size     616
Checksum 17041 (OK)
Comment  TSG Init Parameter for 232

RTS_Mon-> sm
Name           : Version (size)
-----
BOOTCODE      : 1.2.1.0 (8664)
SIMON          : 1.2.0.0 (54336)
12.25938361   STANDALONE DL   : 1.2.0.0 (51224)
FPGA          : 3.0.0.0 (12172)
-----
CSS: RTS: 1.14.1.15
Filename OCVE1_14_1_15.dlu
Time     TUE MAR 27 17:28:01 2007
```

Address 0x40000
Size 745668
Checksum 61416169
Comment 3EST120-50 CSS Run time system

23. Vergelijk deze met de informatie uit de Release Note en sla deze ook op. Dit tekstbestand moet aan bij het Instandhoudingsprotocol toegevoegd worden.

5.2.2 Uitlezen

Het uitlezen van de TSG is relatief eenvoudig en het wordt hieronder beschreven. De acties lijken op die van het uitlezen van de andere VCU's, alleen het commando om de versie informatie op te vragen is anders.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	DCUTerm (versie 3.3.0.0)
3	Bombardier RS-232 kabel (DB9 female - RJ12 female)

Uitlezen

1. Controleer of het ATB stroom heeft (branden er lampjes?). Schakel zo nodig de stroom in.
2. Verbind de kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 (RJ12) poort (X8) van de TSG (meest linker VCU).
3. Start de laptop en het programma DCUTerm op.
4. Verander zo nodig de parameters naar: RS232, COM x (x is afhankelijk van de gebruikte poort) en zet de baudrate op 19200.
5. Druk op start en geef de opslaglocatie aan.
6. Geef commando "sm"; dit geeft de versie informatie.
7. Geef commando "se"; dit geeft de laatste 250 system events.
8. Geef commando "ae"; dit geeft de laatste 250 application events.
9. Verwijder de RS-232 kabel uit de VCU.

5.2.3 Analyseren

Net als bij de andere VCU's kunnen de data uit de TSG direct gelezen worden. Eventueel kan er gebruik gemaakt worden van de SDP Log Extractor. Dit maakt het logbestand overzichtelijker. Zie hiervoor Paragraaf 5.10. Omdat de TSG dienst doet als interface en filter, kunnen de meeste error codes al elders in het systeem gevonden worden (bijvoorbeeld in het ATP-CU of HMI). Daarmee is de TSG bij het storingzoeken minder interessant.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Computer met tekstverwerker
2	Optioneel: SDP Log Extractor (versie 2.1.1)

Analyseren

Omdat de TSG alleen verantwoordelijk is voor de data-uitwisseling tussen het ATB en de rest van de trein, is het aantal error codes over het functioneren van de TSG zeer beperkt. Het geheugen bestaat vooral uit codes die aangeven dat een error code uit andere VCU's gefilterd wordt.

Een voorbeeld van een aantal error codes uit de TSG zien er als volgt uit:

```
11.70069000  1 15-03-12 12:00:44;048 FID:  ndp_main.c LID:   177 TID:tsg_bgnd_tsk
11.70069444      -TXX- Line A active (DR=0x1500->0x1508, LS-cnt=0)
11.70069861
11.70070722  2 15-03-11 19:22:15;743 FID:du_stm_xxx.c LID:   798 TID:tsg_bgnd_tsk
11.70072028      H318: P A T C H -> SDP diag entry filtered, err_nr=  223/0x00df
11.70072028
11.70072917  3 15-03-11 19:22:15;736 FID:du_stm_xxx.c LID:   798 TID:tsg_bgnd_tsk
11.70073778      H318: P A T C H -> SDP diag entry filtered, err_nr=  193/0x00c1
11.70073778
11.70074639  4 15-03-11 16:47:04;709 FID:  ndp_main.c LID:   177 TID:tsg_bgnd_tsk
11.70075500      -TXX- Line B active (DR=0x1508->0x1500, LS-cnt=0)
11.70075500
11.70076806  5 15-03-11 13:47:45;956 FID:iag_client.c LID:   288 TID:tsg_bgnd_tsk
11.70077667      H100: P A T C H -> ATP diag entry filtered, fcod=0x0200
11.70077667
11.70078556  6 15-03-11 13:47:44;810 FID:easurement.c LID:   318 TID:tsg_bgnd_tsk
11.70079417      H506: *** TSG cycle = 218 ***
```

11.70069000 1

Iedere code gebruikt twee regels (soms drie als het commentaar te lang is). Deze beginnen beide met een tijdsindicatie (timestamp) van het moment van uitlezen van de STM. Hieruit valt niets af te leiden. Het kan zijn dat bepaalde terminals deze niet weergeven. Daarachter volgt een teller. De teller gaat van 1 tot en met 250 en deze geeft aan op welke positie de code in het geheugen staat. 1 is de meest recente code.

15-03-12 12:00:44;048

Dan volgt de datum en tijd. De datum begint met het jaartal, gevolgd door de maand en dag. De tijd is in UTC en geeft naast het uur, de minuten en seconden ook het aantal milliseconde aan.

FID: ndp_main.c LID: 177 TID:tsg_bgnd_tsk

Het File ID (FID) geeft aan vanuit welk bestand uit het besturingssysteem de error komt. Aangezien deze bestanden niet inzichtelijk zijn, kan hier weinig uit worden opgemaakt. Daarop volgt het exacte regelnummer, het Line ID (LID) en de taak, het Task ID (TID), ten tijden van de error.

Dan volgt de daadwerkelijk error code. Er is zijn geen documenten beschikbaar die ingaan op de betekenissen van de codes. Achter de code staat soms commentaar. Daaruit valt op te maken wat de reden van de code is.

5.3 SDP

In deze paragraaf wordt besproken hoe de SDP van software moet worden voorzien, hoe die dient te worden uitgelezen en hoe diens data geanalyseerd moeten worden.

Positie in de trein

De SDP bevindt zich in de elektroniekast van Cabine 1 (mABK1 of mABK3). Hij zit op de derde rij van boven van het EBI Cab 2000-rek en vervolgens de tweede van links.

5.3.1 Software laden

De software van de SDP wordt geleverd in een DLU-bestand. De correcte versie hiervan moet worden geïnstalleerd zoals aangewezen in de Release Note and Change Instruction, welke bij het

Voertuig Applicatie Project geleverd wordt. Na het downloaden van de software moeten er nog een aantal handelingen worden uitgevoerd. Zo moet er een identificatienummer (het Safe Device Address) worden ingesteld, moet de klok goed gezet worden en moet het systeem getest worden.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	DCUTerm (versie 3.3.0.0)
3	Bombardier RS-232 kabel (DB9 female - RJ12 female)
4	Release Note en Change Instruction
5	Correcte SDP software

Downloaden van nieuwe software

1. Controleer of de SDP uit staat (zijn alle lampjes gedoofd?). Schakel zo nodig de stroom uit.
2. Laat de MOBAD in de SDP zitten en zet de MOBAD in de stand Simple Monitor (SiMon) door schakelaar S1 op "off" te zetten en S2 op "on".
3. Verbind de seriële kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 (RJ12) poort (X8) van de SDP (middelste VCU).
4. Start de SDP en de laptop op.
5. Start het programma DCUTerm op.
6. Verander zo nodig de parameters naar: RS232, COM x (x is afhankelijk van de gebruikte poort) en zet de baudrate op 19200.
7. Als er op "Enter" gedrukt wordt moet het programma een regel teruggeven die begint met "SiMon>".
8. Zet de baudrate op 38400 bits per seconde door eerst het commando "sb 38400" te geven en verander daarna in de toolbar van DCUTerm de 19200 naar 38400.
9. Voordat de software ingeladen kan worden moet eerst het flash geheugen geleegd worden. Dit kan door het volgende commando te geven: "ee 40000,7c0000".
10. Geef vervolgens het commando "fl" gevolgd door een enter. Hiermee komt de SDP in ontvangstmodus.
11. Selecteer het softwarebestand door naar "Tools" te gaan en daar op "Send file to target..." te drukken. Selecteer het juiste bestand (het eindigt op .DLU) en druk op "Open" om de overdracht te starten.
12. Wacht op de melding "Programming OK".
13. Wanneer het downloaden gelukt is, dient de baudrate weer terug gezet te worden op 19200 bits per seconde. Geef eerst het commando "sb 19200" en pas vervolgens de 38400 in de toolbar weer aan op 19200.
14. Zet de MOBAD weer in de normale modus (RTS) door beide schakelaars op "off" te zetten.
15. Start de SDP opnieuw op door het commando "re" te geven.

Instellen van Safe Device Address (SDA)

16. Voordat de SDP gebruikt kan worden, moet die worden voorzien van een adres voor de MVB, een zogenaamd SDA. Dit kan door in DCUTerm het commando "set_sda" te geven.
17. Geef vervolgens het juiste adres. Voor de SDP is dit "1".
18. Controleer of dit gelukt is door het commando "get_sda" in te voeren.

Instellen van de tijd

19. De klok van alle eenheden moet gelijk lopen. Dit maakt het makkelijker om de error codes met elkaar te vergelijken. In het ATB wordt het UTC aangehouden. Dit is gelijk aan de tijd in Engeland (Greenwich Mean Time), maar dan zonder wintertijd. In de zomer moeten er twee uur van de Nederlandse tijd afgetrokken worden om UTC te verkrijgen en in de winter slechts één. Voor het instellen met het commando "time_set yy mm dd hh mm ss" worden gegeven. Hierbij moet yy vervangen worden door de laatste twee getallen van het jaartal, mm door de maand, dd door de dag, hh door het uur, mm door de minuten en ss kan vervangen worden door "00". Als er om een wachtwoord gevraagd wordt, dan is dit "css".
20. Controleer de tijd door het commando "time" in te voeren.

Installatie controleren

21. Als de installatie voltooid is, moet deze nog gecontroleerd worden. Dit kan door het commando "sm" in te voeren. Daaruit volgt verschillende informatie over de SDP waaronder de checksums en het versienummer van de software. Dit lijkt op het volgende voorbeeld:

```

Name                : Version (size)
-----
BOOTCODE           : 1.2.1.0 (8664)
SIMON              : 1.2.0.0 (54336)
STANDALONE DL      : 1.2.0.0 (51224)
FPGA               : 3.0.0.0 (12172)
-----
CSS: RTS: 1.10.2.3
Filename pm_v4.12_sdp_v8.0.2.dlu
Time    THU MAR 03 15:01:35 2011
Address 0x40000
Size    2409616
Checksum 169421069
Comment 3EST120-50 CSS Run time system

```

22. Vergelijk deze met de informatie uit de Release Note en sla deze ook op. Dit tekstbestand moet bij het Instandhoudingsprotocol toegevoegd worden.

5.3.2 Uitlezen

Het uitlezen van de SDP is relatief eenvoudig en het wordt hieronder beschreven. Dit gaat exact hetzelfde als het uitlezen van de ATP-CU.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	DCUTerm (versie 3.3.0.0)
3	Bombardier RS-232 kabel (DB9 female - RJ12 female)

Uitlezen

1. Controleer of het ATB stroom heeft (branden er lampjes?). Schakel zo nodig de stroom in.
2. Verbind de kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 (RJ12) poort (X8) van de SDP (de middelste VCU).
3. Start de laptop en het programma DCUTerm op.

Dan volgt de datum en tijd. De datum begint met het jaartal, gevolgd door de maand en dag. De tijd is in UTC en geeft naast het uur, de minuten en seconden ook het aantal milliseconde aan. De tijd komt uit de SDP zelf en hoeft niet overeen te komen met de andere onderdelen van het ATB.

FID: stmm.cpp LID: 4512 TID:SMGM_LogTask

Het File ID (FID) geeft aan vanuit welk bestand uit het besturingssysteem de error komt. Aangezien deze bestanden niet inzichtelijk zijn, kan hier weinig uit worden opgemaakt. Daarop volgt het exacte regelnummer, het Line ID (LID) en de taak, het Task ID (TID), ten tijden van de error.

000037323

Daarop volgt wederom een timestamp. Het is niet te herleiden wat deze precies inhoudt. Wel is duidelijk dat deze tijdens het opstarten alleen nullen aangeeft.

ATP A 4A13R000

Als laatste volgt het belangrijkste, de daadwerkelijke error code. Dit begint met een afkorting. Deze staat voor het betreffende component en kan ATP A (voor ATP-CU), PM A (voor Platform Master A), PM S (voor Platform Master S), VDX1 S of VDX2 S (voor beide VDX'en) zijn. De ATP-CU error codes komen direct uit de ATP-CU. Deze kunnen in de ATP-CU eventlist worden opgezocht. De codes gelabeld als PM A worden gebruikt voor error codes met betrekking tot het hele systeem. Een voorbeeld is code die het opstarten van de SDP aangeeft. De codes gelabeld als PM S worden gebruikt voor onderdelen die op de SDP zijn aangesloten. Omdat de software van de SDP geschreven is voor een ETCS configuratie, verwacht de SDP dat de hardware die daarbij hoort, ook op het ATB is aangesloten. Zo geeft de SDP op regelmatige basis aan dat het de LZB (Linienförmige Zugbeeinflussung), PZBLU (Punktförmige Zugbeeinflussung), BTMI (Balise Transmissie Module Interface), STU1 (Safe Transmission Unit), BTM1 (Balise Transmissie Module), BTM2, VDX3 en VDX 4 missen. Aangezien dat deze onderdelen niet in de huidige configuratie horen, kunnen de error codes die hierop slaan genegeerd worden. De error codes van de SDP zien er anders uit dan die van de ATP-CU. Een voorbeeld is SMGM0102. Er is geen lijst met mogelijk error codes beschikbaar.

