ระบบจำลองการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟกับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟตามมาตรฐานยุโรป

EUROPEAN RAIL TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM/EUROPEAN TRAIN CONTROL SYSTEM (ERTMS/ETCS) LANGUAGE TRAINING SIMULATOR

นายเอกสิทธิ์ ศรีมุกดา

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษากรณีพิเศษ
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ระบบจำลองการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ กับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ ตามมาตรฐานยุโรป

European Rail Traffic Management System / European Train Control System (ERTMS/ETCS) Language Training Simulator

โดย

นายเอกสิทธิ์ ศรีมุกดา

รหัส 43067278

วัน เดือน ปี 1 ม.ค. 2550
เลขทะเบียน 03046
เลขเรียกหนังสือ วพ. ๐๓๘๕๕ ๒๕๔๖
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์

b 11740772
i1291129

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการศึกษากรณีพิเศษ
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

H003046

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองโครงการศึกษากรณีพิเศษ (Special Study Project)

เรื่อง

ระบบจำลองการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ กับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ ตามมาตรฐานยุโรป

European Rail Traffic Management System / European Train Control System (ERTMS/ETCS) Language Training Simulator

นายเอกสิทธิ์ ศรีมุกดา

รหัส 43067278

รายงานนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ

การศึกษาวิชาโครงการศึกษากรณีพิเศษ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(เทคโนโลยีสารสนเทศ)

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์)

.....กรรมการสอบ

(ดร.ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์)

.....กรรมการสอบ

(ดร.ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบจำลองการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ กับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ ตามมาตรฐานยุโรป
นักศึกษา	นายเอกสิทธิ์ ศรีมุกดา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. จันทร์บรูณ์ สถิตวิริยวงศ์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการการเดินรถของรถไฟ และช่วยในการขับรถไฟของพนักงานขับรถไฟให้มีความปลอดภัยยิ่งมากขึ้น ที่เรียกว่าระบบ Automatic Train Control (ATC) System และเพื่อให้สามารถใช้งานได้ในหลายๆ ประเทศตามข้อกำหนดของมาตรฐานกลุ่มรถไฟยุโรป (European Rail Traffic Management System / European Train Control System, ERTMS/ETCS Standard) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่คนในองค์กรของข้าพเจ้าจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ กับอุปกรณ์ที่อยู่บนรางรถไฟตามมาตรฐานยุโรป หรือที่เรียกว่า ERTMS/ETCS Language

ซึ่งโครงการของข้าพเจ้า (ERTMS/ETCS Language Training Simulator) จะมีส่วนช่วยเป็นอย่างมากในการเรียนรู้ และทำความเข้าใจเกี่ยวกับ ERTMS/ETCS Language และการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนรถไฟ และอุปกรณ์ที่อยู่บนรางรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	European Rail Traffic Management System / European Train Control System (ERTMS/ETCS) Language Training Simulator
Student	Mr. Ekasith Srimugda
Advisor	Dr. Chanboon Sathitwiriyawong
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Technology Management
Academic Year	2003

ABSTRACT

Train control is an important part of any railway operations management system. In the past, a number of different Automatic Train Control (ATC) systems have evolved in different counties at different times. These systems are incompatible and not interoperable with each other. Only a few of these systems are used in more than one country, and even in those cases there have been difference in detailed development which have resulted in incompatible and not interoperable version. Many railways anticipate a significant increase in density of train traffic and are rethinking their infrastructure strategy, to accommodate high levels of traffic, in which ATC system play an importance part. Also many railways would like to introduce standardized systems to reduce system costs.

In the summer of 1998, UNISIG, comprising the European Signaling companies was formed to finalize the specifications called ERTMS/ETCS specifications. Also it is importance thing for my company, names Bombardier Transportation, and my colleague to understand and follow these specifications. Then I think my special project, ERTMS/ETCS Language Training Simulator, is useful for my company and my colleague to learn and practice about the ERTMS/ETCS Language which is importance for Automatic Train Control implementation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการศึกษากรณีพิเศษในหัวข้อเรื่องระบบจำลองการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ กับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ ตามมาตรฐานยุโรปนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงได้เนื่องจากการสนับสนุน การให้คำแนะนำปรึกษา รวมถึงกำลังใจต่างๆ ซึ่งส่งผลให้การจัดทำโครงการศึกษากรณีพิเศษนี้บรรลุเป้าหมายตามที่ได้กำหนดไว้ ฉะนั้นทางผู้จัดทำจึงใคร่จะขอขอบพระคุณบุคคลต่างๆ ดังนี้

- บิดา มารดา บุคคลผู้มีพระคุณสูงสุด ซึ่งเป็นที่รักยิ่ง ผู้มอบความรัก ความอบอุ่น รวมทั้งให้โอกาสทางการศึกษา และสำหรับความรัก ความห่วงใย กำลังใจ แรงสนับสนุนต่างๆ ที่มีให้ จากทั้งภรรยา และบุตรสาว
- คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า โดยเฉพาะ ดร. จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการศึกษากรณีพิเศษ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และคำปรึกษาในเรื่องต่างๆ ตลอดจนชี้แนะแนวทางในการศึกษาค้นคว้า และแนวทางที่ต้องนำมาใช้ในการพัฒนาโครงการศึกษากรณีพิเศษนี้
- เพื่อนๆ ITM 8 ที่ศึกษาร่วมกันมา ขอบคุณมิตรภาพ ความเอื้ออาทร และน้ำใจต่างๆ ที่ให้กับผู้จัดทำเสมอมา โดยเฉพาะ คุณ บุญมา ขำโป๊ย ที่ช่วยเป็นธุระ และติดต่อประสานงาน อีกทั้งคอยเตือนและเอาใจใส่ในช่วงของการจัดทำโครงการ
- เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ณ บริษัท ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาในด้านต่างๆ

ผู้จัดทำขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสิทธิ์ ศรีมุกดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....2

1.4 ขั้นตอนในการศึกษา.....3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

1.6 แผนการดำเนินงานของโครงการ.....4

2. วงจรพัฒนาระบบงาน

2.1 วงจรพัฒนาระบบงาน (SDLC).....6

2.2 ระบบการควบคุมรถไฟแบบอัตโนมัติ.....9

3. การศึกษาระบบงานปัจจุบัน

3.1 การดำเนินงานของระบบงานปัจจุบัน.....15

3.2 รูปแบบ และขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม VSIM.....16

3.3 ปัญหาที่พบในระบบปัจจุบัน.....19

3.4 ความต้องการของผู้ใช้ระบบ.....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4. การนำเสนอระบบใหม่

4.1 การดำเนินงานของระบบใหม่.....22

4.2 Process Flow Diagram / Flow Chart.....24

5. การจัดสร้างระบบงานใหม่

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดสร้างระบบงานใหม่.....25

5.2 ขอบเขตของการทำงานของระบบงานใหม่.....25

6. ผลการดำเนินงาน

6.1 การใช้งานระบบ.....27

6.2 โครงสร้างของระบบที่ทำการพัฒนา.....27

6.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงานของระบบ.....28

7. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลและการพัฒนาระบบต้นแบบ.....36

7.2 ข้อดีของระบบต้นแบบ.....36

7.3 ข้อเสนอแนะ.....37

บรรณานุกรม.....38

ภาคผนวก ก.....39

ภาคผนวก ข.....51

ประวัติผู้เขียน.....104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ.....4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

2.1 แสดงแผนผังของกลุ่ม UNISIG.....10

2.2 แสดงถึงการแบ่งระดับมาตรฐาน ERTMS/ETCS.....11

2.3 แสดงถึงส่วนประกอบของระบบ ERTMS/ETCS Level 1.....12

2.4 แสดงถึงส่วนประกอบของระบบ ERTMS/ETCS Level 2.....13

2.5 แสดงถึงส่วนประกอบของระบบ ERTMS/ETCS Level 3.....14

3.1 แสดงสัญญาลักษณ์ของโปรแกรม VSIM ที่ใช้อยู่.....16

3.2 แสดงถึงหน้าต่างหลักของโปรแกรม VSIM.....17

3.3 แสดงถึงหน้าต่างของโปรแกรมที่ผู้ใช้เรียก.....18

3.4 แสดงถึงหน้าต่างของโปรแกรม VSIM ที่ทำการเรียก TDG File.....19

4.1 แสดงถึงหน้าต่างของโปรแกรมใหม่.....23

4.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมใหม่.....24

6.1 แสดงหน้าหลักแรกของระบบ.....28

6.2 แสดงการทำงานของ ATP.....29

6.3 แสดงการทำงานของ ATP ที่พร้อมทำงาน.....29

6.4 แสดงการขับรถไฟ โดยไม่มี *.tdgb file.....30

6.5 แสดงการทำงาน ของระบบ ATP.....30

6.6 แสดงการเรียกใช้ *.tdgb file.....31

6.7 แสดงหน้าจอรายงานสถานะ.....31

6.8 แสดงการทำงานของระบบ เมื่อมีข้อมูลส่งขึ้นมาจากราง.....32

6.9 แสดงการทำงานของระบบ เมื่อสิ้นสุดการเดินรถไฟ.....33

6.10 แสดงการทำงานของระบบ เมื่อพนักงานกดปุ่ม Drive's EB.....34

6.11 แสดงการทำงานของระบบ เมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากระบบ.....35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

8.1 แสดงตัวอย่างของระบบคอมพิวเตอร์ (ATC Hardware).....39
8.2 แสดงการเชื่อมต่อของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ.....39
8.3 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้กับโปรแกรม VSIM เดิม.....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเดินรถไฟ และช่วยในการขับรถไฟของพนักงานขับรถไฟให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ที่เรียกว่าระบบ Automatic Train Control (ATC) System ซึ่งในหลายๆ บริษัทที่ทำการพัฒนาและเกี่ยวข้องกับระบบนี้ ก็จะมีระบบที่มีการออกแบบตามมาตรฐานของตนเอง และขึ้นอยู่กลับกฎการเดินรถของการรถไฟที่เป็นกฎจำเพาะในแต่ละประเทศ ดังนั้นเพื่อการแข่งขันในตลาดและเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและออกแบบระบบ จึงมีอยู่หลายบริษัทที่พยายามทำระบบของตนให้เป็นมาตรฐานขึ้น และเพื่อให้รถไฟสามารถวิ่งข้ามไปมา ในแต่ละประเทศ ที่มีพรมแดนติดกันได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่ตั้งอยู่บริเวณภูมิภาคยุโรป จึงมีการรวมตัวของบริษัทผู้ประกอบการเพื่อที่จัดตั้งกลุ่ม คณะทำงาน ซึ่งทำหน้าที่ในการจัดทำมาตรฐานของระบบสัญญาณรถไฟและระบบควบคุมรถไฟ ให้มีมาตรฐานเดียวกันที่เรียกว่า European Rail Traffic Management System / European Train Control System Standard หรือที่เรียกเป็นชื่อย่อว่า ERTMS/ETMS Standard ขึ้น จนกระทั่ง วันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2543 ได้มีการประกาศใช้มาตรฐาน ERTMC/ETCS เวอร์ชั่น ที่ใช้ในปันจุบัน ออกมาเป็นมาตรฐานในการออกแบบและใช้งาน ระบบควบคุมระบบการเดินรถและระบบช่วยคนขับรถไฟมาใช้เป็นมาตรฐานโดยทั่วกัน

ในส่วนของหน่วยงานที่ข้าพเจ้าทำงานอยู่ที่บริษัท จะเป็นหน่วยงานหนึ่งที่ทำการออกแบบและพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนรถไฟเพื่อช่วยในการขับรถไฟของพนักงานขับรถ และจะมีการนำของมูลที่ได้ถูกโปรแกรมไว้ในอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้บนรางรถไฟมาใช้ในการประมวลผล เพื่อส่งข้อมูลที่ประมวลผลได้นี้ไปสื่อสารกับพนักงานขับรถ เพื่อช่วยในการควบคุมความเร็วและระยะทาง ที่พนักงานขับรถสามารถขับรถไฟไปยังที่ต่างๆ ได้มากน้อยเท่าใด อีกช่วยในการหยุดรถในกรณีที่พนักงานขับรถไม่ทำการหยุดรถตามที่ข้อมูลของหน่วยประมวลผลส่งให้ และในกรณีที่อุปกรณ์ของรถไฟที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการเดินรถทำงานผิดปกติ หรือช่วยให้รถไฟที่วิ่งอยู่ อยู่ในสถานะ Fail Safe State

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการทำงานของบุคลากรในหน่วยงานของข้าพเจ้าอย่างหนึ่งก็คือการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟกับอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนรางรถไฟ และสามารถใช้งานข้อมูลที่ส่งจากรางรถไฟ ที่เรียกว่า ERTMS/ETCS Language เพื่อใช้ในการทดสอบ-ทดลองระบบที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาขึ้นมานั้นว่ามีความถูกต้องตามข้อกำหนดของมาตรฐานหรือไม่อย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ในการออกแบบและพัฒนาระบบที่ช่วยในควบคุมการขับรถไฟแบบอัตโนมัติ (Automatic Train Control, ATC, System) ในองค์กรของข้าพเจ้านั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่คนในองค์กรของข้าพเจ้าจะต้องมีความเข้าใจและสามารถใช้งานข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนรถไฟ และอุปกรณ์ที่อยู่บนราง ที่เรียกว่า ERTMC/ETCS Language ยิ่งไปกว่านั้นระบบติดต่อสื่อสารและข้อมูลที่ใช้ส่งติดต่อถึงกันของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟนั้นได้ถูกออกแบบเป็นระบบเลขฐาน16 (Hex code) ซึ่งยากต่อการใช้งานและทำความเข้าใจ

ข้าพเจ้าจึงเห็นเป็นสมควรที่จะทำการพัฒนาโปรแกรมหรือเครื่องมือที่ช่วยในการทำความเข้าใจ และใช้เรียนรู้ในการใช้งานและการติดต่อสื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์รถไฟ ที่เรียกว่าระบบจำลองการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟกับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟตามมาตรฐานยุโรป (ERTMS/ETCS Language Training Simulator) ขึ้น เพื่อช่วยใช้ในการเรียนรู้ ทำความเข้าใจ และทดลองใช้ข้อมูลในการติดต่อสื่อสาร สำหรับพนักงานในหน่วยงานของข้าพเจ้าและเพื่อนร่วมงานในองค์กรที่ต้องทำงานเกี่ยวข้องและมีความสนใจ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การพัฒนาระบบนี้เป็นการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานแบบที่มีการควบคุมและตอบโต้กับระหว่างแบบจำลองของหน้าปัดและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ที่มีอยู่ในห้องของพนักงานขับรถไฟ และข้อมูลที่อยู่บนราง โดยที่ระบบนี้จะทำการจำลองการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ ของรถไฟที่อยู่บนรางรถไฟ ผ่านไปยังตำแหน่งที่มีการติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารที่ติดตั้งเอาไว้ที่ถูกจำลองเป็นตำแหน่งและข้อมูลในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ และเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดเอาไว้ตาม ERTMS/ETCS Standard จากเดิมที่จำเป็นต้องมีการสร้างแฟ้มข้อมูลแบบตัวอักษรก่อน จากนั้นผู้ใช้จำเป็นต้องแปลงข้อมูลแบบตัวอักษรที่ทำไว้ไปอยู่ในรูปของข้อมูลแบบเลขฐาน16 แล้วผู้ใช้จะต้องนำแฟ้มข้อมูลแบบเลขฐาน16 ที่ได้ไปใช้งาน ซึ่งในเวลาใช้งานผู้ใช้จะไม่สามารถรู้ และเข้าใจได้ว่ามี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลอะไรให้กัน และไม่สามารถรู้ได้ว่าข้อมูลที่ใช้อยู่นั้นยังคงมีความถูกต้องอยู่หรือไม่ เพราะเป็นแฟ้มข้อมูลแบบฐาน16

ระบบนี้จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยมีขอบเขตดังนี้

1. ผู้ใช้สามารถจัดทำข้อมูลที่จะใช้สื่อสารกับระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ ตามมาตรฐาน ERTMS/ETCS
2. ระบบจำลองการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ จะทำการจำลองการเคลื่อนที่ของรถไฟ บอกตำแหน่งของรถไฟ และแสดงความเร็วของรถไฟในขณะนั้นๆ รวมไปถึงความเร็วสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ และความเร็วที่กำหนดให้เมื่อถึงปลายทาง
3. ระบบจำลองจะทำการแสดงสถานะของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ และข้อมูลที่ได้รับในกรณีที่รถไฟเคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์สื่อสารที่ติดตั้งไว้บนรางรถไฟ
4. ระบบจำลองจะทำการแจ้งเตือนต่อพนักงานขับรถไฟ ในกรณีที่มีการสื่อสารที่ผิดปกติไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ERTMS/ETCS
5. ระบบจะทำการชะลอความเร็วในกรณีที่พนักงานขับรถไฟเร็วกว่าความเร็วที่กำหนด หรือหยุดรถไฟในกรณีที่พนักงานขับรถไปในตำแหน่งที่ไม่ได้รับการอนุญาต

1.4 ขั้นตอนในการศึกษา

เพื่อให้ระบบนี้สามารถนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์และใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์ข้างต้น จึงได้สรุปขั้นตอนการดำเนินโครงงานดังนี้

1. ศึกษาระบบการดำเนินงานของระบบปัจจุบัน วิธีการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน รวมไปถึงการใช้งานจริง
2. ศึกษาถึงความต้องการของระบบงานจากผู้ปฏิบัติงาน และผู้บริหารในระดับต่างๆ ในหน่วยงาน และหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงข้อจำกัดที่มีอยู่ในระบบปัจจุบัน
3. ศึกษาถึงแนวทางในการออกแบบระบบงานใหม่ เพื่อที่จะให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน
4. ศึกษา วิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่ โดยจัดทำ Process Flow Diagram หรือ Flow Chart
5. วิเคราะห์ ออกแบบ ระบบการจำลองการทำงานของระบบ ระบบแปลข้อมูล รวมทั้งการแสดงผลทางหน้าจอ และการแสดงสถานะของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์
7. ทดสอบระบบงาน และปรับปรุงแก้ไข
8. นำระบบไปติดตั้งเพื่อให้ใช้งาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาระบบจำลองการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟกับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟตามมาตรฐานยุโรป (ERTMS/ETCS Language Training Simulator) มีดังนี้

1. เพิ่มความสะดวก รวดเร็ว และความถูกต้องในการเรียนรู้ เกี่ยวกับการสื่อสาร และการส่งข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟกับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ สำหรับพนักงานใหม่ และพนักงานปัจจุบันในหน่วยงานของข้าพเจ้า
2. เพื่อช่วยให้พนักงานในบริษัทโดยเฉพาะหน่วยงานของข้าพเจ้าได้มีความเข้าใจเป็นอย่างดีถึงการใช้งาน และขั้นตอนการติดต่อสื่อสาร ในการใช้ ERTMS/ETCS Language
3. เพื่อช่วยลดขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลที่ใช้สำหรับจำลองการจัดวางข้อมูลที่ใช้สำหรับสื่อสารจากอุปกรณ์ที่อยู่บนรางรถไฟ และให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้
4. ช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจถึงการติดต่อและการแจ้งเตือน รวมไปถึงการจัดการ ระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟกับพนักงานขับรถ
5. ช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจถึงสถานะของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ ในกรณีที่ได้รับขอมูลจากอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่บนรางรถไฟในกรณีต่างๆ กัน

1.6 แผนการดำเนินงานของโครงการ

ในการดำเนินงานการพัฒนาระบบงานของข้าพเจ้า ได้ทำการแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็นแต่ละช่วงเวลาที่ใช้ ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ

ขั้นตอนการทำงาน	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
ศึกษาระบบงาน (Investigate)					
ศึกษาระบบปัจจุบัน	▬				
ระบุปัญหาและแนวทางแก้ไข	▬				
ศึกษาถึงแนวทางที่จะนำมาใช้พัฒนา	▬	▬			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงาน	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
วิเคราะห์และออกแบบระบบ (Analysis & Design)					
วิเคราะห์ระบบปัจจุบันและระบบใหม่					
กำหนด Spec & Function การทำงาน					
ออกแบบ Process Flow Diagram					
ออกแบบการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบย่อย					
ออกแบบ Input Process และ Output					
ส่งรายงานความก้าวหน้า		24			
การพัฒนาระบบ (Development)					
เขียนโปรแกรม (Coding)					
ทดสอบระบบ (Testing)					
ส่งรายงานต้นฉบับ จำนวน 4 ชุด				12	
นำเสนอผลงาน					6 - 11
ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์					20 - 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วงจรพัฒนาระบบงาน
และเทคโนโลยีของระบบควบคุมการขับรถไฟแบบอัตโนมัติ

ในการทำการพัฒนาระบบสารสนเทศนั้น เป็นการนำเอาระบบสารสนเทศมาปรับใช้ในองค์กร โดยมีวิธีการต่างๆ อยู่มากมายที่นักวิเคราะห์ระบบควรเข้าใจขั้นตอนในการพัฒนาระบบให้ดีเสียก่อนที่จะทำการพัฒนาระบบงานใหม่ และจำเป็นจะต้องมีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถดำเนินโครงการพัฒนาระบบลุล่วงภายใต้เวลาที่กำหนด รวมไปถึงวิธีการกำหนดแบ่งงาน การจัดลำดับงาน การประเมินระยะเวลา การจัดทำแผนงาน และการควบคุม เพื่อให้ได้ระบบที่ทำงานได้อย่างถูกต้องและตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด

2.1 วงจรพัฒนาระบบงาน (The System Development Life Cycle: SDLC)

ในการพัฒนาระบบงานทางด้านสารสนเทศส่วนมากจะใช้วิธีที่เรียกว่า SDLC (System Development Life Cycle) เป็นวิธีการอ้างอิงของวงจรพัฒนาระบบงาน ซึ่งจะอธิบายถึงขั้นตอนต่างๆ ของการพัฒนาระบบงาน โดยปกติแล้วจะแบ่งออกเป็นหลายขั้นตอนแตกต่างกันออกไป แต่เนื้อหาสาระส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนที่คล้ายกัน ซึ่งพอสรุปได้เป็นขั้นตอน (Phases) หลักๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนของโครงการ (Planning Phase)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการประมวลผลเบื้องต้น ทำความเข้าใจ และการศึกษาว่าทำไมถึงจำเป็นจะต้องพัฒนาระบบนี้ แล้วสมควรจะพัฒนาระบบนี้ขึ้นมาหรือไม่ อย่างไร โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดขององค์กร โดยจะเริ่มจากการทำ

1. การเริ่มที่จะทำโครงการ (Project Initiation): โดยที่ผู้ที่จะทำโครงการจะทำการวิเคราะห์ถึงความต้องการของผู้ใช้ และจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับระบบใหม่ที่ต้องการ (System Request) และ วิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ (Feasibility Analysis) ของโครงการที่จะทำการพัฒนาขึ้นมา ว่ามีความสอดคล้องกับการดำเนินธุรกิจขององค์กรหรือไม่ อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทำการบริหารโครงการ (Project Management): โดยขั้นตอนนี้จะมีการจัดทำ การวางแผนในการทำงาน (Workplan) การกำหนดกฎระเบียบในการทำงาน และการประเมินความเสี่ยงของการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์โครงการ (Analysis Phase)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์และศึกษาดูว่าจะสามารถทำการพัฒนาระบบขึ้นมาได้อย่างไร โดยที่ใครเป็นผู้ที่จะใช้ระบบที่กำลังจะทำการพัฒนา แล้วระบบนี้จะสามารถทำอะไรได้บ้าง และระบบนี้จำเป็นจะต้องใช้เมื่อไหร่ ที่ไหน อย่างไร มีความจำเป็นแค่ไหน และทันกับความต้องการหรือไม่

1. การทำการวิเคราะห์ระบบ (System Analysis): โดยจะทำการวิเคราะห์ถึงรายละเอียดของการใช้งาน การทำงาน การตอบสนอง และการติดต่อสื่อสารกันกับผู้ใช้ของระบบที่มีอยู่
2. การทำการเก็บรวบรวมข้อมูล (Gather Information) ของระบบเก่าที่มีอยู่ และหาแนวทางที่จะทำการพัฒนาตามแผนที่วางไว้ แล้วจะทำรายละเอียด (Concept) ของระบบใหม่ที่จะทำการพัฒนา
3. การทำแบบจำลองของขั้นตอนการทำงาน (Process Modeling) ของระบบใหม่ที่จะทำการพัฒนาขึ้นมา โดยทำการพัฒนาจากการอ้างอิงมาจากขั้นตอนการทำงานของระบบที่ใช้งานอยู่ รวมไปถึงแบบจำลองของการประมวลผลของระบบด้วย
4. การทำแบบจำลองของข้อมูล (Data Modeling) เป็นขั้นตอนของการทำการพัฒนาแบบจำลองของข้อมูลที่จะใช้กับระบบใหม่ และการส่งผ่านของข้อมูล โดยทำการอ้างอิงมาจากขอมูลของระบบที่ถูกใช้งานอยู่

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบระบบ (Systems Design)

เป็นการออกแบบโครงสร้างและรายละเอียดของระบบโดยนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบ มาทำการออกแบบระบบ เพื่อที่จะบอกให้กับผู้ที่ทำการพัฒนาระบบว่า ระบบที่จะทำการพัฒนาขึ้นมานี้ มีการทำงานเป็นอย่างไร และให้เป็นไปตามความต้องการที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่ ในขั้นตอนแรก โดยในขั้นตอนนี้จะมีขั้นตอนย่อยๆ อยู่ดังนี้