5.3.4 Veelvoorkomende error codes

In de praktijk zijn twee error codes die het vaakst in het error geheugen van de SDP voorkomen:

- SMA0501 (en SMB0501). Dit zijn codes die aangeven dat er onderdelen missen. De onderdelen horen echter bij de ETCS Level 2 configuratie en worden dus in de praktijk niet gemist. Deze error codes kunnen genegeerd worden.
- SMA0302 (en SMB0302). Dit zijn codes die aangeven dat er onderdelen missen. De onderdelen horen echter bij de ETCS Level 2 configuratie en worden dus in de praktijk niet gemist. Deze error codes kunnen genegeerd worden.

5.4 ATP-CU

In deze paragraaf wordt besproken hoe de ATP-CU van software moet worden voorzien, dient te worden uitgelezen en hoe deze data geanalyseerd moeten worden.

Positie in de trein

De ATP-CU bevindt zich in de elektroniekast van Cabine 1 (mABk1 of mABK3). Hij zit op de derde rij van boven van het EBI Cab 2000-rek en vervolgens de derde van links.

5.4.1 Software laden

De software van de ATP-CU wordt geleverd in een DLU-bestand. De correcte versie hiervan moet worden geïnstalleerd zoals aangewezen in de Release Note and Change Instruction, welke bij het Voertuig Applicatie Project geleverd wordt. Na het downloaden van de software moeten er nog een aantal handelingen worden uitgevoerd. Zo moet er een wachtwoord op de ATP-CU worden ingesteld, net als een identificatienummer (het Safe Device Address), moet de klok goed gezet worden, moeten enkele SLT-specifieke parameters worden ingeladen en moet het systeem getest worden.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	DCUTerm (versie 3.3.0.0)
3	Bombardier RS-232 kabel (DB9 female - RJ12 female)
4	Release Note en Change Instruction
5	Correcte ATP-CU software

Downloaden van nieuwe software

1. Controleer of de ATP-CU uit staat (zijn alle lampjes gedoofd?). Schakel zo nodig de stroom uit.
2. Laat de MOBAD in de ATP-CU zitten en zet de MOBAD in de stand Simple Monitor (SiMon) door schakelaar S1 op "off" te zetten en S2 op "on".
3. Verbind de seriële kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 (RJ12) poort (X8) van de ATP-CU (meest rechter VCU).
4. Start de ATP-CU en de laptop op.
5. Start het programma DCUTerm op.
6. Verander zo nodig de parameters naar: RS232, COM x (x is afhankelijk van de gebruikte poort) en zet de baudrate op 19200.
7. Als er op "Enter" gedrukt wordt moet het programma een regel teruggeven die begint met "SiMon>".
8. Zet de baudrate op 38400 bits per seconde door eerst het commando "sb 38400" te geven en verander daarna in de toolbar van DCUTerm de 19200 naar 38400.
9. Voordat de software ingeladen kan worden moet eerst het flash geheugen geleegd worden. Dit kan door het volgende commando te geven: "ee 40000,7c0000".
10. Geef vervolgens het commando "fl" gevolgd door een enter. Hiermee komt de ATP-CU in ontvangstmodus.
11. Selecteer het softwarebestand door naar "Tools" te gaan en daar op "Send file to target..." te drukken. Selecteer het juiste bestand (het eindigt op .DLU) en druk op "Open" om de overdracht te starten.
12. Wacht op de melding "Programming OK".
13. Wanneer het downloaden gelukt is, dient de baudrate weer terug gezet te worden op 19200 bits per seconde. Geef eerst het commando "sb 19200" en pas vervolgens de 38400 in de toolbar weer aan op 19200.
14. Zet de MOBAD weer in de normale modus (RTS) door beide schakelaars op "off" te zetten.
15. Start de ATP-CU opnieuw op door het commando "re" te geven.

Instellen van onderhoudswachtwoord

16. Voor het gebruik van sommige commando's is een wachtwoord nodig. Het standaard wachtwoord is "css", maar bij nieuwe eenheden of bij eenheden waarvan de MOBAD is vervangen moet dit nog worden ingesteld. Begin dan met het geven van het volgende commando: "s_imp_pw".
17. Geef vervolgens het wachtwoord "css" en verifieer dit door vervolgens nogmaals hetzelfde wachtwoord in te vullen.
18. Wanneer de ATP-CU opnieuw is opgestart, is het wachtwoord ingesteld.

Instellen van Safe Device Address (SDA)

19. Voordat de ATP-CU gebruikt kan worden, moet het worden voorzien van een adres voor de MVB, een zogenaamd SDA. Dit kan door in DCUTerm het commando "set_sda" te geven.
20. Geef vervolgens het juiste adres. Voor de ATP-CU is dit "2".
21. Controleer of dit gelukt is door het commando "get_sda" in te voeren.

Instellen van de tijd

22. Voor het gebruiksgemak is het handig als de klokken van alle eenheden gelijk lopen. Dit maakt het makkelijker om de error codes met elkaar te vergelijken. In het ATB wordt het UTC aangehouden. Dit is gelijk aan de tijd in Engeland (Greenwich Mean Time), maar dan zonder wintertijd. In de zomer moeten er twee uur van de Nederlandse tijd afgetrokken worden om UTC te verkrijgen en in de winter slechts één. Voor het instellen met het commando "time_set yy mm dd hh mm ss" worden gegeven. Hierbij moet yy vervangen worden door de laatste twee getallen van het jaartal, mm door de maand, dd door de dag, hh door het uur, mm door de minuten en ss kan vervangen worden door "00". Als er om een wachtwoord gevraagd wordt, dan is dit "css".
23. Controleer de tijd door het commando "time" in te voeren.

Inladen van parameters

24. Voor het gebruik van de ATP-CU moeten er nog verschillende parameters worden ingevoerd. Dit kan handmatig, maar ook door middel van een parameter txt-bestand (dat bij de System Release Note is meegeleverd). Het bestand kan worden ingeladen door in DCUTerm naar de toolbar te gaan, daar op "File" te klikken en vervolgens op "Execute commands from file". Selecteer vervolgens het txt-bestand en het inladen gebeurt automatisch.
25. Wanneer alle parameters zijn ingeladen, druk op "y" om het proces af te ronden. De ATP-CU zal zichzelf opnieuw opstarten.
26. Dan moeten er nog een paar specifieke parameters worden ingevoerd. Hiervoor moet het commando "s_cust" gebruikt worden.
27. Vervolgens moet er gekozen worden voor "Set Partial Block Flag" (keuze 2). Daaropvolgend moet gekozen worden voor "Full Block Mode" (tweemaal keuze 2).
28. Wanneer het parametermenu weer zichtbaar is, moet er gekozen worden voor "Set Locomotive Type" (keuze 3). Vervolgens moet er gekozen worden voor "ATC (D-A-B-NL)" (tweemaal keuze 2).
29. Upload de parameters door in het menu de optie "Upload parameters to PAMEM" (keuze 1) te selecteren, voer vervolgens "y" in en wacht tot de ATP-CU zichzelf opnieuw heeft opgestart.
30. Als laatste moeten de wielbanddiameters en het voertuignummer nog worden ingevoerd. Dit wordt gedaan door het commando "s_imp" te gebruiken.

31. Selecteer vervolgens “L_SduWheelSize1” (keuze 4) en voer tweemaal de juiste wielbanddiameter van het wiel met pulsopnemer 1 in.
32. Selecteer daarna “L_SduWheelSize2” (keuze 5) en voer tweemaal de juiste wielbanddiameter van het wiel met pulsopnemer 2 in.
33. Als laatste moet het voertuignummer worden ingevoerd. Selecteer “NID_Engine” (keuze 17) en voer daarna tot twee keer toe het voertuignummer in.
34. Upload de parameters door in het menu de optie “Download parameters to NVM” (keuze 1) te selecteren, voer vervolgens “y” in en wacht tot de ATP-CU zichzelf opnieuw heeft opgestart.
35. Het is belangrijk dat alle parameters correct geladen zijn en dit moet dan ook gecontroleerd worden. Voer daarom het commando “read_imp” in en sla de parameters op in een tekstbestand. Dit tekstbestand moet aan het Instandhoudingsprotocol toegevoegd worden.

Installatie controleren

36. Als de installatie afgerond is, dan moet deze nog gecontroleerd worden. Dit kan door het commando “sm” in te voeren. Daaruit volgt verschillende informatie over de ATP-CU waaronder de checksums en het versienummer van de software. Dit lijkt op het volgende voorbeeld:

```

Name           : Version (size)
-----
BOOTCODE       : 1.2.1.0 (8664)
SIMON           : 1.2.0.0 (54336)
STANDALONE DL   : 1.2.0.0 (51224)
FPGA           : 3.0.0.0 (12172)
-----
CSS: RTS: 1.10.2.3
Filename
Time           TUE AUG 21 11:46:04 2012
Address        0x40000
Size           3652304
Checksum       331351357
Comment        3EST120-50 CSS Run time system

```

37. Vergelijk deze met de informatie uit de Release Note en sla deze ook op. Dit tekstbestand moet aan het Instandhoudingsprotocol toegevoegd worden.

5.4.2 Uitlezen

Het uitlezen van de ATP-CU is relatief eenvoudig en het wordt hieronder beschreven. Dit gaat exact hetzelfde als het uitlezen van de SDP.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	DCUTerm (versie 3.3.0.0)
3	Bombardier RS-232 kabel (DB9 female - RJ12 female)

Uitlezen

1. Controleer of het ATB stroom heeft (branden er LEDs?). Schakel zo nodig de stroom in.
2. Verbind de kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 (RJ12) poort (X8) van de ATP-CU (meest rechter VCU).
3. Start de laptop en het programma DCUTerm op.

4. Verander zo nodig de parameters naar: RS232, COM x (x is afhankelijk van de gebruikte poort) en zet de baudrate op 19200.
5. Druk op start en geef de opslaglocatie aan.
6. Geef commando "sm"; dit geeft de versie informatie.
7. Geef commando "se"; dit geeft de laatste 250 system events.
8. Geef commando "ae"; dit geeft de laatste 250 application events.
9. Verwijder de RS-232 kabel uit de VCU.

5.4.3 Analyseren

Het analyseren van de data uit de ATP-CU gaat hetzelfde als bij de andere VCU's. De error codes uit de TSG zijn echter wel significant anders. Het verschil met de ATP-CU is dat de SDP alle codes van de ATP-CU overneemt en daar zijn eigen codes bij zet. Het lijkt wellicht voldoende om alleen naar de data uit de SDP te kijken (want daar zitten de data uit de ATP-CU ook in), maar door de beperkte geheugencapaciteit kan het uitlezen van de ATP-CU ook nodig zijn.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Computer met tekstverwerker
2	ATP-CU eventlist
3	Optioneel: SDP Log Extractor (versie 2.1.1)

Analyseren

Een voorbeeld van een aantal error codes uit de ATP-CU ziet er als volgt uit:

```

13.10552500 93 15-03-15 20:14:13;463 FID:pl_manager.c LID: 213 TID:SMGM_LogTask
13.10552944 000000000 ATP A LOG MSG PB FW ver 1.25
13.10552944
13.10554250 94 15-03-15 20:14:13;264 FID: bs_main.cpp LID: 262 TID:t_startup
13.10555111 TBSW 3.8_2nd_build (Oct 9 2008): Initialised and started
13.10555111
13.10555972 95 15-03-14 09:13:53;662 FID:tr_a_odomete LID: 723 TID:SMGM_LogTask
13.10556833 000697298 ATP A 0A45I000 Speed sensor failure 1
13.10556833
13.10558139 96 15-03-14 09:13:53;164 FID:bc_brakefail LID: 551 TID:SMGM_LogTask
13.10559028 000697001 ATP A 4631I001 TCO Redundant HW failure
13.10559028
13.10559889 97 15-03-14 09:13:53;162 FID:bc_brakefail LID: 542 TID:SMGM_LogTask
13.10561194 000696710 ATP A 462CI001 SB Redundant HW Failure, SB not ordered
13.10561194
13.10575083 98 15-03-14 09:06:15;251 FID:tr_a_odomete LID: 723 TID:SMGM_LogTask
13.10575944 000240108 ATP A 0A45I000 Speed sensor failure 1

```

13.10555972 95

Iedere code gebruikt twee regels (soms drie als het commentaar te lang is). Deze beginnen beide met een tijdsindicatie (timestamp) van het moment van uitlezen van de ATP-CU. Hieruit valt niets af te leiden. Het kan zijn dat bepaalde terminals deze niet weergeven. Daarachter volgt een teller. De teller gaat van 1 tot en met 250 en deze geeft aan op welke positie de code in het geheugen staat, waarbij 1 de meest recente is.

15-03-14 09:13:53;662

Dan volgt de datum en tijd. De datum begint met het jaartal, gevolgd door de maand en dag. De tijd is in UTC en geeft naast het uur, de minuten en seconden ook het aantal milliseconde aan. De tijd komt uit de ATP-CU zelf en hoeft niet overeen te komen met de andere onderdelen van het ATB.

```
FID:tr_a_odomete LID: 723 TID:SMGM_LogTask
```

Het File ID (FID) geeft aan vanuit welk bestand uit het besturingssysteem de error komt. Aangezien deze bestanden niet inzichtelijk zijn, kan hier weinig uit worden opgemaakt. Daarop volgt het exacte regelnummer, het Line ID (LID) en de taak, het Task ID (TID), ten tijden van de error.