1. การทำการออกแบบระบบ (System Design): โดยจะทำการออกแบบระบบใหม่ ว่ามีภาพรวมของขั้นตอนการทำงาน และข้อมูลที่ใช้กับระบบเป็นอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทำการออกแบบโครงสร้าง-สถาปัตยกรรมของระบบ (Architecture Design) จะเป็นการทำการออกแบบโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Design) ของระบบใหม่ และการจัดทำข้อกำหนดของระบบใหม่ (Hardware/Software Specifications) รวมไปถึงการทำแผนความปลอดภัย (Security Plan) ของระบบ
3. การออกแบบโครงสร้างของการติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface Structure Design and Design Components) โดยจะทำการออกแบบขั้นตอนของการใช้งาน การติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้ และหน้าจอของการทำงานต่างๆ ที่ต้องติดต่อกันระหว่างระบบและผู้ใช้งาน หรือการแสดงผลต่างๆ
4. การออกแบบการเก็บข้อมูล (Data Storage Design) เป็นการออกแบบที่กว่าถึงการจัดการและการทำการเก็บข้อมูลของระบบ
5. การออกแบบโปรแกรม (Program Design) เป็นการออกแบบ และทำการสร้างแผนผังการทำงานของโปรแกรม (Program Structure Chart) และทำการออกแบบข้อกำหนดของโปรแกรม (Program Specifications) เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างหรือพัฒนาระบบ (Systems Development หรือ Implementation Phase)

เป็นขั้นที่ทำการดำเนินการสร้างระบบตามที่ได้ทำการศึกษาและออกแบบไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ให้ออกมาเป็นระบบที่ต้องการ โดยจะแยกออกเป็นขั้นตอนย่อยดังนี้

1. ขั้นตอนของการจัดทำ-จัดสร้างระบบใหม่ (System Construction): โดยจะทำการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา หรือเครื่องมือที่ได้ทำการศึกษาแล้วว่ามีความเหมาะสมต่อการทำการพัฒนาระบบตามข้อกำหนด (Specification) ที่ระบุไว้ และสามารถทำงานต่างๆให้ครบถ้วน
2. ขั้นตอนของการวางแผนการทำการทดสอบ (Test Plan) ระหว่างที่ทำการสร้าง-จัดทำการพัฒนาระบบ จำเป็นจะต้องทำการวางแผนว่า จะสามารถทำการทดสอบโปรแกรมแต่ละโปรแกรมย่อย (Unit Test) อย่างไร และต้องมีการเตรียมข้อมูลและสภาพแวดล้อมที่จะทำการทดสอบให้คลอบคลุม และให้ถูกต้องตามข้อกำหนดเสียก่อน
3. ขั้นตอนของการทำการทดสอบ (Tested System) จะทำการทดสอบระบบที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการพัฒนาขึ้นมา ตามแผนการทดสอบระบบ ที่จัดทำไว้จากขั้นตอนข้างบน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของระบบ โดยการนำระบบทั้งหมดที่ได้พัฒนาเสร็จแล้ว มาทดสอบการทำงานบนเครื่องที่จะใช้จริงให้มีสภาพแวดล้อมการทำงานเหมือนจริงหรือใกล้เคียงกับระบบที่จะใช้ให้มากที่สุด เพื่อหาความผิดพลาดของระบบก่อนส่งมอบให้แก่ผู้ใช้ หลังจากนั้นทำการส่งมอบระบบให้แก่ผู้ใช้ เพื่อทำการตรวจรับระบบ (Acceptance Test) ต่อไป ว่าตรงกับความต้องการหรือไม่

ขั้นตอนที่ 5 การติดตั้งระบบเพื่อใช้งาน (Implementation)

เป็นขั้นตอนที่นำเอาระบบที่ทำการพัฒนาขึ้นมามาใช้งานจริง โดยทำการแก้ไขข้อผิดพลาดและปรับปรุงระบบให้ดีขึ้น โดยการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อเชื่อมให้ครบ แล้วจึงนำซอฟต์แวร์มาติดตั้งในเครื่องให้พร้อมใช้งาน เตรียมการปรับเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ (Conversion) ที่จะนำมาใช้กับระบบใหม่ แล้วทำการจัดอบรมการใช้งานระบบใหม่ให้แก่ผู้ใช้ และกำหนดวันใช้งานจริง (Cut Over)

ขั้นตอนที่ 6 การบำรุงรักษาระบบ (Maintenance)

หลังจากที่ได้มีการนำระบบใหม่ไปใช้งานในระยะหนึ่งแล้ว อาจพบข้อบกพร่องการทำงานที่ผิดพลาดของโปรแกรม ก็จะทำการแก้ไขโปรแกรมให้ถูกต้อง หรืออาจเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการจึงต้องทำการดัดแปลงโปรแกรมให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน หรือทำการปรับปรุงระบบให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และเมื่อมีการแก้ไขมากๆ เข้าก็จะต้องทำการเริ่มทำการพัฒนาระบบกันใหม่ วนเวียนกันเช่นนี้เรื่อยไป

2.2 ระบบควบคุมการขับรถไฟแบบอัตโนมัติ (The Automatic Train Control System: ATC System)

จากสาเหตุที่ได้กล่าวมาจากข้างต้น ที่องค์กรหรือบริษัทต่างๆ ต้องการสร้างมาตรฐานของระบบควบคุมการขับรถไฟแบบอัตโนมัติ และเพื่อลดต้นทุนในการออกแบบ พัฒนา ระบบของตนเองให้สามารถใช้งานในหลายๆ ประเทศได้ จึงมีการรวมกลุ่มของบริษัทที่ทำการพัฒนาระบบควบคุมการขับรถไฟแบบอัตโนมัติ จาก 6 บริษัท โดยเรียกว่า กลุ่ม UNISIG เพื่อจัดทำมาตรฐานของ

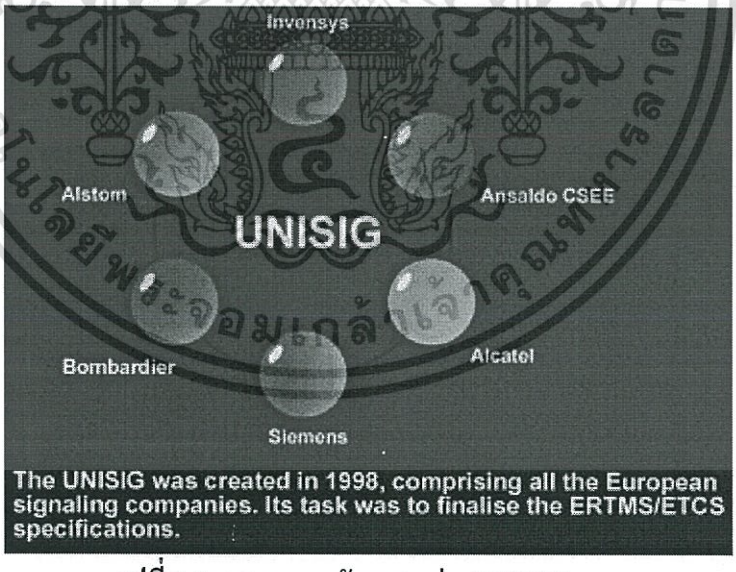
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการจัดการระบบการเดินรถไฟ (European Rail Traffic Management System: ERTMS) และระบบควบคุมการขับรถไฟ (European Train Control System: ETCS) ให้เป็นมาตรฐานของยุโรป และสามารถนำไปใช้กับระบบรถไฟในทั่วโลก

2.2.1 กลุ่มของบริษัทที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบควบคุมการขับรถไฟแบบอัตโนมัติ และทำการจัดทำมาตรฐาน ERTMS/ETCS Specifications นั้น ประกอบด้วย

- บริษัท Invensys
- บริษัท Alstom
- บริษัท Ansaldo CSEE
- บริษัท Bombardier
- บริษัท Alcatel
- บริษัท Siemens

ดังแผนภาพที่แสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงแผนผังของกลุ่ม UNISIG

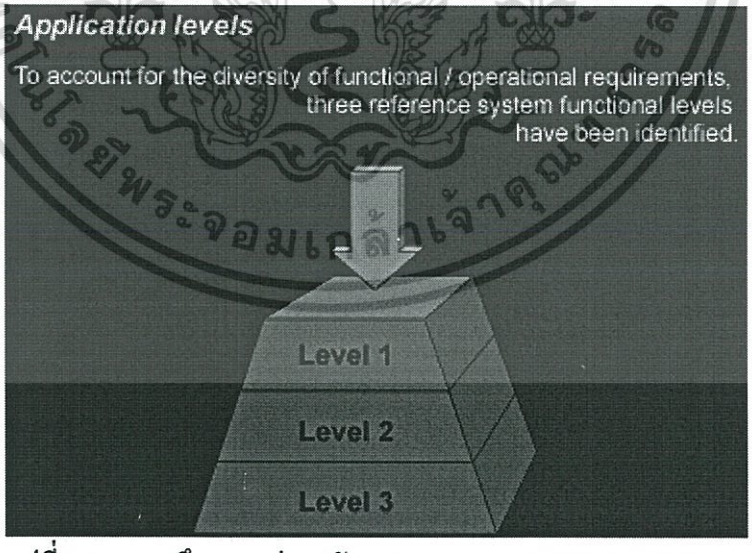
2.2.2 ความหมายของ ERTMS และ ETCS

- European Train Control System (ETCS) คือ มาตรฐานของระบบควบคุมการเดินรถไฟตามมาตรฐานยุโรป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- European Rail Traffic Management System (ERTMS) คือ มาตรฐานของระบบการจัดการและควบคุมการเดินรถไฟ ซึ่ง ERTMS = ETCS + GSMR และวัตถุประสงค์หน้าที่การทำงานหลักๆ ของระบบ ERTMS อยู่ 2 อย่าง คือ
    1. ส่วนที่ทำหน้าที่ออกคำสั่ง หรือควบคุมรถไฟ (Train command/control) จะเป็นส่วนที่คอยทำหน้าที่ในการช่วยให้พนักงานขับรถไฟให้สามารถขับรถไฟได้อย่างปลอดภัย
    2. ส่วนที่สองคือ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมและจัดการระบบการเดินรถไฟ (Traffic management) ซึ่งจะเป็นส่วนที่ทำการจัดการเกี่ยวกับระบบสัญญาณรถไฟ และควบคุมระบบโครงสร้างพื้นฐานของรางรถไฟ เช่น ควบคุมการสลับรางรถไฟ หรือควบคุมแผงกั้นถนน เป็นต้น
- GSMR คือ ระบบเคลื่อนวิทยุสื่อสารที่ทำไว้เพื่อใช้งานเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลของรถไฟ

2.2.3 การแบ่งระดับของระบบการจัดการและควบคุมการเดินรถไฟ (ERTMS/ETCS Levels) ตามมาตรฐานที่กำหนดโดยกลุ่ม UNISIG แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังรูปที่2.2 คือ

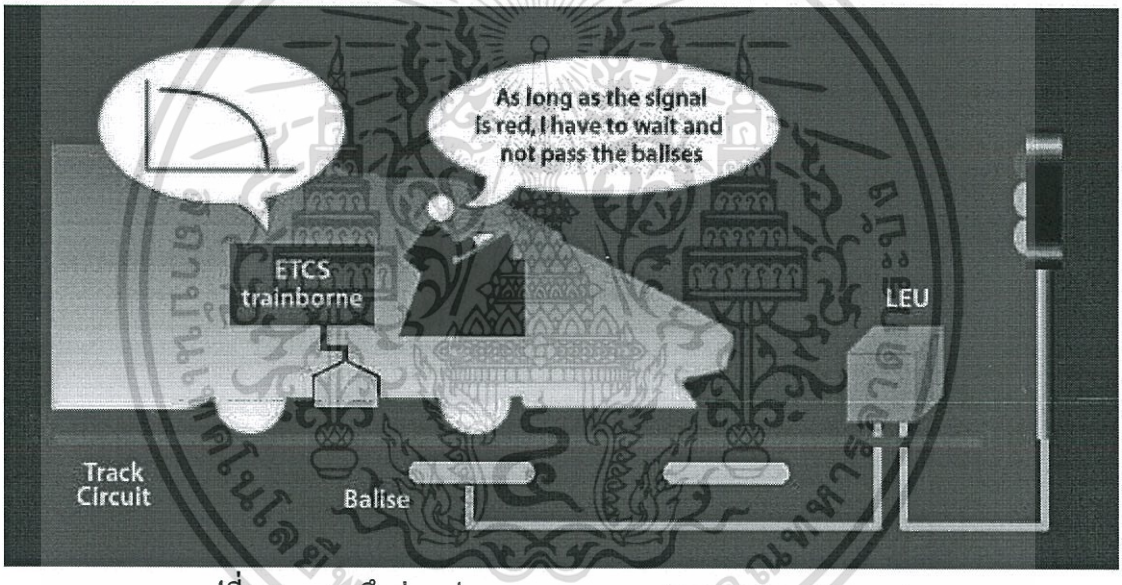


รูปที่ 2.2 แสดงถึงการแบ่งระดับของมาตรฐาน ERTMS/ETCS

- ระดับที่ 1 (ERTMS/ETCS Level 1) : เป็นระดับมาตรฐานการจัดการการเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถไฟและการควบคุมรถไฟ ที่นำเอาระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ (ETCS trainborne) และอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่บนรางรถไฟ ไปปรับใช้กับระบบรถไฟที่มีอยู่เดิม อันประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบว่ามีรถไฟอยู่บนรางหรือไม่ ที่เรียกว่า Track Circuit และอุปกรณ์ที่ส่งข้อมูลขึ้นไปยังคอมพิวเตอร์รถไฟ (Balise) เพื่อบอกคอมพิวเตอร์รถไฟว่าสามารถขับรถต่อไปได้หรือไม่ ได้ระยะทางเท่าใด และสามารถขับด้วยความเร็วสูงสุดเท่าใด โดยที่ Balise นี้จะมีการเชื่อมต่อกับสัญญาณสำหรับรถไฟอุปกรณ์ที่เรียกว่า LEU ดังที่แสดงในรูปที่ 2.3