```
000697298
```

Daarop volgt wederom een timestamp. Het is niet te herleiden wat deze precies inhoudt. Wel is duidelijk dat deze tijdens het opstarten alleen nullen aangeeft.

```
ATP A 0A45I000 Speed sensor failure 1
```

Dan volgt het onderdeel met de daadwerkelijke error code. Dit begint met een afkorting van het onderdeel waar het over gaat. Hier staat altijd ATP A, omdat het om de ATP-CU gaat. Tijdens het opstarten staat hier wel wat anders. Na de afkorting volgt een code van acht symbolen. De eerste vier hexadecimale symbolen zijn samen de error code. Deze kan worden opgezocht. Daarop volgt een D, I, R, S of U. En het wordt afgesloten met nog eens drie hexadecimale symbolen. Deze laatste vier symbolen zijn de parameters die bij de error code horen. De betekenis is momenteel onduidelijk. De regel wordt afgesloten met een stukje commentaar over de code.

5.4.4 Veelvoorkomende error codes

In de praktijk zijn drie error codes die het vaakst in het error geheugen van de ATP-CU voorkomen:

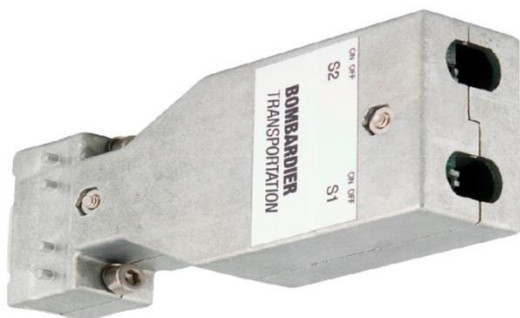
- 4631I001 (definitie: BC_TCO_REDUNDANT_FAILURE_IND). Bij deze code is er sprake van een hardware storing door een Traction Cut-off Order. De exacte oorzaak en mogelijke oplossingen zijn onbekend. De ernst van de error code lijkt ook maar beperkt, aangezien het programma SDP Log Extractor deze code negeert.
- 462CI001 (definitie: BC_SB_REDUNDANT_FAILURE_IND). Deze code is een herinnering van een eerdere service brake storing. Deze error code kan dan ook negeert worden.
- 0A45I000 (definitie: TR_A_SENSOR_ERROR_1). Deze code geeft aan dat er iets mis is met de pulsopnemer (speed sensor). De exacte oorzaak en mogelijke oplossingen zijn onbekend. De ernst van de error code lijkt ook maar beperkt, aangezien het programma SDP Log Extractor deze code negeert.

5.5 MOBAD

Voordat een nieuwe MOBAD of een MOBAD met nieuwe batterij in één van de VCU's (ATP-CU, SDP, TSG) geplaatst kan worden, moet deze specifiek voor de desbetreffende VCU geprogrammeerd en geconfigureerd worden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het programma "MITRAC CC MAPP Tool" en is er een USB-adapterkabel nodig voor de verbinding met de PC. De VCU moet aan staan wanneer de MOBAD uit de VCU wordt verwijderd.

De MOBAD heeft twee schakelaars. Wanneer de MOBAD in de VCU zit, is schakelaar S1 de onderste en S2 de bovenste. Dit is ook te zien in Figuur 46. De schakelaar staat op "on" wanneer deze naar boven is geschakeld (of naar links wanneer de MOBAD in de VCU zit) en "off" wanneer deze naar beneden is geschakeld (of rechts voor als deze in de VCU zit). De stand van de schakelaars wordt gebruikt voor het kiezen van de opstartmodus van de VCU. Zo moeten S1 en S2 in "off" worden

gezet voor normaal gebruik en voor het downloaden van software op de VCU moet S1 in “off” en S2 in “on” worden gezet. Voor het configureren van de MOBAD is de stand niet relevant.



Figuur 46: MOBAD

De MOBAD moet iedere 36 maanden worden voorzien van een nieuwe batterij en daarbij opnieuw geconfigureerd worden.

Positie in de trein

Het ATB van de SLT maakt gebruik van drie MOBAD's. Deze zitten op de drie VCU's (de TSG, SDP en ATP-CU). De VCU's bevinden zich in de elektroniekast van Cabine 1 (mABk1 of mABk3), op de derde rij van boven van het EBI Cab 2000-rek. Daarnaast maken de onderdelen van het CCU ook gebruik van MOBAD's. Op de VCU-C (CCU-O) in Cabine 1 zit een MOBAD, net als de VCU-C's (CCU-O en CCU-D) en Mobile Communications Gateway (MCG) (CCU-C) in Cabine 2. De MCG heeft er zelfs twee.

5.5.1 Configureren

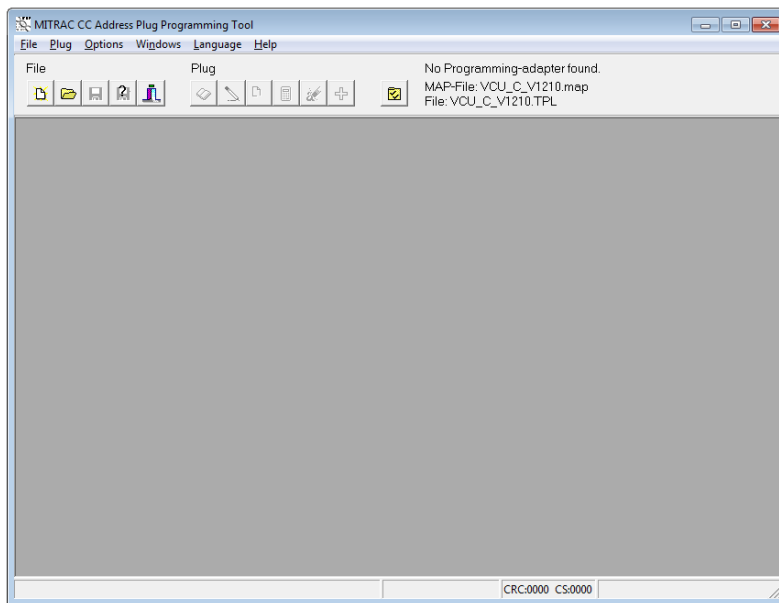
Voordat een MOBAD gebruikt kan worden, moet deze eerst een MVB adres krijgen en moet de datum van het plaatsen van de batterij worden ingevoerd.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	MITRAC CC MAPP-Tool (versie 2.6.1.0)
3	USB-adapter

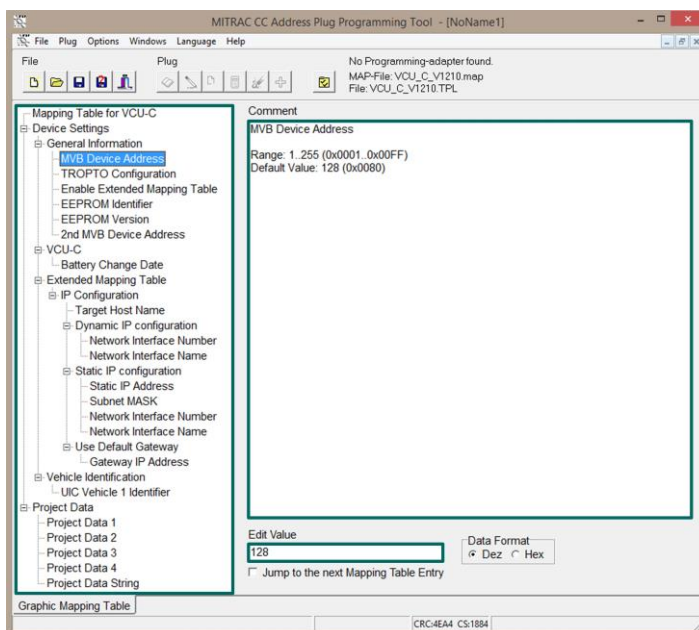
Configureren

1. Verbind de MOBAD met de laptop via de USB-adapter.
2. Start de MAPP-Tool op. Er verschijnt een beeld zoals in Figuur 47.



Figuur 47: Beginscherm MAPP-Tool

3. Creëer een nieuw bestand of open een bestaand bestand. Vervolgens verschijnt er een scherm met de drie belangrijkste elementen (de indeling van de VCU, het commentaar veld met extra uitleg en een gedeelte waarin de data aangepast kan worden). De drie velden zijn in Figuur 48 extra omlijnd.



Figuur 48: Werkscherm MAPP-Tool

4. Selecteer "MVB Device Address" uit de lijst en stel per VCU het juiste MVB adres in. Dit kan in het veld rechtsonder bij "Edit Value". Geef, in decimale getallen, bij SDP de volgende waarde "1", bij ATP-CU de waarde "2" en bij TSG de waarde "60".
5. Selecteer "EEPROM Indentifier" uit de lijst en vul bij "Edit Value" de tekst "VCU-LT" in.
6. Selecteer "2nd MVB Device Address" en vul hier hetzelfde adres in als bij stap 4.

7. Als de MOBAD voor het eerst in gebruik wordt genomen of als de batterij vervangen is, ga dan naar "Battery Change Date" en vul in het invoerveld de huidige datum in.
8. Als alle waardes correct zijn ingevoerd, dan moeten deze naar de MOBAD worden geschreven. Selecteer uit de menubalk bij de tekst "Plug" de optie "Write" (het potlood).
9. Controleer of de data op de MOBAD overeenkomen met de data van het programma door bij "Plug" de optie "Verify" (het documentje met het vinkje) te selecteren.
10. Vervolgens moet er nog een checksum worden aangemaakt. Hiermee wordt gecontroleerd of de configuratie op de MOBAD compleet is en geen data mist. Dit kan gedaan worden door bij "Plug" op "Checksum" (het calculatortje) te drukken. Als alles goed is gegaan, verschijnt er een pop-up met daarin de tekst "Address Plug Checksum is correct!" met daarbij een CRC-getal en checksum. Wanneer de configuratie niet gelukt is, dan verschijnt er de tekst "Checksum is NOT correct!". Daarbij staan dan twee CRC-getallen en checksums en deze komen niet overeen. Als de checksum niet correct is, moeten de stappen "Write", "Verify" en "Checksum" worden herhaald.
11. Als laatste moet de MOBAD getest worden. Dit gaat door bij "Plug" op "Test" (het kruisje) te drukken. Er verschijnt een pop-up als de procedure gelukt is.
12. Wanneer de configuratie klaar is, dan kan deze worden opgeslagen door bij "File" op "Save as..." te drukken. Dit is niet verplicht.
13. Het programma kan worden afgesloten en de MOBAD kan van de adapter worden verwijderd.

5.6 AE-logger

De AE-logger is niet in de standaard configuratie van de SLT opgenomen en is ook geen eigendom van NedTrain. Het uitlezen en analyseren gebeurt wel door NedTrain. Het analyseren van de error codes gaat net zoals bij de betreffende VCU. Er kan eventueel gebruik worden gemaakt van de SDP Log Extractor. Omdat het analyseren specifiek is voor de gemonitorde VCU, wordt dit niet in deze paragraaf besproken.

5.6.1 Uitlezen

Het uitlezen van de AE-logger is relatief eenvoudig. De logger moet met de laptop worden verbonden en het programma doet de rest. Het kan echter wel zijn dat het geheugen van de logger al enige tijd vol is en dat de data erop verouderd zijn. Het is daarom belangrijk dat volle loggers zo snel mogelijk geleegd worden.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	AE Logger Term (versie 0.2 bèta)
3	Inbussleutel (balkop 2,5mm) (bevindt zich in de onderdelenkast naast de noodlantaarn)
4	USB Adapter AE

Positie in de trein

De AE-logger bevindt zich op één van de VCU's in de elektroniekast van Cabine 1 (mABK1 of mABK3). Het kan zijn dat er geen AE-logger in de elektroniekast zit of dat er meerdere aanwezig zijn.

Voorbereiden

1. Verwijder de AE-logger uit de VCU. Het maakt niet uit of de VCU in- of uitgeschakeld is.
2. Schroef de RJ12-DB9 adapter van de logger.
3. Verbind de AE-logger met de laptop via de USB-adapter.
4. Pas de juiste COM poort aan in "settings.ini" in de map van het programma AE logger term. Dit is de poort van de laptop waarop de adapter zit. Zo nodig kan dit worden opgezocht door naar het Configuratiescherm van Windows te gaan. Vervolgens moet er geklikt worden op Systeem, Hardware en Apparaatbeheer en moet er bij COM & LPT Poorten gekeken worden. Wanneer de adapter in de laptop wordt gestoken verschijnt er een extra verbinding met een nieuw poortnummer.

AE-logger uitlezen

1. Verbind de logger en start het programma "AE logger term" op.
2. Lees de logger uit door op Dump Log (>dump1) te drukken.
3. Controleer de output door in de aangegeven folder te kijken naar het dumplog-bestand.
4. Controleer of de laatste input (de onderste) ouder is dan twee weken. Als dit het geval is, dan zit het geheugen van de logger vol en kan deze geleegd worden.
5. Zet als het nog niet zo is de "Poll Period" op 60, de "Poll Delay" op 300, de "Key Delay" op 0, vink de "Disable Poll Period" uit en vink "Terminal Logging" en "Circular buffer" aan. Druk op Erase.
6. Controleer na het wissen van het geheugen de klok door op "Set clock" te drukken.
7. Sluit het programma af.
8. Verwijder de adapter, verbind de logger met de RJ12-DB9 kabel en steek hem weer in de betreffende VCU (bij voorkeur de ATP-CU).