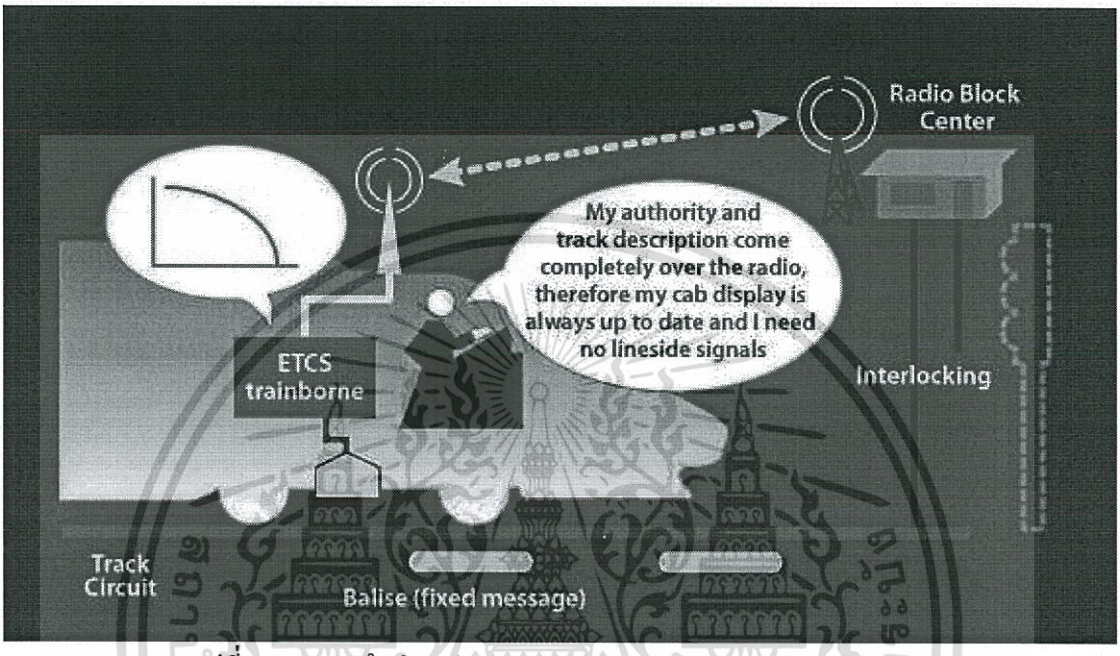


รูปที่ 2.3 แสดงถึงส่วนประกอบของระบบ ERTMS/ETCS Level 1

- ระดับที่ 2 (ERTMS/ETCS Level 2) : เป็นระดับมาตรฐานการจัดการการเดินรถไฟและการควบคุมรถไฟ ที่นำเอาระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ (ETCS trainborne) และอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่บนรางรถไฟ ไปปรับใช้กับระบบรถไฟ โดยที่จะนำเอาระบบระบบสัญญาณสำหรับรถไฟออก โดยที่จะยังคงใช้ Track Circuit สำหรับการตรวจสอบว่ามีรถไฟอยู่บนรางหรือไม่ และใช้ Balise สำหรับบอกระยะตำแหน่งสำหรับรถไฟ หรือทำหน้าที่คล้ายกับหลักบอกระยะกิโลเมตรสำหรับรถยนต์ ส่วนข้อมูลสำหรับที่จะให้พนักงานขับรถรู้ว่าสามารถขับรถไฟผ่านไปได้ไกลเท่าใด และด้วยความเร็วเท่าใด จะเป็นการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

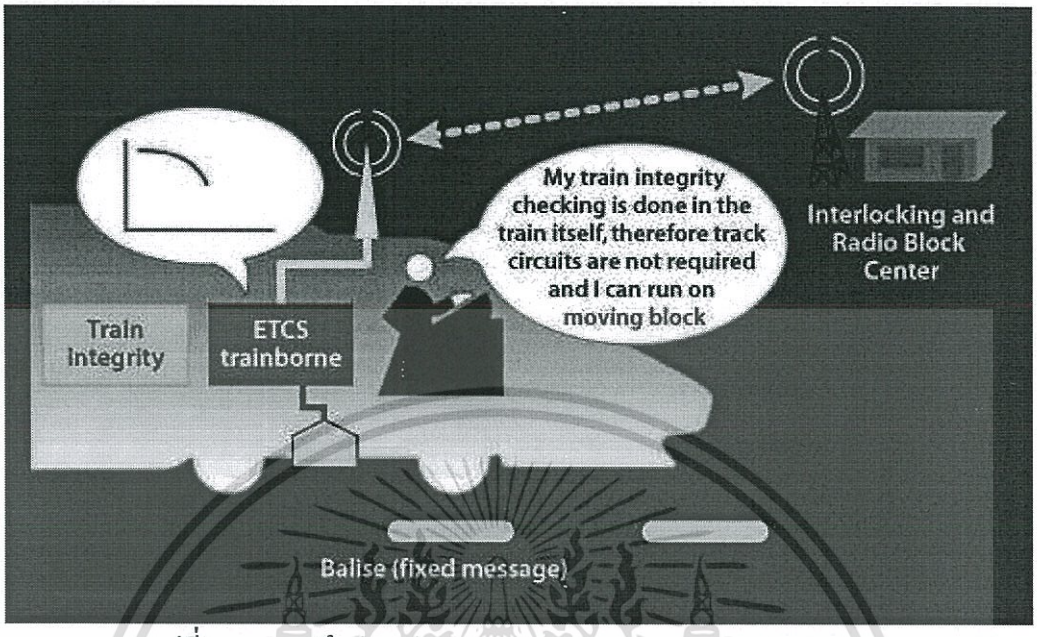
ผ่านขอมูลโดยใช้การสื่อสารเคลื่อนวิทยุสำหรับรถไฟ ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Radio Block Center จากศูนย์กลางการควบคุมการเดินรถไฟ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงถึงส่วนประกอบของระบบ ERTMS/ETCS Level 2

- ระดับที่ 3 (ERTMS/ETCS Level 3) : เป็นระดับมาตรฐานการจัดการการเดินรถไฟและการควบคุมรถไฟ ที่นำเอาระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ (ETCS trainborne) และอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่บนรางรถไฟ ไปปรับใช้กับระบบรถไฟ โดยที่จะนำเอาระบบระบบสัญญาณสำหรับรถไฟ และ Track Circuit ออก แต่ยังคงใช้ Balise สำหรับบอกระยะตำแหน่งสำหรับรถไฟ โดยที่สวนที่ทำการจัดการเดินรถที่ศูนย์กลาง จะทำหน้าที่ในการตรวจสอบและบอกตำแหน่งรถไฟ และข้อมูลที่พนักงานขับรถไฟใช้ในการเดินรถ ที่เป็นการส่งผ่านขอมูลโดยใช้การสื่อสารเคลื่อนวิทยุสำหรับรถไฟ ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Interlocking and Radio Block Center จากศูนย์กลางการควบคุมการเดินรถไฟ ดังแสดงในรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงถึงส่วนประกอบของระบบ ERTMS/ETCS Level 3

โดยที่โครงการศึกษากรณีพิเศษของข้าพเจ้า จะเป็นการศึกษา จัดทำ และปรับปรุงระบบจำลองการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟกับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ ที่เรียกว่า ERTMS/ETCS Language Training Simulator จะเป็นระบบใหม่ที่จัดทำขึ้นมาเพื่อลดข้อจำกัดของขั้นตอนการทำงานในแผนกของข้าพเจ้าที่มีอยู่ อีกทั้งจะสามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการฝึกอบรมและช่วยในการทำความเข้าใจ-เรียนรู้ในการใช้งาน ERTMS/ETCS Language

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การศึกษาระบบงานปัจจุบัน

3.1 การดำเนินงานของระบบปัจจุบัน

ในการทำงานของหน่วยงานของข้าพเจ้า จำเป็นจะต้องเรียนรู้ และทำการเข้าใจเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารกันระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟกับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสารกันที่เรียกว่า ERTMS/ETCS Language โดยที่พนักงานในแผนกของข้าพเจ้า จะต้องทำการศึกษาและทำความเข้าใจถึงข้อกำหนดที่ถูกกำหนดโดยกลุ่ม UNISIG ที่เรียกว่า ERTMS/ETCS - Class 1, System Requirements Specification ที่ประกอบไปด้วย 8 บท (แต่บทที่ 6 ได้ถูกยกเลิกไปแล้ว) ดังนี้

- บทที่1 เป็นบทนำ (Introduction)
- บทที่ 2 เป็นบทที่กล่าวถึงรายละเอียดเบื้องต้นของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ (Basic System Description)
- บทที่ 3 เป็นบทที่กล่าวถึงหลักของการทำงานของระบบ (Principles)
- บทที่ 4 กล่าวถึงสถานะ การทำงาน (Mode) ของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ และการเปลี่ยนสถานะ (Transitions)
- บทที่ 5 กล่าวถึงขั้นตอนการทำงาน (Procedures)
- บทที่ 6 (ยกเลิก)
- บทที่ 7 กล่าวถึง ERTMS/ETCS Language
- บทที่ 8 กล่าวถึงรายละเอียด (Messages) ของ ERTMS/ETCS Language

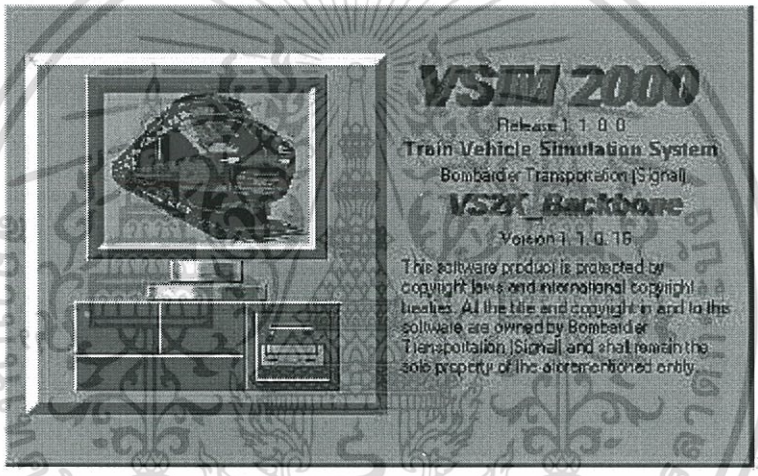
และในส่วนขององค์กรของข้าพเจ้าจะมีเครื่องมือ หรือระบบที่ใช้ในการทดสอบการส่งผ่านข้อมูลติดต่อสื่อสารกันระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟกับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ ที่เรียกว่า Vehicle Simulator (VSIM) แต่จะเป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อทำการทดสอบโปรแกรมที่ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานของข้าพเจ้า กับระบบอุปกรณ์ที่เป็นระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์รถไฟจริงๆ ที่เรียกว่า System Test ก่อนที่จะทำการส่งต่อโปรแกรมไปใช้กับรถไฟจริง ที่เรียกว่า Field Test แล้วส่งให้กับลูกค้าต่อไป ซึ่งจะเป็นระบบที่ยุ่งยากที่พนักงานในองค์กรของข้าพเจ้า และบุคคลที่สนใจจะทำการศึกษาและทำการเข้าใจที่เกี่ยวกับ ERTMS/ETCS Language

3.2 รูปแบบ และขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม VSIM

เนื่องจากที่โปรแกรม VSIM ที่ใช้อยู่ในหน่วยงานของข้าพเจ้าได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการทำ System Test โดยจะมีรายละเอียดคร่าวๆ ดังต่อไปนี้