5.7 ARR

De ARR maakt geen deel uit van het ATB, maar is wel vaak belangrijk bij het diagnosticeren van ATB-storingen, daarom wordt het uitlezen van de ARR en het analyseren van de uitgelezen data wel behandeld en het configureren van de ARR niet.

5.7.1 Uitlezen

Het uitlezen van de ARR is zeer eenvoudig. Wanneer er een USB-stick in de ARR wordt gestoken, doet het apparaat de rest.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	USB-stick (FAT16 geformatteerd, maximaal 4 GB)

Positie in de trein

De ARR bevindt zich in de elektroniekast van Cabine 2. Het is de oranje eenheid onderin.

Uitlezen

1. Controleer of de ARR aanstaat en steek de USB-stick in de USB-poort. Wanneer de stick herkend wordt, licht LED 7 (USR 1) op en blijft LED 8 (USR 2) uit. Vervolgens zullen beide LEDs gaan knipperen. Dit betekent dat de ARR-data naar de stick wordt gekopieerd.
2. Wacht totdat alle data gekopieerd zijn (dit kan enkele minuten duren). Als alles gelukt is, licht LED 8 (USR 2) op en blijft LED 7 (USR 1) uit. Als er op de USB-stick te weinig vrije ruimte was, dan blijven beide LEDs uit.

3. Verwijder de USB-stick.
4. Controleer op een laptop of het kopiëren gelukt is. Er zou een map aangemaakt moeten zijn met daarin vijf bestanden. De bestanden hebben de extensies “DAT”, “DIA”, “HEA”, “LTM” en “STM”.

5.7.2 Analyseren

Hoewel het uitlezen van de ARR eenvoudig is, kost het analyseren iets meer moeite. Dit vooral omdat de uitgelezen data eerst in een database gezet moeten worden. De ARR ontvangt, net als de STM, haar tijd van de MVB. Deze is dus in UTC.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP (of hoger) besturingssysteem
2	Teloc EVA Professional (versie 1.0.4.3)

Voorbereiden

1. Installeer eerst Teloc EVA Professional op de laptop of desktop.
2. Start het programma op wanneer de installatie voltooid is. Er wordt gevraagd om voor een database aan te melden of om een nieuwe database aan te maken. Wanneer dit de eerste keer is, moet er een nieuwe database aangemaakt worden. Verzin een naam voor de database bij “Naam database”, vul een naam en wachtwoord in bij “Gebruikersnaam” en “Wachtwoord” en vink de optie “Nieuwe database maken” aan.

Data omzetten

3. Begin met het genereren van een database. Klik hiervoor bij “Oorsprongsgegevens” op de optie “bestand in SQL-database converteren”.
4. Zoek de map waarin de data staan. Het zou mogelijk moeten zijn om uit twee bestanden te kiezen. Het document met de extensie “LTM” bevat het Long Term Memory, en dat met “STM” bevat het Short Term Memory. In het veld rechts staan de begin- en eindtijd. Wanneer de storing zich in het Short Term Memory voordoet, kan hier beter voor gekozen worden. Het converteren gaat dan sneller. Selecteer het gewenste document en druk op “Database genereren”. Wacht tot het proces klaar is. Dit kan enige tijd duren.

Data analyseren

5. Wanneer de database gegeneerd is, kan deze geselecteerd worden. Klik bij “Oorsprongsgegevens” op de optie “SQL-database openen”.
6. Selecteer de juiste trein, maak een keuze tussen het te onderzoeken tijdsbestek en klik op “Overzicht generen”.
7. Selecteer de gewenste Analoge waarde, Digitale waarde en OPM-waarde (Operational Memory). In de bijlage staat een lijst met de betekenissen van de afkortingen. Eventueel kan selectie worden opgeslagen door op “Save as...” te drukken. Sluit het venster of door op “Ok” te drukken.
8. Selecteer het zojuist gekozen masker en druk op “Overzicht openen”.
9. Met de pijltjes rechtsonder kan er naar het gewenste tijdstip gezocht worden.

5.8 CCU-D

De CCU-D maakt geen deel uit van het ATB, maar van het TCMS. Daarom worden onderhoudshandelingen, als het laden van software en het uitlezen van het geheugen, ook niet in dit

verslag behandeld. ATB storingen worden echter wel via de TSG aan de CCU-D doorgegeven en deze komen vervolgens op het HMI terecht. In de volgende paragraaf worden de meest voorkomende codes uit het CCU-D met betrekking op het ATB kort behandeld.

5.8.1 Veelvoorkomende error codes

In de praktijk zijn er zeven error codes die het vaakst tot een serviceaanvraag leiden:

- ATB0409 (event code ATP_TSG_0051). Bij deze code is de verbinding tussen de ATP-CU en TSG verbroken. Dit kan betekenen dat er iets mis is met de bekabeling, maar het kan ook aan het functioneren van één van de VCU's liggen. Eerst moeten de PROFIBUS-kabels, -stekkers en -terminators gecontroleerd worden. Wanneer hier niets gevonden kan worden, dan kan het helpen als de het ATB opnieuw opgestart wordt. Als het HMI nog steeds een "ATB0409" aangeeft, moet er een grondiger onderzoek plaatsvinden. Dit houdt in dat alle onderdelen uitgelezen moeten worden en dat deze data geanalyseerd moet worden. Wanneer er niets gevonden wordt, dan is de laatste oplossing het vervangen van de ATP-CU en/of TSG.
- ATB0200 (event code ATP_ATB_0051). Dit is een beperking. Het ATB blijft werken, maar de bewaakte snelheid is 10% lager dan de door het ATB aangegeven snelheid. De SDP meldt dat er minder pulsopnemers actief zijn, dan dat er volgens de configuratie zouden moeten zijn. Bij deze error moeten de aansluitingen van de SDP en SDU's worden gecontroleerd en zo mogelijk ook de verbinding tussen de SDU's en pulsopnemers. Het ATB opnieuw opstarten zou kunnen werken. Waarschijnlijk moet er echter een grondiger onderzoek worden gestart en moeten de verschillende onderdelen van het ATB worden uitgelezen. Hierbij moet de aandacht op de data uit de STM en SDP liggen. Als laatste kunnen de pulsopnemers, SDU's en/of SDP vervangen worden.
- ATB0222 (event code ATP_ATB_0088). Bij deze code is er een storing in de SPL. Als eerste actie moeten alle PROFIBUS-kabels, -stekkers en -terminators gecontroleerd worden. Wanneer hier niets gevonden kan worden, kan het helpen als de het ATB opnieuw opgestart wordt. Als dit ook niet werkt, dan moet er een grondiger onderzoek plaatsvinden. Dit houdt in dat alle onderdelen uitgelezen moeten worden en dat deze data geanalyseerd moeten worden. Hierbij verdienen de STM, TSG, SDP en ATP-CU de meeste aandacht. Wanneer er niets gevonden wordt, moet de STM vervangen worden.
- ATB0406 (event code ATP_TSG_0015). In dit geval is er iets mis met de dataoverdracht over de PROFIBUS. Eerst moeten de PROFIBUS-kabels, -stekkers en -terminators gecontroleerd worden. Wanneer hier niets gevonden wordt, moet het ATB opnieuw opgestart worden. Als ook dit niet tot het gewenste resultaat leidt, dan moet er een grondig onderzoek plaatsvinden. Dit houdt in dat alle onderdelen uitgelezen moeten worden en dat deze data geanalyseerd moeten worden. Hierbij moet de aandacht op de data uit de STM en de SDP liggen. Het laatste remedie is het vervangen van de SDP.
- ATB0240 (event code ATP_ATB_0118). Dit is slechts een aankondiging. Om de betrouwbaarheid van het ATB te garanderen, moet deze iedere 72 uur opnieuw worden opgestart. De error code geeft aan dat deze termijn bijna afloopt en dat het ATB binnen het uur opnieuw opgestart dient te worden. Als de machinist dit niet binnen het uur doet, dan doet het ATB dit op eigen initiatief.
- ATB0106 (event code ATP_EVC_0015). Bij deze code is er een storing tussen de ATP-CU en STM. Als eerste actie moeten alle PROFIBUS-kabels, -stekkers en -terminators gecontroleerd worden. Wanneer hier niets gevonden wordt, dan kan het helpen als de het ATB opnieuw opgestart wordt. Als die ook niet werkt, dan moet er een grondiger onderzoek plaatsvinden. Dit houdt in dat alle onderdelen uitgelezen moeten worden en dat deze data geanalyseerd moeten worden. Hierbij

verdient de STM de meeste aandacht. Wanneer er niets gevonden wordt, moet de STM vervangen worden.

- ATB0215 (event code ATP_ATB_0074). Bij deze code is er iets misgegaan met een PROFIBUS-pakket. Het opnieuw opstarten van het ATB kan deze error verhelpen. Als dit niet helpt, moet de STM uitgelezen worden. Hierbij moeten de versie en parameters van de software goed gecontroleerd worden. Het opnieuw opstarten van het ATB en het vervangen van de STM zouden ook kunnen helpen.

5.9 ATB-paneel

Het ATB-paneel slaat geen gegevens op en is dus niet digitaal uit te lezen. Wel moet ATB-paneel bij installatie voorzien worden van de juiste software. Deze paragraaf beschrijft de nodige handelingen.

5.9.1 Software laden

De software van de MAZ 220 MMI (de Driver Machine Interface) wordt geleverd in een DLU-bestand. De correcte versie hiervan moet worden geïnstalleerd zoals aangewezen in de Release Note and Change Instruction, welke bij het Voertuig Applicatie Project geleverd wordt. Voor de installatie zijn twee softwarepakketten nodig, namelijk "PAOSIBasic_XX.XX_Setup.exe" en "MAZ220_UXX_XX_Setup.exe". Daarnaast is er een speciale null modem kabel van messMa nodig.

Specifiek gereedschap

	Gereedschap
1	Laptop met Windows XP besturingssysteem
2	PAOSI Basic (versie 1.7)
3	Firmware MAZ220 (met LPC2000 Flash Utility V2.2.3)
4	Null modem kabel van messMa

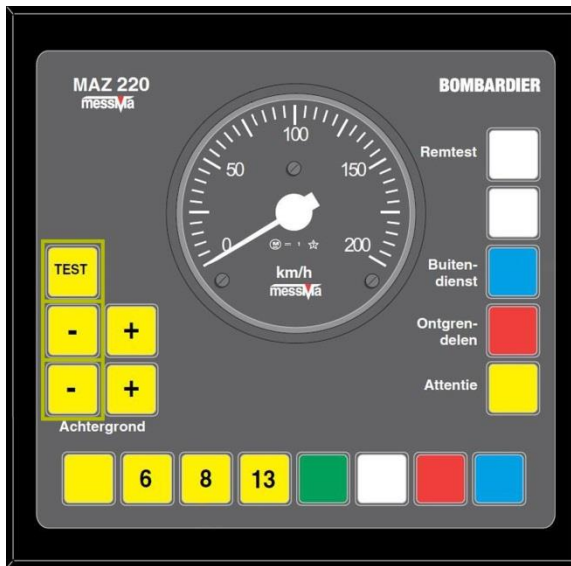
Voorbereiden

1. Installeer eerst PAOSI Basic en vervolgens MAZ220 op de laptop.
2. Verbind de kabel met de RS-232 poort van de laptop en de RS-232 poort (X6) van het ATB-paneel. En zorg dat het ATB-paneel van stroom wordt voorzien.

Downloaden van nieuwe software

3. Start het programma Firmware MAZ220 UXX op. Een scherm verschijnt waarin de juiste COM poort in aangeven dient te worden. Dit is de poort van de laptop waarin de kabel zit. Zo nodig kan dit worden opgezocht door naar het Configuratiescherm van Windows te gaan. Vervolgens moet er geklikt worden op Systeem, Hardware en Apparaatbeheer en moet er bij COM & LPT Poorten gekeken worden. Wanneer de kabel in de laptop wordt gestoken verschijnt er een extra verbinding met een nieuw poortnummer. Dat nummer dient in het scherm te worden ingevuld.
4. Vervolgens start het programma op. Het is mogelijk dat het hele proces automatisch verloopt. Gebeurt er na het opstarten van het programma echter niets, geef dan onder "Flash Programming" het juiste firmwarebestand aan. En druk op de knop "Upload to Flash". Wanneer het uploaden klaar is, verschijnt de mededeling "File upload successfully completed". Sluit het programma af en verwijder de kabel.
5. Dan moet het interne geheugen worden gewist. Hiervoor moet eerst de stroom van het ATB-paneel worden gehaald. Wacht vijf seconden om er zeker van te zijn dat het ATB-paneel uit staat.

6. Start het ATB-paneel opnieuw op en druk tegelijkertijd de drie knoppen “Test”, “-” en “-” in (zie Figuur 49, de juiste knoppen zijn groen omcirkelt).



Figuur 49: Geheugen wissen van het ATB-paneel

7. Wanneer alle lampen van het ATB-paneel oplichten is het wissen gelukt en kunnen de knoppen losgelaten worden.
8. Verbind de laptop opnieuw met het ATB-paneel en start het programma MAZ220 UXX (met .cmd extensie) op.
9. Selecteer “DMI32 (MDU10, MAZ220)” en druk op “Verbinden”.
10. Het PAOSI Basic-terminal voor de configuratie start. Druk vervolgens op “OK”.
11. Vul het cabinummer in (1 of 2) en druk op enter.
12. Wanneer alles gelukt is, start het systeem opnieuw op en volgt het bericht “Versionskontrolle erfolgreich”.
13. Controleer het versienummer en sluit het bericht af.
14. De handelingen moeten voor de andere cabine herhaald worden.

5.10 SDP Log Extractor

Met het computerprogramma SDP Log Extractor kan een log-bestand dat afkomstig is uit de ATP-CU, SDP, TSG of AE-logger herschreven worden naar een beter leesbaar format. De tool is bedoeld voor medewerkers van Bombardier RCS en is niet formeel getest. De versie in het bezit van NedTrain (versie 2.1.1) is weliswaar verouderd, maar kan toch van nut zijn.

De SDP Log Extractor verwijdert overbodige leestekens (zoals enters en tabs), overbodige teksten (zoals tellers die er bij het uitlezen zijn toegevoegd en opstartberichten) en zet alles in een overzichtelijk tekstblok. Daarnaast kunnen bepaalde error codes worden gefilterd of juist van extra commentaar worden voorzien. De te filteren errors worden omschreven in het settings-bestand (settings.ini). Hieronder staat een stuk uit dit bestand.

```
[!General]
Remove_duplicated_log_messages = 1
Remove_errorcodes_listed = 1
ATPVersion = "P5"
use_AEloggerTime = 0
```

```
[?]  
SMGM0102 = "Remove"
```

```
[ATP]  
4E2BI173 = "Comment:BTM startuptest failure ,happen at ref time start"  
-28198 = "Comment:EMC Problem, Ghost Balise Overflow , Balise Que in ATP is full."  
01B7R023 = "Remove"  
0475R000 = "Remove"
```

Als de optie "Remove_duplicated_log_messages" actief is (= 1), verwijdert het programma dubbele regels. Een dubbel regel is een regel met dezelfde tijd, referentie tijd, bestandsnaam, regelnummer en error code. De laatste regel blijft wel bewaard. De optie "Remove_errorcodes_listed" geeft aan dat de error codes die in het settings-bestand staan worden verwijderd. Bij "ATPVersion" wordt gevraagd om de versie van het ATB. Deze moet op "P5" blijven staan. Als laatste kan met bij de optie "use_AEloggerTime" aangegeven worden welke klok gebruikt moet worden. Het advies is om de tijd van de log-bestanden aan te houden en de optie dus niet actief (= 0) te houden. Eronder volgt een serie error codes. De naam tussen rechte haken (bijvoorbeeld [APT]) geeft aan op welk apparaat de filter van toepassing is. Iedere regel begint met een error code (of een stuk daarvan) met daarna de tekst "Remove" of Comment:". Bij "Remove" wordt de code gefilterd en bij "Comment" wordt er commentaar achter de betreffende code gezet.

Wanneer het programma opgestart wordt, vraagt het om een log-bestand. Wanneer dit geselecteerd is, wordt het automatisch omgezet. Vervolgens plaatst het programma "TXT_ex.txt" achter de bestandsnaam om het nieuwe bestand te herkennen.

6 Resultaten & conclusies

Het ATB van de SLT is een complex systeem. Hoewel de functie ervan relatief eenvoudig te beschrijven is, zorgen de veiligheidseisen ervoor dat er meer dan een simpele computer nodig is. Het netwerk van de vele verschillende apparaten in de trein maakt het functioneren van het ATB ondoorzichtig en dat maakt het voor de storingsmonteur dan ook erg lastig.

Met behulp van de opgedane kennis uit documentatie en eigen metingen in de trein is een beschrijving gemaakt van de werking van het ATB. Dit document kan gebruikt worden als naslagwerk en als handleiding. De algemene werking van de verschillende onderdelen van het systeem zijn dusdanig omschreven, dat de informatie over een specifieke LRU eenvoudig gevonden kan worden, maar dat het overzicht toch wordt bewaard. De nadruk van dit document ligt op LRU's van de centrale ATB-installatie. Dit zijn de Specific Transmission Module: deze is onder andere verantwoordelijk voor de communicatie met het spoor en houdt de maximum toegelaten snelheid in de gaten; de Train Interface Unit: deze bestaat uit een vijftal relais en kan de noodrem inschakelen; de Train Signalling Gateway: deze vertaalt berichten afkomstig van de PROFIBUS naar berichten voor de MVB Tractie; de Speed and Distance Processor: deze berekent de snelheid en afstand op basis van data uit de SDU's; de Automatic Train Protection - Central Unit: dit is de hoofdcomputer van het ATB en bepaalt onder andere of er daadwerkelijk geremd moet worden; de Bus Coupling Transformer: deze zorgt voor een galvanische scheiding tussen het ATB en de rest van de trein; twee Speed and Distance Units: dezen tellen de pulsen afkomstig van de pulsopnemers en bepalen de rijrichting en de twee Vital Digital I/O Units: dezen geven een noodremorder door aan de TIU. Hiervan kunnen de STM, TSG, SDP en ATP-CU error codes produceren. Van deze apparaten is naast de functie ook de interne werking uitvoerig beschreven. Tijdens het onderzoek was één van de opvallende bevinden dat de AE-logger niet in het onderhoudsprogramma was opgenomen. Dit is gerapporteerd en wordt in de toekomst aangepast. Doordat de fabrikant niet alle informatie heeft vrijgegeven, bleek het niet mogelijk om daadwerkelijk in de software van de onderdelen te kijken. Daardoor is het lastig (of zelfs onmogelijk) om het complete systeem, bestaande uit een keten van black boxen, als geheel te doorgronden.

Wel komt het storingsherstel aan de hand van Root Cause Analysis uitgebreid aan bod. Bombardier RCS heeft daarin haar eigen werkwijzen, maar deze komen niet overeen met de gangbare RCA-filosofie. Het proces van Bombardier RCS is geanalyseerd en dit verschil wordt besproken, zodat het RCA-proces verbeterd kan worden.

Daarnaast is er gezocht naar statistische overeenkomsten binnen de serviceaanvragen en het voorkomen van bepaalde error codes. Hieruit blijkt dat SLT's met ETCS Level 2 aan boord bijna vijf keer vaker service nodig hadden dan SLT's zonder deze uitbreiding. En dat het vervangen van het zegel van de ATB-schakelaar de helft van de serviceaanvragen betrof. Deze informatie kan gebruikt worden voor toekomstige beslissingen over de ERTMS pilot en de verplichting van het ATB-zegel. Opvallend is dat binnen het ATB bepaalde error codes, bijvoorbeeld "ATB0409", vaker voorkomen dan andere codes, bijvoorbeeld "ATB0215". Op de veelvoorkomende error codes wordt dieper ingegaan. Deze bevindingen kunnen ook tijdens het storingzoeken gebruikt worden. Zo komt de error code "60EF" uit de STM bijvoorbeeld zeer vaak voor, maar is niet direct de oorzaak van een storing. Met die wetenschap kan de monteur zijn aandacht op de codes richten die juist minder vaak voorkomen en waarschijnlijk verantwoordelijk zijn voor de storing.

Mede door het grote aantal error codes en het niet voorhanden zijn van de benodigde documentatie, bleek het niet haalbaar om alle mogelijke storingen en faalvormen te inventariseren en daarvoor afhandelsscenario's te schrijven. Van sommige error codes wordt in dit document wel beschreven wat deze betekenen en hoe deze afgehandeld kunnen worden. In de meeste gevallen moeten de aansluitingen gecontroleerd worden en moet het ATB opnieuw opgestart worden. Wanneer dit niet voldoet zal er grondiger onderzoek gedaan moeten worden. Daaruit volgt dan welke LRU er vervangen dient te worden.

Het laatste onderdeel van dit verslag beschrijft de verschillende correctieve onderhoudshandelingen van het ATB van de SLT. Hiervoor is informatie uit verschillende presentaties aangevuld met productbeschrijvingen en kennis voorkomend uit gesprekken met monteurs. De handelingen worden stapsgewijs en op een uniforme wijze behandeld, zodat ze ook voor iemand zonder specialistische ervaring uit te voeren zijn.

7 Discussie & aanbevelingen

Het eerste onderdeel van de opdrachtbeschrijving betrof het me eigen maken van de werking van het ATB van de SLT. Na enkele honderden Engels-, Duits-, en Nederlandstalige documenten te hebben gelezen en zelf in de trein te hebben gekeken en gemeten, kan er gesteld worden dat dit gelukt is.

Dit document bevat geen volledige beschrijving van herstelprocessen in de vorm van SORA's (Symptoom, Oorzaak, Remedie en Actie). In een ideale wereld heeft de monteur per error code een duidelijke beschrijving van het probleem en de oplossing ervan. Aangezien het systeem uit verschillende eenheden bestaat die hun eigen error codes produceren, kan het zijn dat een combinatie van error codes voor een defect zorgt. Daarom zou het helpen als de oplossing per combinatie van error codes gegeven wordt. De hoeveelheid verschillende error codes maakt het onrealistisch om per code een passende SORA te schrijven. Bij het analyseren van een defect spelen er zo veel parameters een rol, dat exact dezelfde situatie praktisch gezien niet twee keer zal voorkomen. Dat maakt dat zelfs één SORA al een uitdaging vormt, waardoor het storingzoeken van het ATB van de SLT meer een vorm van behendigheid is, een Fingerspitzengefühl. Dit document kan daar zeker bij helpen.

Het ontbreken van verschillende documenten maakt het onmogelijk om het systeem tot in de detail te begrijpen. Het is duidelijk dat Bombardier RCS meer informatie tot zijn beschikking heeft. Een voorbeeld daarvan is dat Bombardier RCS de mogelijkheid heeft het complete geheugen van de STM uit te lezen en te begrijpen. Het is echter niet duidelijk welke informatie er allemaal voorhanden is. Om hierachter te komen zal er een gesprek moeten worden begonnen met Bombardier RCS.

Wanneer storingzoeken inderdaad een behendigheid is, is het toch mogelijk om systematisch ervaringen en informatie op te slaan en over te dragen. Dit kan in de vorm van een RCA. Momenteel worden storingen wel hersteld, maar de ervaringen en handelingen worden niet genoteerd. Wanneer er bij iedere storing een RCA wordt opgesteld en gearchiveerd, ontstaat er na verloop van tijd een database met mogelijke storingen. Naast dat er gekeken kan worden of een bepaalde storing al eerder is voorgekomen, verhoogt het schrijven van een RCA het begrip van de ATB. Op deze manier blijft de monteur leren.

Een duidelijke aanbeveling is het onderhouden van de AE-logger. Momenteel rijden er meerdere SLT's rond waarvan het geheugen vol is. Een AE-logger met vol geheugen heeft echter geen functie, omdat deze niets monitort. Daarnaast loopt de levensduur van de batterij van de AE-logger ten einde, terwijl de vervanging hiervan niet is opgenomen in het onderhoudsprogramma. Het valt aan te bevelen om het legen van het geheugen en het controleren van de leeftijd van de batterij in de jaarbeurt van de SLT op te nemen.

Het is ook aanbevelingswaardig naar het synchroniseren van de klokken van de drie VCU's te kijken. Deze geven bij vrijwel alle SLT's uiteenlopende tijden aan en dat bemoeilijkt het storingzoeken. Wanneer dit jaarlijks opnieuw wordt ingesteld, zullen de onderlinge verschillen minimaal blijven.

Hoewel het in het verslag verder niet besproken wordt, heeft de auteur in verschillende handleidingen en productbeschrijvingen aanwijzingen gevonden dat de levensduur van de ATB-onderdelen sterk afhankelijk is van de temperatuur waarin deze functioneren. Uit eigen ervaring is

gebleken dat het in de elektroniekasten erg warm kan worden. Deze kasten worden niet actief gekoeld. Wellicht dat de hoge temperatuur ook verantwoordelijk is voor sommige storingen. Onderzoek naar de temperatuur in de elektroniekasten, het effect daarvan op de apparatuur en eventuele manieren om de temperatuur te verlagen zou kunnen bijdragen aan een hogere bedrijfszekerheid en langere levensduur van het ATB.

8 Reflectie & leermomenten

Een resultaat dat niet vergeten mag worden, betreft de persoonlijke ontwikkeling van de auteur. Naast dat ik het erg een interessante stage vond, was deze ook buitengewoon leerzaam.

In het begin was de opdracht nog niet scherp afgebakend. Dit had er mee te maken dat er meerdere belanghebbenden waren. Ik moest eerst in overleg gaan met mijn begeleider, zijn collega en een senior monteur van het Kernteam over de invulling van mijn opdracht. Waar de één meer toegevoegde waarde zag in een praktische handleiding, zag de ander dat meer in een sheet met afhandelsscenario's. Ik heb de wensen en behoeften van de verschillende “klanten” onderzocht en ben uiteindelijk tot een voorstel gekomen waar iedereen tevreden mee was.

Tijdens de gehele afstudeerstage had ik te maken met zeer verschillende personen met even verschillende achtergronden (MBO, HBO en WO), terwijl ik tijdens mijn studie vooral heb samengewerkt met personen met dezelfde achtergrond en interesses. Deze situatie was relatief nieuw voor mij en daarmee ook een erg leerzame ervaring. Met veel overleggen, heldere communicatie en een eerlijke houding is dit uiteindelijk een succes geworden.

Na het vaststellen van de opdracht, begon het inlezen. Hierbij was het houden van overzicht best lastig. Het ging om veel verschillende documenten in verschillende talen (en jargon) en van verschillende versies. Het bijhouden van een tabel met wat er in ieder document te vinden was, hielp enorm. Een heikel punt was het feit dat de producenten van het systeem zelf niet consequent met hun afkortingen en termen omgingen. Daardoor moest er iedere keer goed nagedacht worden wat er nou precies mee werd bedoeld en hoe dit het beste verwoord kon worden voor de monteurs. Ik denk dat dit het meeste leerzaam was: het analyseren van industriële documenten en dit omzetten naar een begrijpelijk document. Daarbij mocht mijn aandacht voor details niet verslappen.