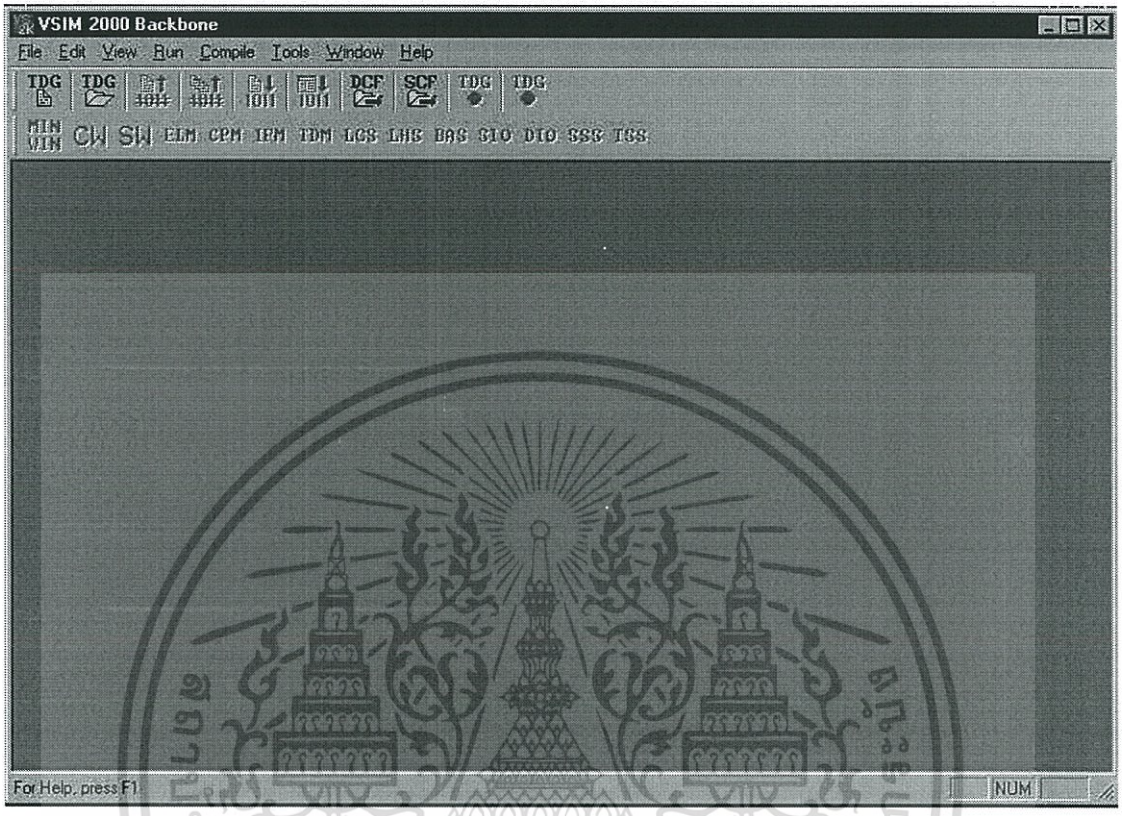


รูปที่ 3.1 แสดงสัญลักษณ์ของโปรแกรม VSIM ที่ใช้อยู่

โดยที่โปรแกรม VSIM นี้ จะทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งหลังจากที่เราทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ กับคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรม VSIM ติดตั้งอยู่ แล้วทำการเรียกใช้ โปรแกรม VSIM จะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรม VSIM ที่จอภาพของคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

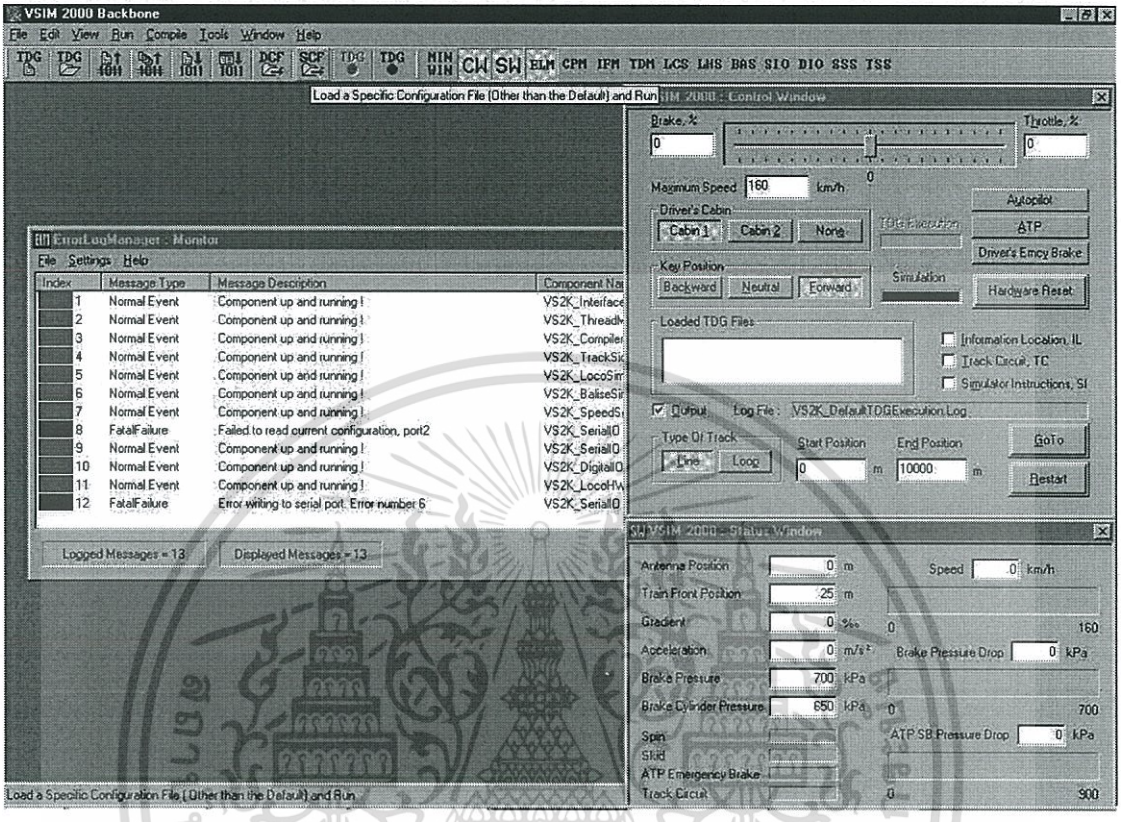
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.



รูปที่ 3.2 แสดงถึงหน้าต่างหลักของโปรแกรม VSIM

จากนั้นผู้ใช้จะต้องทำการเรียกแฟ้มข้อมูลที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับการปรับตั้งค่าตัวแปรต่างๆ ช่องทางการเชื่อมต่อต่างๆ ระหว่าง VSIM คอมพิวเตอร์กับระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ ที่เรียกว่า Configuration File ดังแสดงในรูปที่ 3.3

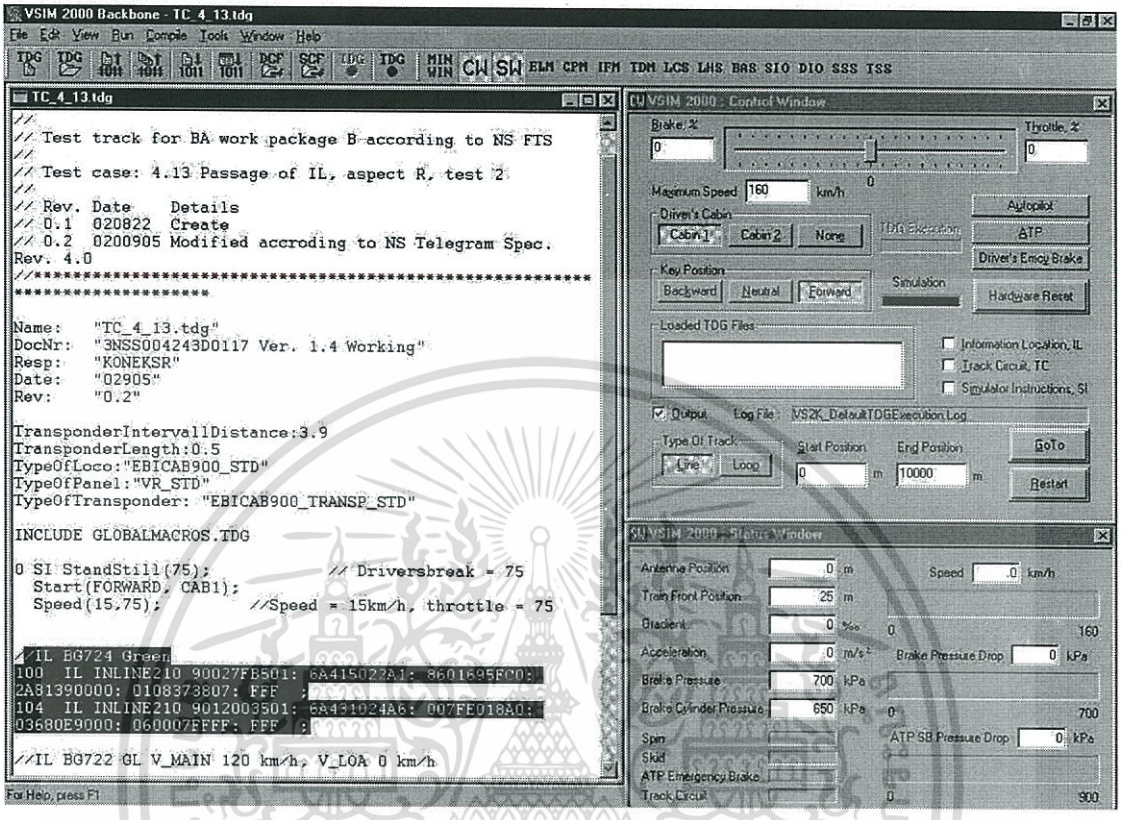
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมที่ผู้ใช้เรียก Configuration File แล้ว

ต่อจากนั้นผู้ใช้จะต้องทำการเรียกแฟ้มข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลในการจำลอง ตำแหน่งและข้อมูลของอุปกรณ์สื่อสารที่ติดตั้งบนรางรถไฟ ที่เรียกว่า TDG File ที่เตรียมไว้แล้วขึ้นมาใช้กลับโปรแกรม VSIM ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลที่จะทำการส่งจากอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่บนรางรถไฟจะอยู่ในรูปของเลขฐาน 16 ดังแสดงในรูปที่ 3.4 แล้วผู้ใช้ถึงจะเริ่มใช้งานโปรแกรม VSIM ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม VSIM ที่ทำการเรียก TDG File แล้ว

และเมื่อผู้ใช้ทำการเตรียมการในการใช้โปรแกรมตามที่กล่าวมาแล้ว โปรแกรมก็จะพร้อมสำหรับการใช้งาน แต่เวลาที่ที่ผู้ใช้จะต้องทำการติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ ก็จะใช้อุปกรณ์ที่ใช้อยู่จริงบนรถไฟและต้องใช้โปรแกรมจริงที่จะนำไปใช้กลับรถไฟด้วย อีกทั้งเมื่อผู้ใช้ต้องการทราบสถานะ หรือข้อมูลความผิดพลาดของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟหรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมอื่นๆ ก็จะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อีกตัว นำมาเชื่อมต่อเข้ากับระบบรถไฟเพื่อทำหน้าที่ในการตรวจสอบ (Monitor) สถานะ และการทำงานของระบบ

3.3 ปัญหาที่พบในระบบปัจจุบัน

จากการเข้าไปศึกษา และทำการใช้งานจริงในระบบปัจจุบัน ที่เรียกว่า VSIM สามารถสรุปปัญหาได้ดังนี้

1. ผู้ใช้งาน VSIM จะต้องทำการสร้างแฟ้มข้อมูล ที่เรียกว่า TDGB File ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลที่เป็นแบบจำลองตำแหน่งของอุปกรณ์สื่อสารและข้อมูลที่อยู่บนรางรถไฟ ตามที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดใน ERTMS/ETCS - Class 1, System Requirements Specification (สามารถดูรายละเอียดได้ที่ ภาคผนวก ข) จากนั้นจะต้องทำการแปลงข้อมูลในแฟ้มข้อมูล TDGB File ที่สร้างไว้ให้เป็นข้อมูลแบบเลขฐาน 16 แล้วสร้างเป็นแฟ้มข้อมูล ที่เรียกว่า TDG File จากนั้นถึงจะสามารถนำไปใช้กับโปรแกรม VSIM ได้ ดังแสดงไว้ในข้อที่ 4 และข้อที่5 ของภาคผนวก ก

2. เวลาที่ผู้ใช้งานโปรแกรม VSIM จะไม่สามารถเข้าใจได้ว่า โปรแกรมทำการอ่านข้อมูลอะไรจาก แฟ้มข้อมูล TDG File ได้เพราะเป็นข้อมูลแบบเลขฐาน 16
3. ในกรณีของการใช้งานโปรแกรม VSIM จำเป็นจะต้องต่อเชื่อมกับอุปกรณ์จริง เพราะได้ถูกออกแบบในการทำ System Test จึงมีข้อจำกัดในการใช้งาน และการจัดเตรียมระบบ โดยเฉพาะผู้ใช้จำเป็นจะต้องทำการ ติดตั้งโปรแกรมต่างที่ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์รถไปให้ถูกต้องก่อน ดังแสดงไว้ในข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ของภาคผนวก ก
4. ในการใช้งานโปรแกรม VSIM จะประกอบด้วยคอมพิวเตอร์หลายตัว และอุปกรณ์อื่นอีกหลายอย่าง ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณมากในการที่จะทำการสร้างระบบ VSIM ขึ้นมาใช้ ดังแสดงไว้ในข้อที่ 3 ของภาคผนวก ก

3.4 ความต้องการของผู้ใช้ระบบ

เพื่อให้ได้ระบบที่มีความถูกต้องตามวัตถุประสงค์ และตรงกับความต้องการของผู้ใช้ จึงได้สรุปความต้องการของผู้ใช้ได้ดังนี้