Omdat ik mijn voortgang zeer regelmatig aan verschillende mensen liet zien, kreeg ik ook veel feedback. Er waren veel zaken die voor mij niet meer dan logisch leken, maar voor iemand die zich niet ingelezen had, niet zo duidelijk waren. Het doen van een beroep op collega's vond ik in het begin echter niet altijd vanzelfsprekend; in mijn optiek was ik ook maar “een stagiair”. Na verloop van tijd kwam ik erachter dat er ook echt naar mij geluisterd werd als we het over andere zaken hadden. Vervolgens werd er ook vaker om mijn persoonlijk advies gevraagd. Vanaf dat moment vond ik het vragen om hulp gebruikelijker en die hulp was ook erg waardevol.

Naast het samenwerken, heb ik ook op elektrotechnisch vlak veel geleerd, met name over hightech industriële systemen. Het grondig analyseren van het ATB heeft me geleerd hoe zo'n complex systeem is ontworpen en opgebouwd.

Het spoorwezen is bijzonder en ik ben blij dat er aan het einde van de stageperiode een afgerond product ligt, wat bijdraagt aan een beter NS.

Bijlage

In deze bibliografie wordt de belangrijkste gebruikte literatuur vermeld. Daarnaast is er ook gebruik gemaakt van onder andere technische tekeningen, presentaties en opleidingsdocumenten. Niet al deze documenten hebben een titel of bestandsnaam (sommige hebben slechts een nummer). Na overleg met NedTrain is daarom de keuze gemaakt niet alle gebruikte literatuur te vermelden.

Pulsopnemer

BOMBARDIER EBI* Cab 2000 - Technisches Datenblatt - Impulsgeber mit Hallsensoren DF22/1 ags.OC4 - 3NGM900128_1.3 - DF22-1 ags. - Datenblatt.doc – Datasheet

ATB-antenne

BOMBARDIER EBI* Cab 2000 - Technisches Datenblatt - ATB-EG Antenne - 3NGM804010D001_2.6.doc – Productbeschrijving

Toongenerator

Datenblatt Rail Tone Generator - 9.6.19 3NGM900300R0001_a.pdf – Datasheet

Specific Transmission Module

ATB-EG STM - Software Architecture and Design Specification - 3NGM005076D0005.doc - Opbouw en werking software

ATB-STM - Technisches Datenblatt Baugruppenträger 11HL35 - 3NGM804190D0003_11HL35_TD.doc - Beschrijving hardware

ATB-STM - Installation Manual - 3NGM005312D0004_Installation_Manual.doc - Installatiehandleiding

ATB-STM - Tool Set - User Manual - 3NGM005458_Man_ToolSet_ATB.doc - Onderhoudshandelingen
Error Analysis ATB-STM.doc – Beschrijving error geheugen

Train Interface Unit

Sicherheitsrelais - Mors-Smitt AG-400-110-SV-P-C-V-F-1-e - Datenblatt - 3NGM900139R0001.doc – Datasheet

Train Signalling Gateway

EBI Cab 2000 - Train Signalling Gateway - Configuration Parameter Specification - 3NGM005292D1000_TSG_Configuration_Parameter_Specification.doc - Parameterinstellingen

Vehicle Control Unit

MITRAC VCU-Lite, VCU-Lite M, VCULite AXS, VCU-Lite F, VCU-Lite PRO & MOBAD Product Description - 3EST000211-4198.pdf - Productbeschrijving en handleiding

VCU-Lite Pro LR DCB 0913R Release Note for Rev 01A - 3EST000228-2821 VCU-Lite Pro LR Release note.docx - Release Note

AE-logger

Implementation of AE Logger 3NSS009834-01 in the EBI Cab 2000 System - 3NGG522445BER
Implementation AE Logger-v02.doc - Release Note

Speed and Distance Processor

9.6.13 Desc_SDU_3NSS004157D0110-2.5.pdf - Productbeschrijving

Bus Coupling Transformer

Bus Coupler Trafo (12KF04) -3EGM032470 Rev._D – Productbeschrijving

Speed and Distance Unit

Product Description Speed and Distance Unit (SDU-C) - 9.6.13 Desc_SDU_3NSS004157D0110-2.5.pdf
- Productbeschrijving

Block Diagram Description of SDU Services - Desc_SDU_3NSS004157D0110_2_8r-2.8_AAA -
Schemas.doc – Blokdiagrammen

Vital Digital I/O Unit

Product Description Vital Digital I/O Unit (VDX-C) - 3NSS004156D0110_2_5.doc - Productbeschrijving
Block Diagram Description of VDX Services - 3NSS004156D0110_2_5-SW Schemas.doc –
Blokdiagrammen

Automatische Rit Registratie

TELOC 1500 manual - 9.3.04 DE_085_manual_01.pdf - Handleiding

TELOC EVA manual - 9.3.05 50300045EN-TELOC EVA Manual.pdf - Handleiding software

Train Control and Management System

TCMS User Manual (TUM) - 3EGH000048-3310--de_TUM_ SLT.doc – Handleiding

Root Cause Analyses

Rooney, J., & Vanden Heuvel, L. (2004). Root Cause Analyses for Beginners

Terminalcodes voor STM

h	Show help
v	Show version and parameter info
db xxxx	Shows one byte in the memory at the address xxxx (xxxx in hexadecimal)
dw xxxx	Shows one word in the memory at the address xxxx (xxxx in hexadecimal)
db xxxxyyy	Shows yyy bytes in the memory at the address xxxx (xxxx and yyyy in hexadecimal)
dw xxxxyyy	Shows yyy words in the memory at the address xxxx (xxxx and yyyy in hexadecimal)
db xxxx,yyyy	Shows the memory content from address xxxx until address yyyy byte wise (xxxx and yyyy in hexadecimal)
dw xxxx,yyyy	Shows the memory content from address xxxx until address yyyy word wise (xxxx and yyyy in hexadecimal)
ab xxxx,yyyy,zzzz,...	Shows the bytes at the given addresses and refreshes the display cyclically until <ENTER> is pressed. All addresses have to be given in hexadecimal.
aw xxxx,yyyy,zzzz,...	Shows the words at the given addresses and refreshes the display cyclically until <ENTER> is pressed. All addresses have to be given in hexadecimal.
sb xxxx	Writes one byte at address xxxx. After finishing the input with <ENTER> the actual value of the address will be shown. After this the new value can be entered and will be written after pressing <ENTER>. No input and only pressing <ENTER> will not change the value.
sw xxxx	Writes one word at address xxxx. After finishing the input with <ENTER> the actual value of the address will be shown. After this the new value can be entered and will be written after pressing <ENTER>. No input and only pressing <ENTER> will not change the value.

Terminalcodes voor VCU

AD <addr> [<level (0 1 2 3)>]	Display application configuration
AE	Application Event Log display
AE_CLEAR	Application Event Log clear
AST [name <name>] [address <addr>]	Start application
AVER [<dc address>]	Display application versions
BC <range> <addr>	Compare Block of Memory
BF <range> <data>	Fill Block of Memory
BM <range> <addr>	Move Block of Memory
DBS	Display Basic System
DD [<level (0 1 2 3)>]	Display device configuration
DI	Display Device Information
DR_CLEAR	Remove all Data Recorder instances
DRS [<level (0 1 2)>]	Data Recorder service status
DSW [<ts_id>]	Prints MVB Device Status Word
DTS [<level>]	Display time sync statistics
FPV <value> <port> <offset> <type> <size>	Force Process Data Variable
GET_BATT	Display date when battery was changed
GET_ETH	Ethernet address display
GET_NV	Read stored National Values
GET_PAMEM	Read registered PAMEM data
GET_SDA	Read SDA
HE [<command>]	Help
LD [start <period>] [show <period>] [stop]	Display system load
LOGIN [<password>]	Login to administrator mode
LOGOUT	Logout from administrator mode
MCLS	Clear the screen
MD [<size>] <addr> <range> [-c]	Memory Display
MDS	Prints TCN-RTP Status information
MHIST [<lines> C]	Show/clear command history
MKDB	Enter Keyboard debug mode
MKEY [ON OFF]	RTS Monitor Command Line Editor
MM [<size>] <addr>	Memory Modify
MNEW <port name>	Start new monitor task
MT [<level>]	Display MemoryTests statistics
MVBC	Prints MVBC Status information
MW [<size>] [-t<period>] :<address>:]	Memory Watch
PV <port> <offset> <type> <size>	Display Process Data Variable
RD	Display RTS mode
RE <reset_reason>	Reset System
READ_IMP	Read install. and maintenance params.
GET_NV	Read stored National Values
RST_PAM	Reset PAMEM
RTSS idle run	Start the RTS

**** Set ATP Customisation Parameters ****

S_IMP	TBD Set install and maintenance params
S_IMP_PW	Set install and maintenance password
S_MP	Set maintenance parameters
S_MP_PW	Set maintenance password
S_TD	Set test data parameters
SB [<baudrate>]	Set baudrate
SDC [<level (0 1)>]	Display RTS service configuration
SE	System Event Log display
SE_CLEAR	System Event Log clear
SET_IP	Set bootline (including IP)
SET_SDA	Write SDA
SM	Display CSS DLU Versions
TIME	Display device time
TIME_SET <yy mm dd hh mm ss>	Change device time
TL	Task list
TR <task_name>	Task resume
TS <task_name>	Task suspend
TS_GET	Get time Sync time
TS_SET <seconds> <ticks> <sign> <zone> <daylight>	Set time Sync time
TSHELL	Transfer Control to tShell
UFPV <port> <offset> <type> <size>	Unforce Process Data Variable

Terminalcodes voor TSG (extra ten opzichte van VCU)

ae	Display Application events log, hit ESC until end
se	Display System events log, hit ESC until end
aver	Display version information and checksums
tsgm id	Display additional version information
tsgm pe	Display event buffer
tsgm ps	Display PB log buffer
tsgm pm	Display MVB log buffer
tsgm pevc	Display last EVC Packets
tsgm pr	Display byte stream of last PB Telegrams
tsgm pbi	Display the BI-Trace information (Brake commands/Feedbacks)
tsgm pst	Display Profibus statistics
tsgm ll	Display Link List for connected PB devices
tsgm pc all	Display PB connection tables (PB send list and received list)
tsgm pg	Display GPP Queue content
tsgm rt	Display runtime information
tsgm ps 232	Display the configuration information as received by STM-232
tsgm cfg show	Display the configuration information extracted from STM-232
tsgm uodbs <p>	ODBS Upload (p=start/end)
	start Disables application output to the serial port to be used when ODBS is uploaded end Enables application output to the serial port again

Betekenis waarden Teloc EVA Professional

Analoge waarde	Betekenis	Mogelijke waarde
Act_Speed	Actuele snelheid	0 t/m 255 km/h