1. ผู้ใช้งานต้องการระบบที่งานต่อการเรียนรู้และใช้งาน ดังนั้นระบบที่จะทำการพัฒนาขึ้นมาจะต้องสามารถนำแฟ้มข้อมูล ที่ใช้เป็นแบบจำลองตำแหน่งของอุปกรณ์สื่อสารและข้อมูลที่อยู่บนรางรถไฟ ตามที่กำหนดใน ERTMS/ETCS - Class 1, System Requirements Specification ซึ่งง่ายต่อการสร้างและเข้าใจได้ โดยไม่จำเป็นจะต้องทำการแปลงข้อมูลในแฟ้มข้อมูลให้เป็นข้อมูลแบบเลขฐาน 16
2. เวลาที่ผู้ใช้ใช้งานระบบที่จะทำการพัฒนาขึ้นมา ระบบใหม่นี้จะต้องมีการแสดงผลให้แก่ผู้ใช้ในกรณีที่มีการส่งผ่านข้อมูลมาให้กับระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้มีความเข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานได้โดยง่าย
3. ระบบใหม่ที่ทำการพัฒนาขึ้นมานี้ จะต้องสามารถทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์ (PC) เพียงแค่ตัวเดียว และง่ายต่อการเตรียมการเพื่อใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งาน หรือพนักงานในองค์กรของข้าพเจ้าจะสามารถทำการศึกษา ทำความเข้าใจ และใช้งาน ได้โดยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระบบใหม่ที่ทำการพัฒนาขึ้นมานี้ ไม่น่าจะต้องมีการทำการเชื่อมต่อกับระบบ หรืออุปกรณ์จริง และโปรแกรมจริง ซึ่งหมายความว่าระบบที่ทำการพัฒนานี้จะต้องสามารถทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์ (PC) เพียงแค่ตัวเดียว ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบนี้ขึ้นมาก เพราะไม่จำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การนำเสนอระบบใหม่

จากการที่ได้ศึกษาระบบงานปัจจุบันพบว่า การใช้งาน VSIM มีความยุ่งยาก ซับซ้อน และมีข้อจำกัดในการใช้งานอยู่หลายอย่างดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ซึ่งยากต่อการศึกษา ทำความเข้าใจ และใช้งาน เกี่ยวกับ ERTMS/ETCS Language ข้าพเจ้าจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาและจัดทำระบบใหม่ขึ้นมา เพื่อเป็นประโยชน์ต่อพนักงานในหน่วยงานของข้าพเจ้า และองค์กร ข้าพเจ้าจึงทำการวิเคราะห์ ออกแบบ และทำการพัฒนาระบบขึ้นมาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 การดำเนินงานของระบบใหม่

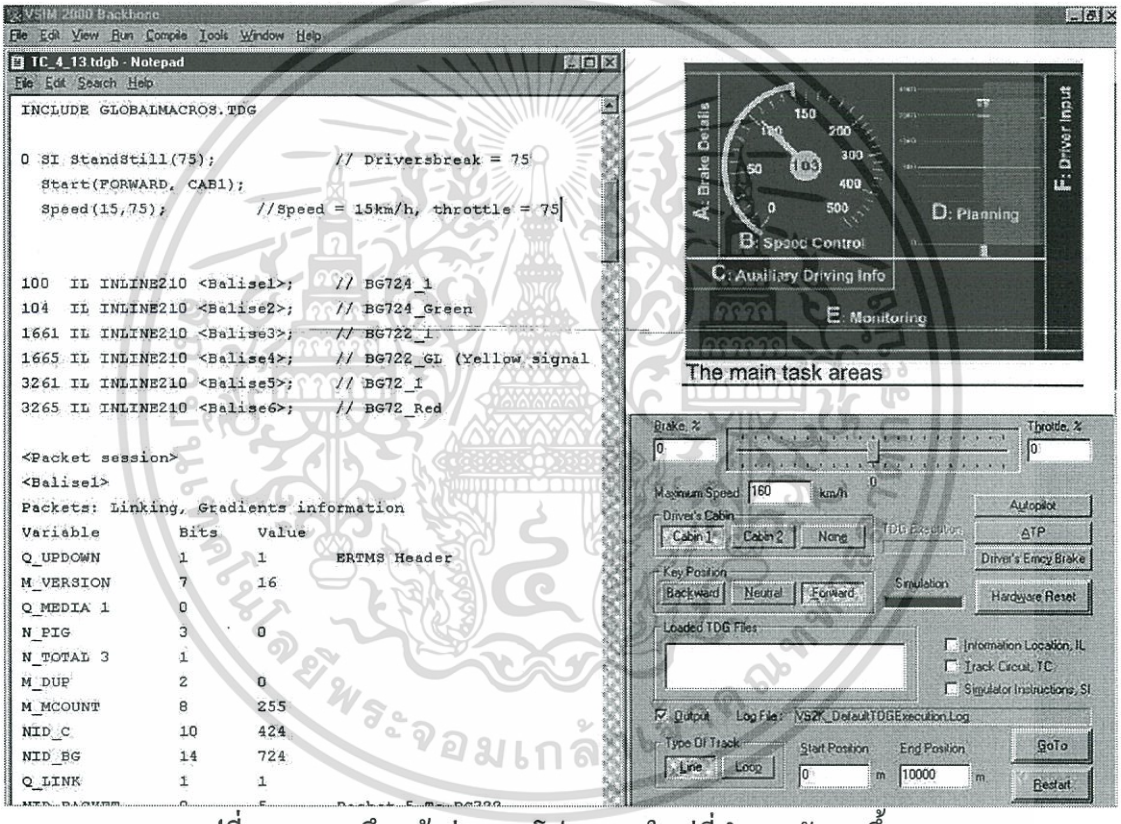
ขั้นตอนของการทำงานของระบบใหม่ จะเป็นการใช้งานที่งานกว่าระบบเดิม โดยที่โครงงานของข้าพเจ้าจะทำการจำลองการทำงานทุกอย่างของระบบคอมพิวเตอร์รถไป และอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว โดยไม่จำเป็นที่ผู้จะต้องทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ใช้จริงบนรถไฟ และจะมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ผู้ใช้ทำการสร้างแฟ้มข้อมูลสำหรับใช้จำลองตำแหน่ง และข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่บนรางรถไฟ หรือที่เรียกว่า TDGB File ตามข้อกำหนดของ ERTMS/ETCS - Class 1, System Requirements Specification บทที่ 7 และ 8
2. ทำการเรียกใช้งานโปรแกรม แล้วที่หน้าจอขอเครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงหน้าต่างของโปรแกรม โดยที่ในหน้าต่างของโปรแกรมจะประกอบด้วย

- หน้าต่างที่จำลองอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารระหว่างพนักงานขับรถไฟและคอมพิวเตอร์รถไฟ หรือที่เรียกว่า Man Machine Interface (MMI หรือ Driver MMI) และจะมีส่วนที่แสดงถึงข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่บนรางและสถานะของคอมพิวเตอร์รถไฟด้วย รวมไปถึงความเร็วสูงสุดที่สามารถขับได้ ดังแสดงที่มุมบนขวามือของรูปที่ 4.1
- หน้าต่างที่อยู่บริเวณมุมล่างขวามือของรูปที่ 4.1 แสดงถึงหน้าต่างที่ทำการจำลองอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช่ในการขับเคลื่อนรถไฟ รวมไปถึงจะทำการจำลองตำแหน่ง และความเร็วของรถไฟในขณะนั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้นผู้ใช้ก็จะทำการเรียกแฟ้มข้อมูล TDGB File ที่ทำการเตรียมไว้ขึ้นมาใช้งาน ดังแสดงในหน้าต่างทางด้านซ้ายมือของโปรแกรม
4. ขณะที่ผู้ใช้ทำการใช้งานอยู่ก็จะการติดต่อกับคอมพิวเตอร์รถไฟผ่านทาง Driver MMI รวมไปถึงข้อมูลต่างๆ ที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์รถไฟด้วย
5. เมื่อผู้ใช้ ทดลองใช้งานกับ TDGB File ที่มีอยู่เรียบร้อยแล้ว ก็สามารถเปลี่ยนไปทดลองใช้งาน หรือเรียนรู้โดยทำการเลือก TDGB File ตัวอื่นๆ ได้ตามที่ต้องการ

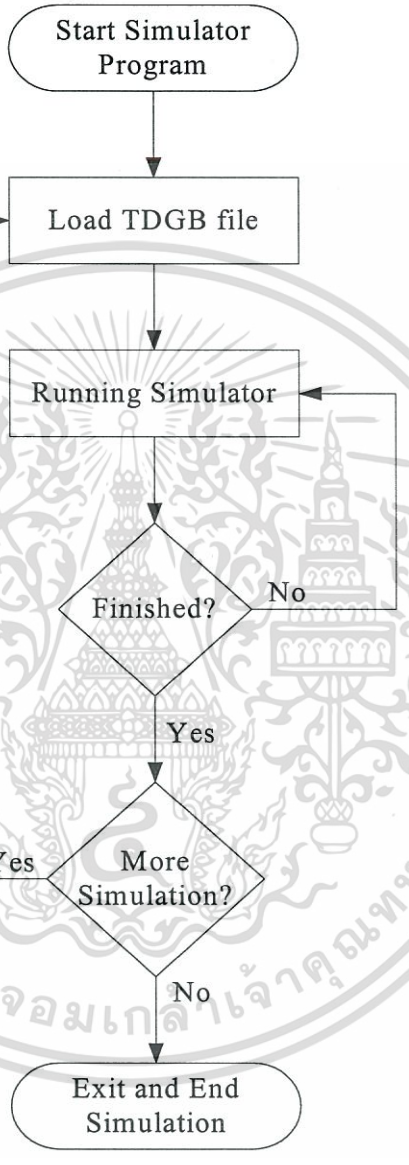


รูปที่ 4.1 แสดงถึงหน้าต่างของโปรแกรมใหม่ที่ทำการพัฒนาขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 Process Flow Diagram / Flow Chart

รูปที่ 4.2 แสดงถึงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมใหม่ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น



รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ทำการพัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การจัดสร้างระบบงานใหม่

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดสร้างระบบงานใหม่

5.1.1 โปรแกรมระบบปฏิบัติการ

Microsoft Windows

5.1.2 เครื่องมือในการสร้างและพัฒนาโปรแกรม

การจัดสร้างและพัฒนาระบบนี้ โดยพื้นฐานและความต้องการในการใช้งานระบบแล้ว สามารถสร้างได้โดยการทำการพัฒนาด้วย Visual Basic หรือ Flash ก็ได้ ซึ่งจัดว่าเป็นภาษาที่เขียนได้โดยง่าย ไม่มีความซับซ้อนมากนัก

แต่ Visual Basic จะสามารถตอบสนองการพัฒนาให้ได้ตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้ ไม่ว่าจะเป็น User Requirement และ User Interface ได้ดีกว่า Flash ส่วน Flash จะมีข้อดีที่ทำให้รูปร่างหน้าตาของโปรแกรมดูเสมือนจริงมากกว่า Visual Basic

ดังนั้นจากการศึกษาความเป็นไปได้ของเครื่องมือที่จะใช้พัฒนาระบบ ทั้งข้อดีและข้อเสียจากทั้ง Visual Basic และ Flash แล้ว ทางด้านความเห็นของข้าพเจ้าจึงเลือก Visual Basic ในการทำการพัฒนาระบบงานนี้

5.2 ขอบเขตของการทำงานของระบบงานใหม่

เนื่องจากระบบที่ทำการพัฒนาขึ้นมานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับ ERTMS/ETCS Language และตั้งใจเพื่อให้สามารถทำงานด้วยคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว จึงมีข้อจำกัดบางประการที่ระบบนี้ไม่สามารถแสดงได้ตามมาตรฐานของ ERTMS/ETCS - Class 1, System Requirements Specification อาทิเช่น

- สถานะในการทำงานของระบบควบคุมรถไฟอัตโนมัติ (ATC Mode) จะมีเพียง Staff Responsible Mode, Full Supervision Mode และ System Failure Mode
- ระบบนี้จะทำการจำลองเฉพาะการทำงานในระดับของ ERTMS/ETCS Level 1 เท่านั้น เพราะใน ระดับ 2 และ 3 จะมีความแตกต่างเฉพาะอุปกรณ์ที่ใช้สื่อสารกับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์รถไฟ และการนำเอาระบบควบคุมรถไฟอัตโนมัติเท่านั้น ส่วนเนื้อหาของ ERTMS/ETCS Language จะเหมือนกันทุกระดับ

- ระบบที่ทำการพัฒนาจะไม่ครอบคลุม ERTMS/ETCS Language ตามมาตรฐานยุโรปทั้งหมด เนื่องจากในบ้างส่วนของ ERTMS/ETCS Language นั้นทางบริษัทของข้าพเจ้ายังคงทำการวิจัย และพัฒนาให้ใกล้เคียงกับมาตรฐานให้มากที่สุด เนื่องจากมาตรฐานนี้มาจากการรวมกลุ่มกันขึ้นมา จะทำให้ยากที่แต่ละบริษัทจะสามารถทำการพัฒนาระบบให้สามารถรองรับตามมาตรฐานได้ 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ผลการดำเนินงาน

ระบบจำลองการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ กับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ ตามมาตรฐานยุโรป ที่ทำการพัฒนาขึ้นมานี้ เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้และฝึกอบรมพนักงานในองค์กรที่ต้องการเรียนรู้ในเกี่ยวการศึกษาภาษาที่ใช้สื่อสารกันระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ กับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ

6.1 การใช้งานระบบ

ความต้องการของระบบ

- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานระบบปฏิบัติการ Windows 95 ขึ้นไป หรือ Windows NT Workstation 4.0 (Service Pack 3 recommended) ขึ้นไป
- มีตัวประมวลผลเป็น Pentium เป็นอย่างน้อย
- มีหน่วยความจำ 16 MB เป็นอย่างน้อย สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows หรือ 32 MB สำหรับระบบปฏิบัติการ NT
- VGA หรือ จอแสดงผลแบบที่มีความละเอียดการแสดงผลที่สูงกว่า และสามารถใช้งานกับ Microsoft Windows ได้
- เมาส์ และ/หรือ อุปกรณ์อื่นๆ

6.2 โครงสร้างของระบบที่ทำการพัฒนา

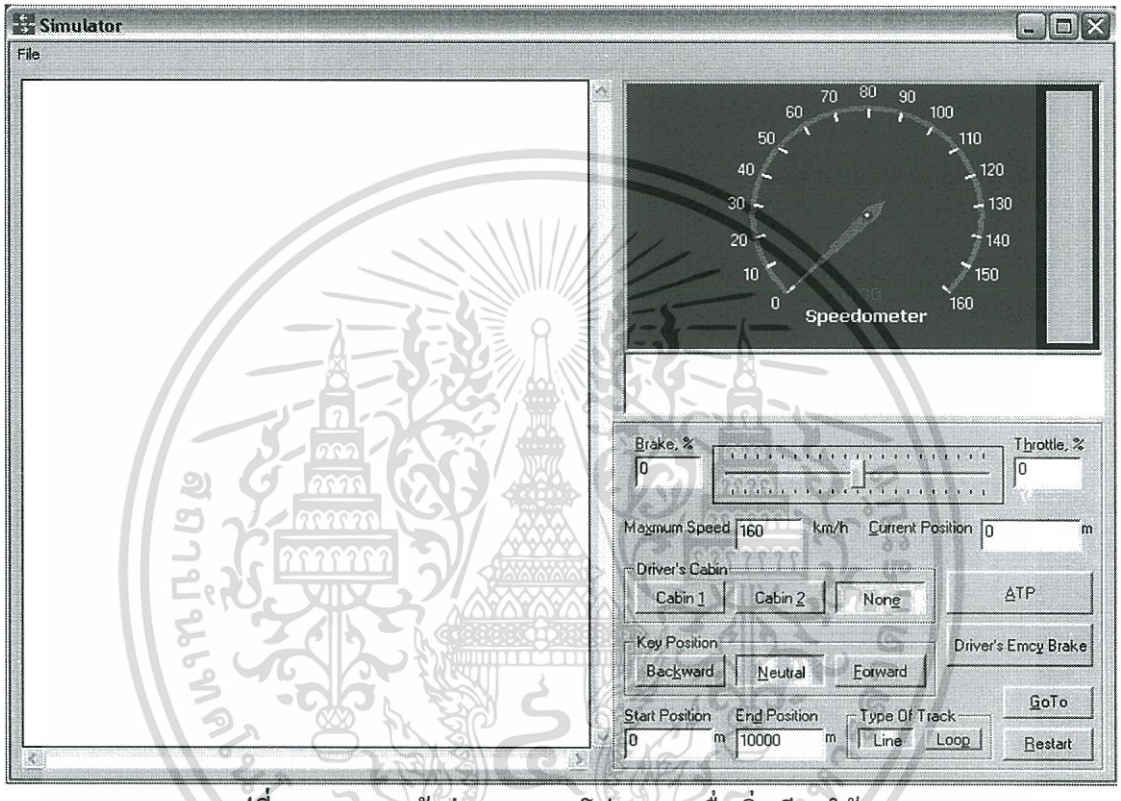
ลักษณะโครงสร้างของระบบที่จัดทำขึ้นประกอบด้วย

- ส่วนที่เป็นโปรแกรมหลัก ที่ทำหน้าที่ในการจำลองการทำงานของรถไฟ
- ส่วนที่ผู้ใช้ ใช้ในการควบคุม-ขับเคลื่อนรถไฟ สำหรับผู้ใช้ ใช้ในการขับรถไฟ
- ส่วนที่ทำการจำลองการวางข้อมูลบนรางรถไฟ (*.tdgb file) ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงานของระบบ

เมื่อเริ่มทำการใช้งานระบบ โดยทำการเริ่มจากการเรียกใช้งาน ESIM.exe ก็จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แสดงหน้าต่างแรกของโปรแกรมเมื่อเริ่มเรียกใช้งาน

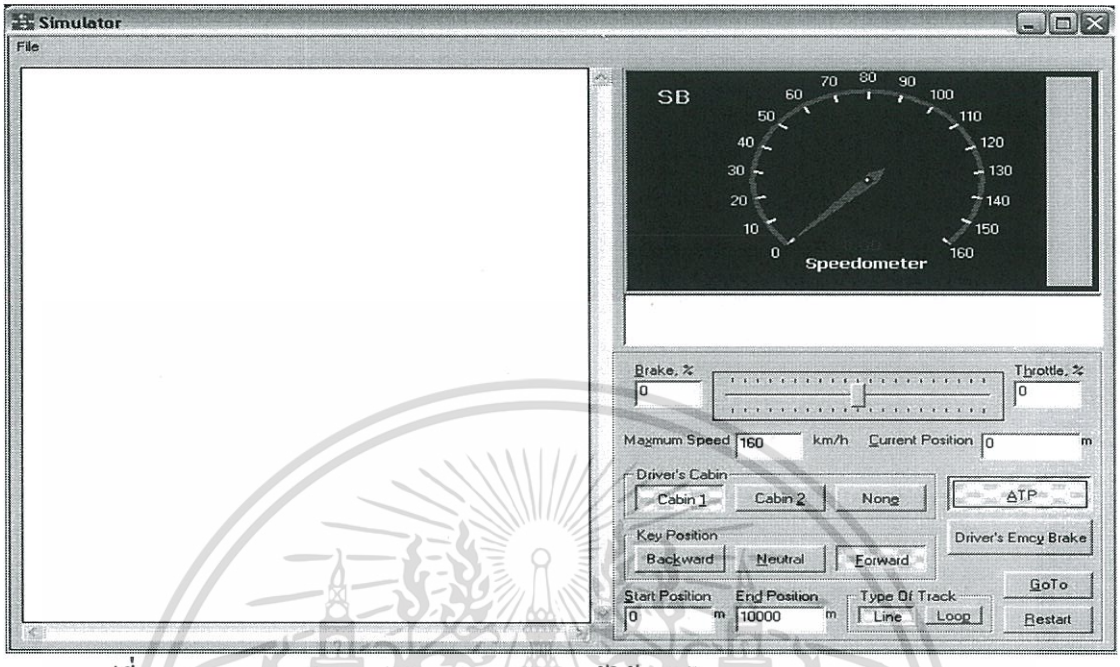
เมื่อหน้าต่างโปรแกรมแสดงขึ้นมา ผู้ใช้สามารถทดลองใช้งาน โดยที่จะทำการเปิดแฟ้มข้อมูลที่ทำการจำลองการวางข้อมูลบนรางรถไฟ ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับรถไฟ (*.tdgb file) หรือไม่ก็ได้ แต่ผู้ใช้จะสามารถเริ่มขับรถไฟได้ก็ต่อเมื่อ

1. ผู้ใช้ทำการ กดปุ่ม “ATP” เพื่อทำการเปิดระบบควบคุมรถไฟ หรือที่เรียกว่า ระบบ Automatic Train Protection (ATP)

2. จากนั้นผู้ใช้จะต้องทำการเลือกว่าจะใช้หัวรถไฟด้านใดเป็นตัวขับเคลื่อน ที่บริเวณกรอบของ Driver’s Cabin ว่าเป็น Cabin 1 หรือ Cabin 2 และทำการเลือกทิศทางการขับรถว่าจะขับไปข้างหน้า (Forward) หรือ ถอยหลัง (Backward)

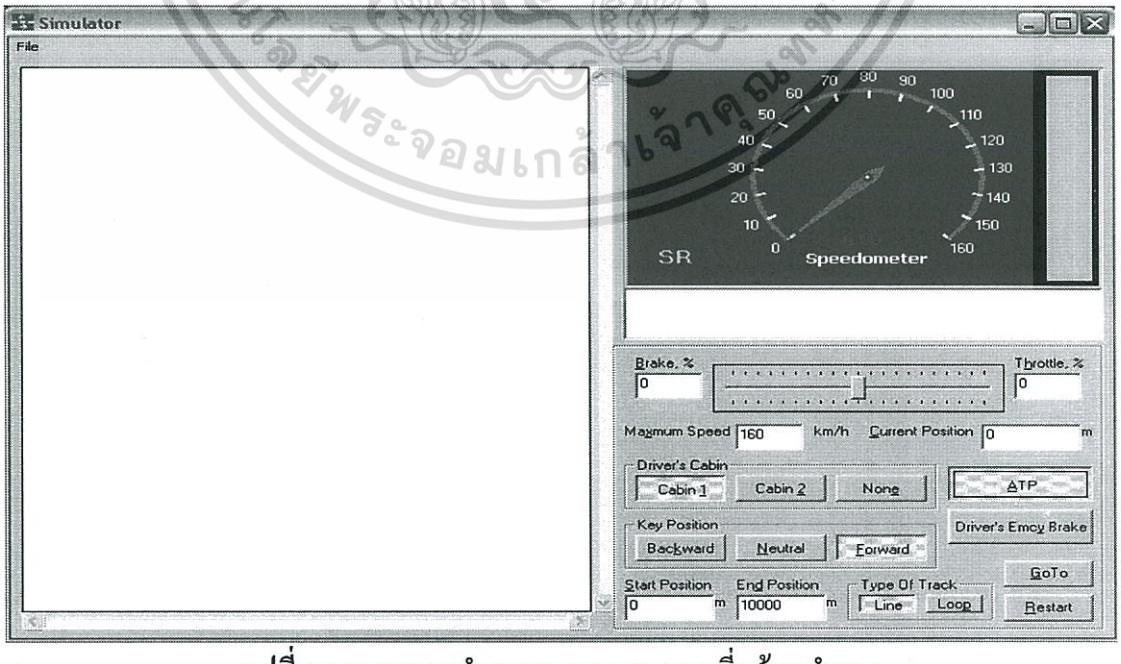
3. เมื่อ ผู้ใช้ทำการ กดปุ่ม “ATP” แล้วทำการเลือก Driver’s Cabin และ Key Position ระบบ ATP จะทำการเบรกรถ โดยที่แสดงสัญลักษณ์ “EB” เพื่อป้องกันไม่ให้รถเคลื่อน-ไหล ดังรูปที่ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2 แสดงการทำงาน ของ ATP หลังจากผู้ใช้ กดปุ่ม ATP, Cabin 1 และ Forward

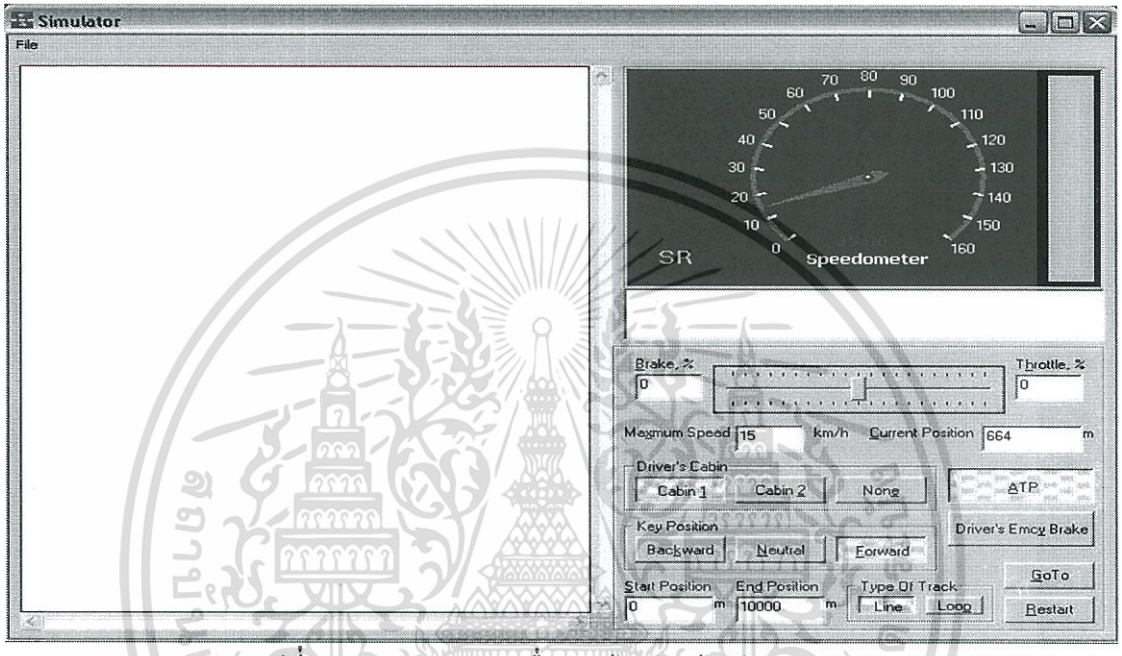
4. ผู้ใช้ต้องทำการกดปุ่ม SB เพื่อทำการคลายเบรก ถึงจะสามารถทำการขับเคลื่อนรถไฟได้ ดั้งรูปที่ 6.3 และสัญลักษณ์ SR (Staff Responsible Mode) แสดง เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่า เป็นการขับรถไฟ โดยที่พนักงานขับเป็นผู้รับผิดชอบ และจะสามารถขับได้เร็วไม่เกิน 15 กม/ชม