V_Permitted	Door ATB toegestane snelheid	0 t/m 255 km/h
Act_Speed	Actuele snelheid	0 t/m 255 km/h
ITrainSpeed	Actuele snelheid (gekalibreerd, niet voor veiligheid gerelateerde systemen)	0 t/m 400 km/h
CTractiveEffort	Gevraagde aanzetkracht van rijhendel	0 t/m 100%
I110VAuxPowSup1	Spanning HBU 1	0 t/m 200V
I110VAuxPowSup2	Spanning HBU 2	0 t/m 200V
CBrakingEffort	Gevraagde remkracht van remhendel	0 t/m 100%
IMainAirResPip1	Druk hoofdreservoir (HL) 1	0 t/m 12 bar
IBrPipePressur1	Druk remleiding (HL) 1	0 t/m 12 bar
IMainAirResPip2	Druk hoofdreservoir (HL) 2	0 t/m 12 bar
IBrPipePressur2	Druk remleiding (HL) 2	0 t/m 12 bar
Digitale waarde		
ATB_code_change	Detecteert verandering in ATB code	0=geen verandering; 1=verandering
BrakeApplySuffi	Remmen voldoende geactiveerd	0= ; 1=aan
BD_knop	Status buiten dienstknop	0= ; 1=supervisie uit
Ontgrendel_knop	Status ontgrendelknop	0= ; 1=ontgrendel remmen
Attentie_knop	Status attentieknop	0= ; 1=ok om ATB-gebied binnen te gaan
Kwiteer_knop	Status kwiteerknop	0= ; 1=knop ingedrukt
CabStatusChange	Verandering in cabinestatus	-
DirStatusChange	Verandering in rijrichting	-
EmergenBrakeCmd	Noodremcommando	0= ; 1=noodremmen geactiveerd
Brakes_Operated	Remmen geactiveerd	0= ; 1=remmen geactiveerd
Blauwe_Lamp	Blauwe lamp brandt	0= ; 1=lamp aan
Witte_Lamp	Witte lamp brandt	0= ; 1=lamp aan
Rode_Lamp	Rode lamp brandt	0= ; 1=lamp aan
CabSignalChange	-	-
NID_Stm_Change	ATB STM status (uit PROFIBUS pakket STM-15)	0 t/m 15
ATB_Down	ATB (nog) niet volledig opgestart en/of actief	-
IDrivDesk1Occup	Cabine 1 actief (sleutel geplaatst)	0= ; 1=inactief; 2=actief
IDrivDesk2Occup	Cabine 2 actief (sleutel geplaatst)	0= ; 1=inactief; 2=actief
CDirection1	Rijrichting 1	0= ; 1=geen verandering; 2=rijrichting 1
CDirection2	Rijrichting 2	0= ; 1=geen verandering; 2=rijrichting 1
CBrTestAccept	Resultaat remproef geaccepteerd door machinist	0= ; 1=knop niet ingedrukt ; 2=ingedrukt
CTrainConfOk	Treinconfiguratie geaccepteerd door machinist	0= ; 1=knop niet ingedrukt ; 2=ingedrukt
CTrainConfNo	Treinconfiguratie niet geaccepteerd door machinist	0= ; 1=knop niet ingedrukt ; 2=ingedrukt
res1	Reserve waarde	-
IConsistOrient	Oriëntatie van eigen trein consistent	0=error; 1=inverse oriëntatie; 2=gelijke oriëntatie; 3=onbekende oriëntatie
CTrainConfValid	Treinconfiguratie geldig	0=ongeldig/default; 1=geldig
CSIFaultA	Lamp van A-storing brandt	0=uit/default; 1=aan
ISignLightOff	Knop seinlicht staat uit	0= ; 1=knop niet ingedrukt; 2=ingedrukt
ISignLightRed1	Seinlicht rood 1 geactiveerd	0= ; 1=uitgeschakeld; 2=ingeschakeld
ISignLightRed2	Seinlicht rood 2 geactiveerd	0= ; 1=uitgeschakeld; 2=ingeschakeld
CModeTowing	Afsleepmode actief	0= ; 1=uitgeschakeld; 2=ingeschakeld

CPantoDownPb1	Status drukknop pantograaf neer cabine 1	0= ; 1=knop niet ingedrukt; 2=ingedrukt
CPantoDownPb2	Status drukknop pantograaf neer cabine 2	0= ; 1=knop niet ingedrukt; 2=ingedrukt
IPantoPrssSw1On	Drukschakelaar pantograaf 1 op druk	0= ; 1=pantograaf niet op; 2=panatograaf op
IPantoPrssSw2On	Drukschakelaar pantograaf 2 op druk	0= ; 1=pantograaf niet op; 2=panatograaf op
CMcDrive	Rij-/remhendel in de stand rijden	0= ; 1=niet in rijpositie; 2=rijpositie
CMcZero	Rij-/remhendel in de nulstand	0= ; 1=niet in nulstand; 2=nulstand
CMcBrake	Rij-/remhendel in de stand remmen	0= ; 1=niet in remstand; 2=remstand
CMcQuickActBr	Rij-/remhendel in de stand snelremmen	0= ; 1=niet in snelremstand; 2=snelremstand
CEmBrDriverPb1	Status drukknop noodremming cabine 1	0= ; 1=knop niet ingedrukt; 2=ingedrukt
CEmBrDriverPb2	Status drukknop noodremming cabine 2	0= ; 1=knop niet ingedrukt; 2=ingedrukt
IDsdCont1On	Automatische rem kanaal 1 van dodemans geactiveerd	0= ; 1=niet geactiveerd; 2=geactiveerd
IDsdCont2On	Automatische rem kanaal 2 van dodemans geactiveerd	0= ; 1=niet geactiveerd; 2=geactiveerd
IDsdInact	Dodemans gedeactiveerd na override	0= ; 1=niet gedeactiveerd; 2=gedeactiveerd
CAtpBypa1	ATB uitgeschakeld vanuit cabine 1	0= ; 1=uitgeschakeld; 2=ingeschakeld
CAtpBypa2	ATB uitgeschakeld vanuit cabine 2	0= ; 1=uitgeschakeld; 2=ingeschakeld
IDoorLoopBypa	Deurlus override (groene lamp)	0= ; 1=niet gedeactiveerd; 2=gedeactiveerd
IQuickActBr	Potentieel van de snelremlus	0= ; 1=niet geactiveerd; 2=geactiveerd
CEmBrLoopBypa	Snelremlus override	0= ; 1=niet gedeactiveerd; 2=gedeactiveerd
IAirCoMbrp1Open	Afsluitkraan 1 van H1 in car A geopend	0= ; 1=niet open; 2=open
IAirCoMbrp2Open	Afsluitkraan 2 van H1 in car B geopend	0= ; 1=niet open; 2=open
CPassEmBrOn	Noodrem passagiers geactiveerd	0= ; 1=niet geactiveerd; 2=geactiveerd
CPassEmBrOff	Noodrem passagiers gedeactiveerd	0= ; 1=niet gedeactiveerd; 2=gedeactiveerd
CPassEmBrOvRide	Overbrugging noodrem passagiers	0= ; 1=geen overbrugging; 2=overbrugging
I1DoorRelLe	Linker deuren vrijgegeven	0= ; 1=niet vrijgegeven; 2=vrijgegeven
I1DoorRelRi	Rechter deuren vrijgegeven	0= ; 1=niet vrijgegeven; 2=vrijgegeven
IDoorLoopCl	Deurlus gesloten (groene lamp actief)	0= ; 1=niet gesloten; 2=gesloten
CClimAutomatic	Schakelaar klimaatregeling actief	0= ; 1=uitgeschakeld; 2=ingeschakeld
CClimEmergVent	Schakelaar noodventilatie actief	0= ; 1=uitgeschakeld; 2=ingeschakeld
ITracEnable1	Vrijgave tractie installatie 1	0= ; 1=niet geactiveerd; 2=geactiveerd
IlcSupActive1	Stroomruisdetector 1 gereed voor gebruik	0= ; 1=niet gereed; 2=gereed
IlcSupReleased1	Stroomruisdetector 1 geactiveerd	0= ; 1=niet geactiveerd; 2=geactiveerd
IlcSupOverride1	Stroomruisdetector 1 overbrugd	0= ; 1=geen overbrugging; 2=overbrugging
ITracEnable2	Vrijgave tractie installatie 2	0= ; 1=niet geactiveerd; 2=geactiveerd
IlcSupActive2	Stroomruisdetector 2 gereed voor gebruik	0= ; 1=niet gereed; 2=gereed
IlcSupReleased2	Stroomruisdetector 2 geactiveerd	0= ; 1=niet geactiveerd; 2=geactiveerd
IlcSupOverride2	Stroomruisdetector 2 overbrugd	0= ; 1=geen overbrugging; 2=overbrugging
IAuxPowerAvail1	Spanning HBU 1 beschikbaar	0= ; 1=niet beschikbaar; 2=beschikbaar
IAuxPowerAvail2	Spanning HBU 2 beschikbaar	0= ; 1=niet beschikbaar; 2=beschikbaar
IHighVoltageOn	Hoogspanning beschikbaar	0= ; 1=spanning niet aanwezig; 2=spanning aanwezig
400_ICcu_LS_Er	Teller van applicatiecyclus van CCU	0 t/m 65535
431_BCHA1_LS_Er	Teller van applicatiecyclus van batterijlader 1	0 t/m 65535
431_BCHA2_LS_Er	Teller van applicatiecyclus van batterijlader 2	0 t/m 65535
431_TCU1_LS_Er	Teller van applicatiecyclus van TCU 1	0 t/m 65535
431_TCU2_LS_Er	Teller van applicatiecyclus van TCU 2	0 t/m 65535
800_TSGP0_LS_Er	Life signal TSGP0	-
803_TSGP3_LS_Er	Life signal TSGP3	-
833_ISyst1_LS_E	Life signal System	0 t/m 65535
865_ISyst2_LS_E	Life signal System	0 t/m 65535
BeaconInfChange	-	-
ATB-VVStaChange	-	-

Loop_Info	-	-
OPM-waarde		
General info	-	-
Train info	-	-
Hour change	-	-
ATB_Code	De ATB code zoals deze uit de baan wordt gelezen	-
Cab_Status	Geeft aan welke cabine de bediende cabine is	-
DirectionStatus	De rijrichting van de trein (forward/reverse/neutraal)	-
Cab_Signals	De signalen van het ATB in de cabine	-
NID_StmState	ATB STM status (PROFIBUS-pakket STM-15)	0 t/m 15
IBrTestEp	Datum, tijd en status van de remproef voor EP remmen	-
IBrTestPnMg	Datum, tijd en status van de remproef voor de P rem en magneetremmen	-
Antiv_UINT_Erro	-	-
IldConsist	Tijdens configuratie het identificatienummer van de voorste trein	2401 t/m 2469 & 2601 t/m 2662
IDsdTest	Datum, tijd en status van de remproef voor EP remmen. Kleine dodemansproef	0=onbekend; 1=niet klaar; 2=half klaar; 3=succesvol; 4=niet succesvol; 5=niet mogelijk
IDsdTestFull	Datum, tijd en status van de remproef voor EP remmen. Grote dodemansproef	0=onbekend; 1=niet klaar; 2=half klaar; 3=succesvol; 4=niet succesvol; 5=niet mogelijk
AnaRange_Error	-	-
LifeSignalError	-	-
Beacon_Info	-	-
ATB-VV_State	-	-

Onderzoek naar storingsherstel van het ATB van de SLT

Plan van Aanpak

04-03-15

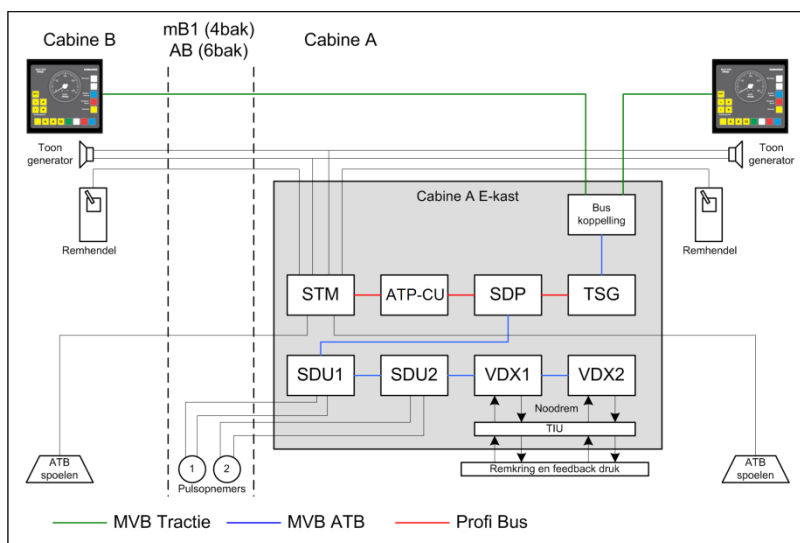


Afstudeerstage NedTrain

Rick Driessen

1. Aanleiding

Sinds 2009 rijden de Nederlandse Spoorwegen met de Sprinter LightTrain (SLT). Deze vervanger van de stoptrein (Mat '64) is technisch superieur en is comfortabeler voor de reizigers, maar ook complexer in onderhoud. Door een nieuwe wijze van aanbesteding werd NedTrain minder betrokken bij de ontwikkeling en bouw van de trein. Dit resulteerde in een tekort aan directe kennis over de nieuwe onderdelen van de trein, waaronder dat van het Automatische Trein Beïnvloedingssysteem (ATB). Het ATB informeert de bestuurder over de toegestane en werkelijke snelheid en zal, wanneer de toegestane snelheid overschreden wordt, ingrijpen. Daarmee is het systeem cruciaal voor de veiligheid en verdient het goed functioneren daarvan dan ook een hoge prioriteit. In tegenstelling tot ATB's in oudere treinen (bijvoorbeeld ATB-fase 4), is het ATB in de SLT volledig digitaal en snel om te bouwen naar de eisen van het nieuwe European Railway Traffic Management System (ERTMS). Het ATB heeft echter incidenteel last van storingen. Een kernteam van twaalf monteurs is continu belast met het repareren en onderhouden van de SLT, maar beschikt niet over de benodigde expertise om al deze problemen adequaat op te lossen. Problemen worden daarom vaak uitbesteed aan de leveranciers Siemens en Bombardier RCS. Vanuit NedTrain ontstond er de behoefte de problematiek rond het ATB in kaart te brengen. De daartoe te verrichten werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd in de vorm van een afstudeeropdracht.



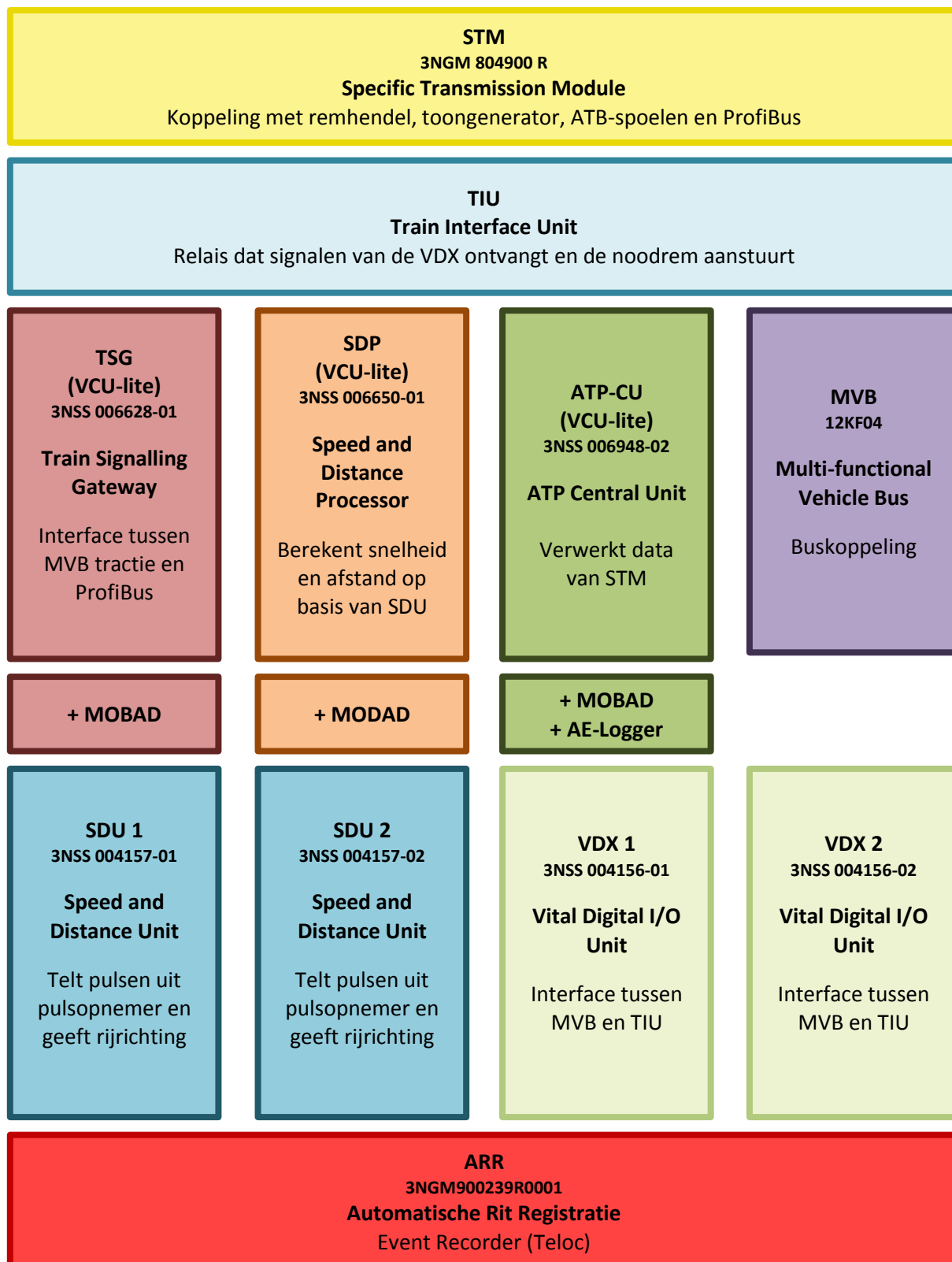
Figuur 1: Schematische voorstelling ATB



Figuur 2: ATB kast SLT

2. Schematische weergave van de elektronikakast

Iedere SLT heeft een elektronikakast (Cabine A E-kast). Hierin zitten verschillende (digitale) modules van het ATB. Figuur 1 laat de elektronikakast binnen het ATB zien en figuur 2 geeft een indruk van de feitelijke inhoud. De kast met haar verschillende modules is schematisch weergegeven in figuur 3.



Figuur 3: Schematische voorstelling ATB

3. Opdrachtomschrijving

Vanuit NedTrain is de volgende opdrachtomschrijving tot stand gekomen:

- Het eigen maken van de werking van het ATB van de SLT.
- Het maken van een beschrijving van de werking van het ATB inclusief een beschrijving van de functie van de vervangbare componenten (Line-Replaceable Units: LRU's). Deze moet als naslagwerk en opleidingsdocument voor de monteurs van NedTrain kunnen dienen.
- Het inventariseren van de mogelijke storingen met de bijbehorende faalvorm van het ATB (FMECA).
- Het opstellen van zogenaamde afhandelsscenario's bij de meest voorkomende storingen.
- Het overdragen van de opgedane kennis aan de monteurs die ATB-storingen moeten herstellen.

4. Opdracht 1

Het eigen maken van de werking van het ATB van de SLT

Om inzicht te verkrijgen in de structuur en werking van het ATB van de SLT wordt er eerst een literatuuronderzoek verricht. Bij de aanschaf van de SLT heeft het consortium een zeer gedetailleerd informatiepakket meegeleverd, bestaande uit schema's, specificaties, gebruikers- en onderhoudshandleidingen. In opdracht van NedTrain zijn er vervolgens opleidingsdocumenten, werkschema's en de Naslag Onderhoud en Storingzoeken (N O&S) geschreven. Deze gedetailleerde documentatie omvat vrijwel de complete werking van het ATB; de omvang van het pakket (ruim 150.000 bestanden) maakt het inlezen echter onoverzichtelijk. De eerste taak is dan ook het creëren van een index van de relevante documentatie voor dit project. Tijdens de duur van het project wordt dit als leidraad gebruikt en tevens kan het ingezet worden bij eventuele toekomstige projecten met hetzelfde onderwerp.

Tijdens het inlezen wordt er gekeken naar de volgende onderwerpen: de algemene werking van het ATB-Vv, de werking van de individuele onderdelen van het ATB van de SLT, de wijze van configureren en uitlezen van het ATB en het onderhoud van het ATB.

Naast inlezen is het ook belangrijk om praktijkervaring op te doen. Dit wordt verkregen door een meerdere malen mee te lopen met een ervaren monteur.

Op te leveren producten

- Een digitale index (Exceldocument) met een overzicht van de relevante documentatie met verwijzingen en korte beschrijving van de inhoud
- Een digitale lijst (Exceldocument) met veelgebruikte afkortingen

Deadline

- Eigen maken ATB: Gehele duur project
- Overzicht relevante documentatie: Week 2
- Afkortingen: Gehele duur project

5. Opdracht 2

Het maken van een beschrijving van de werking van het ATB inclusief LRU's

Zoals in het vorige hoofdstuk beschreven, is er veel informatie over het ATB voorhanden. De omvang van de documentatie maakt de beschrijving ervan onoverzichtelijk; bovendien is niet alle informatie compleet en zijn er (door de versies heen) verschillende foutjes ingeslopen. Vanuit NedTrain is er behoefte aan eenduidige, overzichtelijke en complete informatie over ATB voor het KernTeam (van WEB 4 niveau). De basis hiervan vormen de N O&S Elektronisch van het ATB en de overige documenten die voor het literatuuronderzoek gebruikt zijn.

Onderhouds- en analysetaken, zoals het updaten en configureren van de software en het uitlezen van de verschillende onderdelen, komen in de literatuur ook aan bod, maar zijn niet altijd toereikend genoeg. Naast het inventariseren van de beschreven handelingen, worden nog onbeschreven handelingen uitgewerkt.

Extra aandacht gaat uit naar de Line-Replaceable Units van het ATB. Wanneer defecten niet door NedTrain opgelost kunnen worden, moet de defecte eenheid vervangen worden of voorzien worden van nieuwe software. Een gedetailleerde beschrijving van dit proces behoort tot de onderdelen van deze opdracht. Dit proces wordt beschreven in de vorm van SORA's (Symptoom, Oorzaak, Remedie en Actie). Symptomen worden waargenomen op de HMI of komen uit de diagnosedata; de oorzaak en remedie komen veelal uit rapporten van eerdere soortgelijke storingen van NedTrain (Maximo).

Op te leveren producten

- Uitbreiding van de N O&S Elektronisch met extra aandacht voor de LRU's
- Werkschema's met betrekking tot het updaten en configureren van de software en het uitlezen van de verschillende onderdelen
- Opstellen van SORA's voor veelvoorkomende storingen

Deadline

- Eerste opzet: Week 4
- Verbeteringen: Gehele duur project

6. Opdracht 3

Het inventariseren van de mogelijke storingen met de faalvorm

De verschillende onderdelen van het ATB hebben ieder hun eigen geheugen waarin error codes in eigen syntax opgeslagen worden. Naast harde errors (die ervoor zorgen dat de SLT niet start), genereert het ATB ook verschillende zachte errors en andere meldingen (bijvoorbeeld problemen die het ATB zelf kan oplossen en meldingen dat het systeem goed opstart). Daardoor produceert iedere ATB dagelijks een aanzienlijke hoeveelheid data (ruim 300 codes per dag). Wanneer een ATB defect raakt, is het voor de monteurs lastig te achterhalen waar de oorzaak precies ligt. De monteur heeft wel de mogelijkheid om het ATB uit te lezen, maar ziet niet direct welke error code relevant is. Doeltreffende documentatie op dit gebied ontbreekt.

Om inzicht te krijgen in de relevante en triviale error codes van het ATB, is het goed om te bekijken welke error codes tijdens defecten en normaal dienst gegenereerd worden. Omdat niet elke (van de ruim 3000 verschillende) error code daadwerkelijk ook tijdens iedere rit voorkomt, moet er naar verschillende treinen gekeken worden. Voor een periode van twee weken wordt het ATB van ongeveer twintig SLT's uitgelezen. Door middel van Excel of een ander programma moeten de codes uit de files gedestilleerd en geanalyseerd worden. Uitkomst van dit onderzoek is een frequentieanalyse van de error codes uit de SLT.

Wanneer rond week 10 blijkt dat de er binnen de afstudeeropdracht nog tijd over is, wordt er gekeken naar het inventariseren van de FMECA's (failure mode, effects and criticality analysis).

Op te leveren producten

- Programma/protocol voor het organiseren van de relevante error codes
- Frequentieanalyse van de error codes uit de SLT's
- Eventueel FMECA's

Deadline

- Week 7

7. Opdracht 4

Het opstellen van afhandelsscenario's bij de meest voorkomende storingen

Wanneer het duidelijk is welke error codes relevant zijn en welke niet, wordt de selectie van “probleemcodes” nader omschreven. In de eerste instantie wordt er gekeken naar de beschikbare literatuur, maar omdat deze waarschijnlijk niet toereikend is voor het opstellen van afhandelsscenario's, is hulp van buitenaf noodzakelijk. Deze kan wellicht gevonden worden binnen NedTrain en bij BT RCT. Deze opdracht wordt eigenlijk ook al uitgewerkt tijdens de uitvoering van opdracht 2, maar nu wordt er nog extra diep op de error codes ingegaan.

De kwaliteit en compleetheid van dit onderdeel is nog onzeker, aangezien niet alle errors door NedTrain opgelost kunnen worden.

Op te leveren producten

- Afhandelsscenario's voor de relevante (voorgekomen) error codes

Deadline

- Week 10

8. Opdracht 5

Het overdragen van de opgedane kennis aan de monteurs

Het eindproduct van dit project is een samenvoeging van de voorgaande onderdelen. Een projectverslag levert gedetailleerde achtergrondinformatie voor de monteurs wanneer een naslagwerk nodig is. Een presentatie levert op een overzichtelijke manier informatie voor de monteurs over de beknopte werking van het ATB.

Op te leveren producten

- Projectverslag
- Presentatie

Deadline

- Presentatie rond week 16
- Projectverslag eind week 17

9. Indeling verslag

Voorwoord
Inleiding
Samenvatting
Inhoud

1. Projectachtergrond
 - 1.1. Haagse Hogeschool
 - 1.2. NedTrain
 - 1.3. De geschiedenis van de SLT
 - 1.4. De algemene werking van het ATB
 - 1.5. Werkwijze
- A. Achtergrondinformatie
 - 2.1. Overzicht van het complete ATB
 - 2.2. Overzicht van de Centrale ATB installatie
 - 2.3. STM
 - 2.4. ATP-CU
 - 2.5. SDP
 - 2.6. TSG
 - 2.7. TIU
 - 2.8. MVB
 - 2.9. ARR
- B. Veelvoorkomende onderhoudshandelingen met betrekking tot het ATB
 4. Veelvoorkomende handelingen
 - 4.2. STM
 - 4.2.1. STM uitlezen
 - 4.2.2. STM updaten
 - 4.3. ATP-CU
 - 4.3.1. ATP-CU uitlezen
 - 4.3.2. ATP-CU updaten
 - 4.4. SDP
 - 4.3.1. SDP uitlezen
 - 4.3.2. SDP updaten
 - 4.5. TSG
 - 4.3.1. TSG uitlezen
 - 4.3.2. TSG updaten
 - 4.6. TIU
 - 4.7. MVB
 - 4.8. CCU
 - 4.8.1. CCU uitlezen
 - 4.8. ARR
 - 4.3.1. ARR uitlezen
 - 4.3.2. ARR updaten
- C. Storingsherstel van het ATB
 5. Storingsherstel
 - 5.1. Verschillende onderdelen
 - 5.2. STM

- 5.3. ATP-CU
- 5.4. SDP
- 5.5. TSG
- 5.6. TIU
- 5.7. MVB
- 5.8. ARR
- 5.9. Frequentieanalyse

5. Kennisoverdracht

6. Conclusies

7. Aanbevelingen

8. Discussie

Bijlage

B.1. Afkortingen

B.2. Werkschema's: updaten, configureren en uitlezen van het ATB

10. Planning

Wanneer

Week 1 (09-02)
 Week 2 (16-02)
 Week 3 (23-02)
 Week 4 (02-03)
 Week 5 (09-03)
 Week 6 (16-03)
 Week 7 (23-03)
 Week 8 (30-03)
 Week 9 (06-04)
 Week 10 (13-04)
 Week 11 (20-04)
 Week 12 (27-04)
 Week 13 (04-05)
 Week 14 (11-05)
 Week 15 (18-05)
 Week 16 (25-05)
 Week 17 (01-06)

Week 19 – 20 (15-06)

Wat

Kennismaken en inlezen
 Inlezen en organiseren documentatie
 Beschrijven werking ATB
 Beschrijven werking ATB
 Uitlezen ATB SLT's en analyseren
 Uitlezen ATB SLT's en analyseren
 Opstellen afhandelsscenario's
 Opstellen afhandelsscenario's
 Opstellen afhandelsscenario's
 Opstellen afhandelsscenario's (concept opsturen: 13-04)
 Opstellen afhandelsscenario's
 Documenteren
 Documenteren
 Documenteren
 Documenteren
 Documenteren
 Documenteren (deadline: 05-06)

Afstudeerzitting