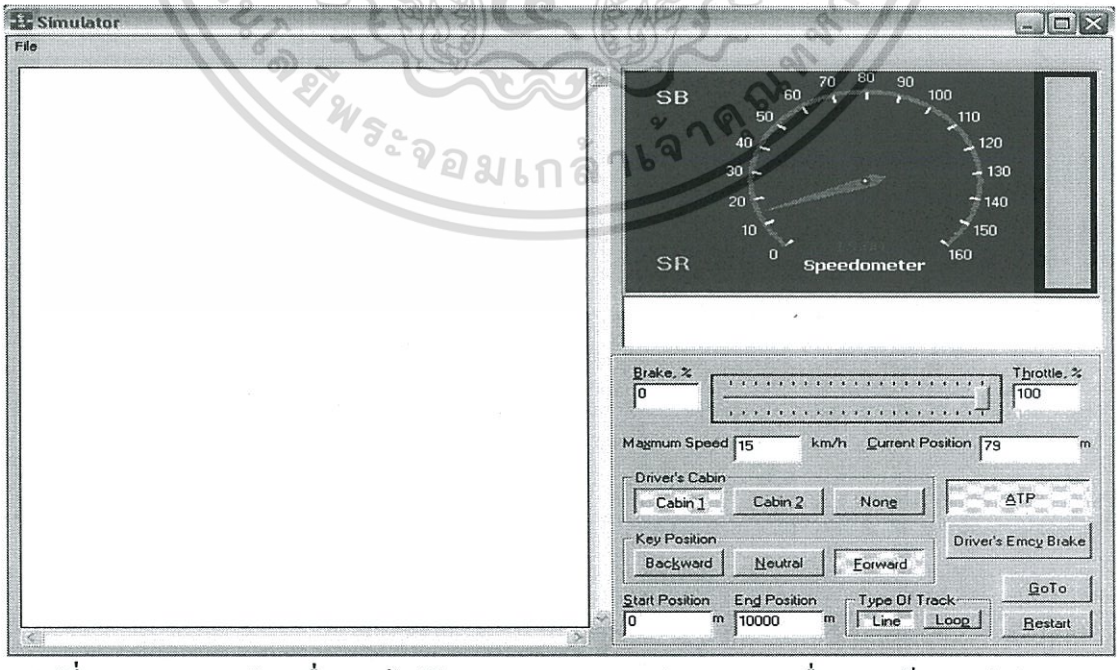
รูปที่ 6.3 แสดงการทำงานของระบบ ATP ที่พร้อมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผู้ใช้สามารถเริ่มขับรถไฟได้ โดยทำการเลื่อน Slide Bra ไปทาง Throttle และสามารถลดความเร็ว โดยทำการเลื่อน Slide Bar ไปทาง Brake และระบบ ATP จะทำการควบคุมความเร็วในการขับรถไฟไม่ให้เกินกว่าความเร็วที่กำหนดได้ ดังแสดงในรูปที่ 6.5



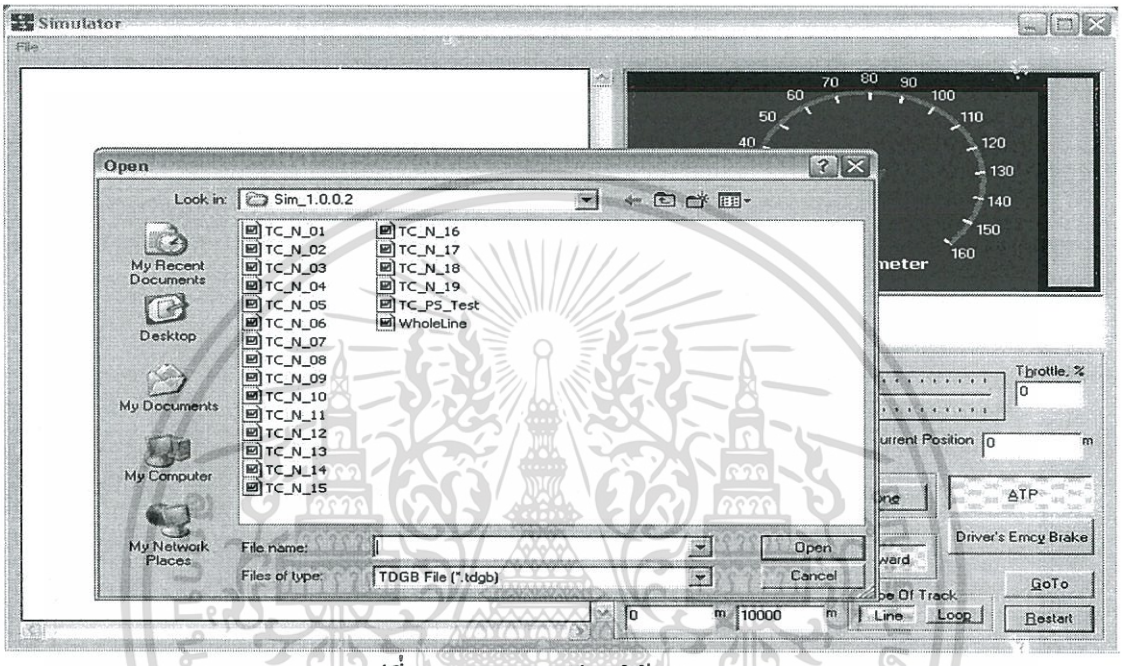
รูปที่ 6.4 แสดงการขับเคลื่อนรถไฟ โดยไม่มี *.tdgb file



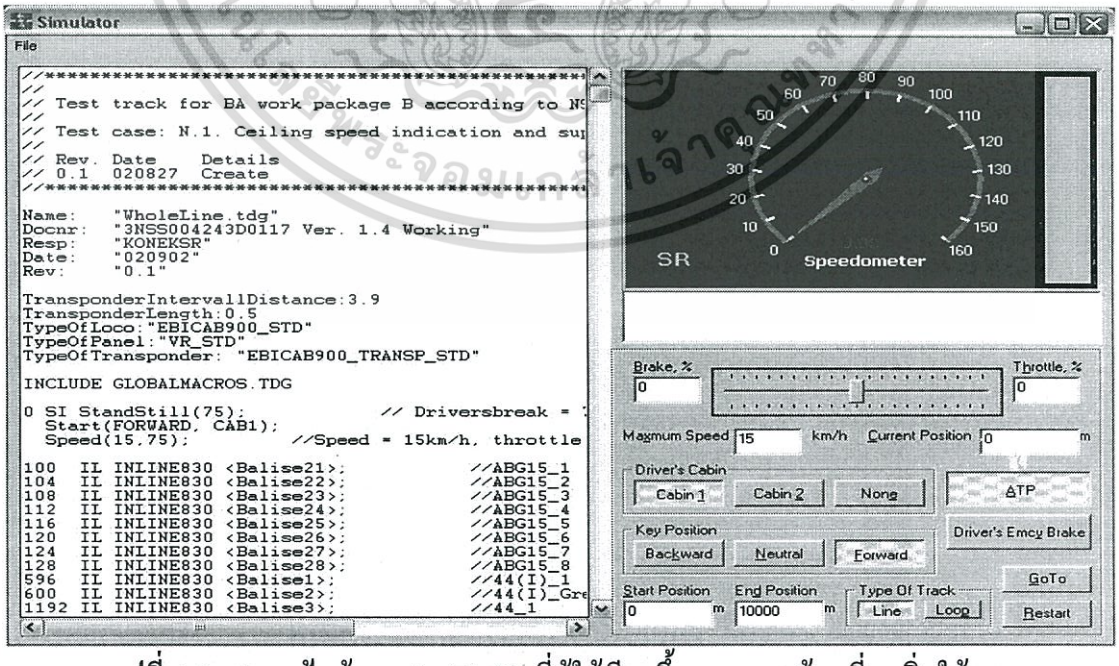
รูปที่ 6.5 แสดงการขับเคลื่อนรถไฟ โดย ระบบ ATP จะทำการเบรก เมื่อความเร็วสูงกว่ากำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ในการทดลองเรียนรู้กับระบบนี้ ก็คือการใช้งานระบบ ร่วมกับแฟ้มข้อมูลที่ทำการจำลองการวางข้อมูลบนรางรถไฟ ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับรถไฟ (*.tdgb file) โดยที่ผู้ใช้จะต้องทำการเรียกใช้แฟ้มข้อมูล *.tdgb file ที่เตรียมเอาไว้ ขึ้นมาก่อน ดังรูปที่ 6.6



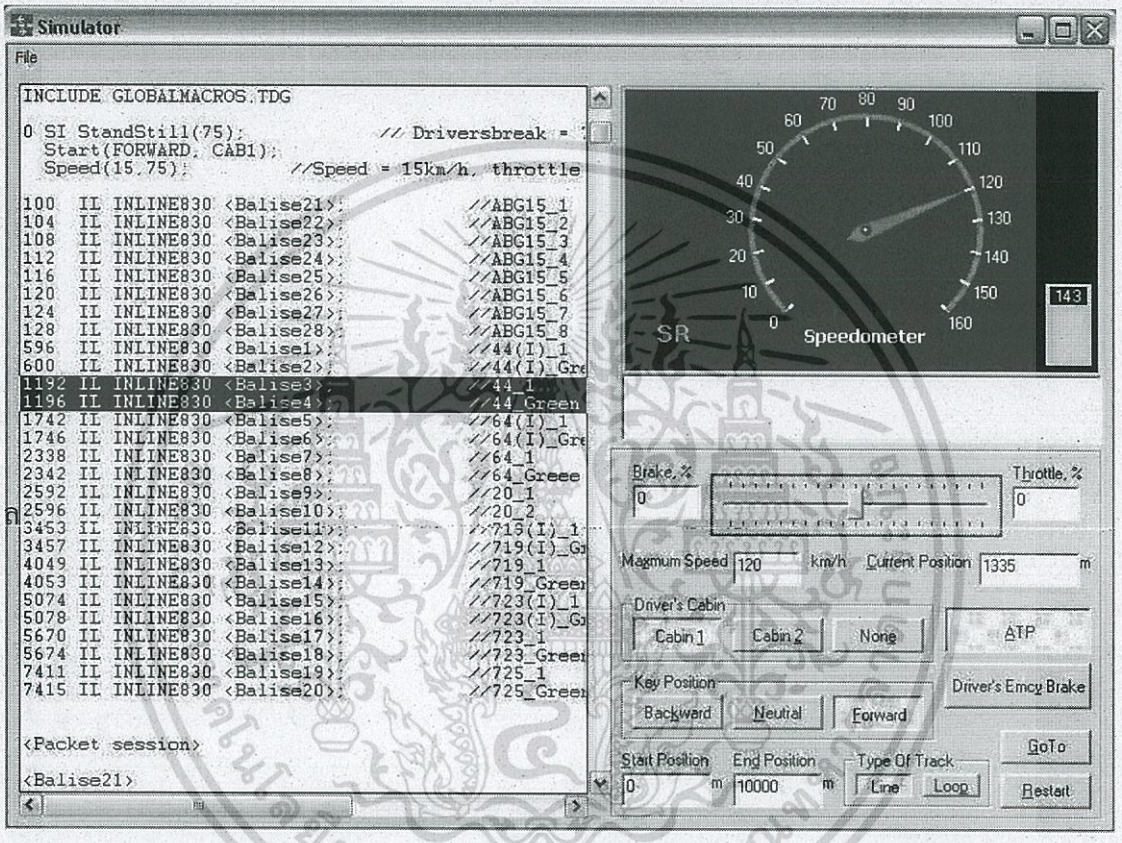
รูปที่ 6.6 แสดงการเรียกใช้ *.tdgb file



รูปที่ 6.7 แสดงแฟ้มข้อมูล *.tdgb file ที่ผู้ใช้เรียกขึ้นมา และพร้อมที่จะเริ่มใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จากนั้นเมื่อผู้ใช้ทำการขับรถไฟ ไปถึงจุดที่มีข้อมูลจาก Balise ระบบแสดงข้อมูลให้ผู้ใช้ทราบว่า ได้รับข้อมูลอะไร (Packet Number อะไร) และได้รับจาก Balise Group อะไร ดังแสดงในรูปที่ 6.8



รูปที่ 6.8 แสดงการทำงานของระบบเมื่อได้รับขอมูลจากรางรถไฟ

นอกจากนั้น เมื่อระบบได้รับข้อมูลสำหรับใช้ควบคุมรถไฟ จาก Balise จนครบอย่างน้อย 4 Packet ที่ประกอบไปด้วย

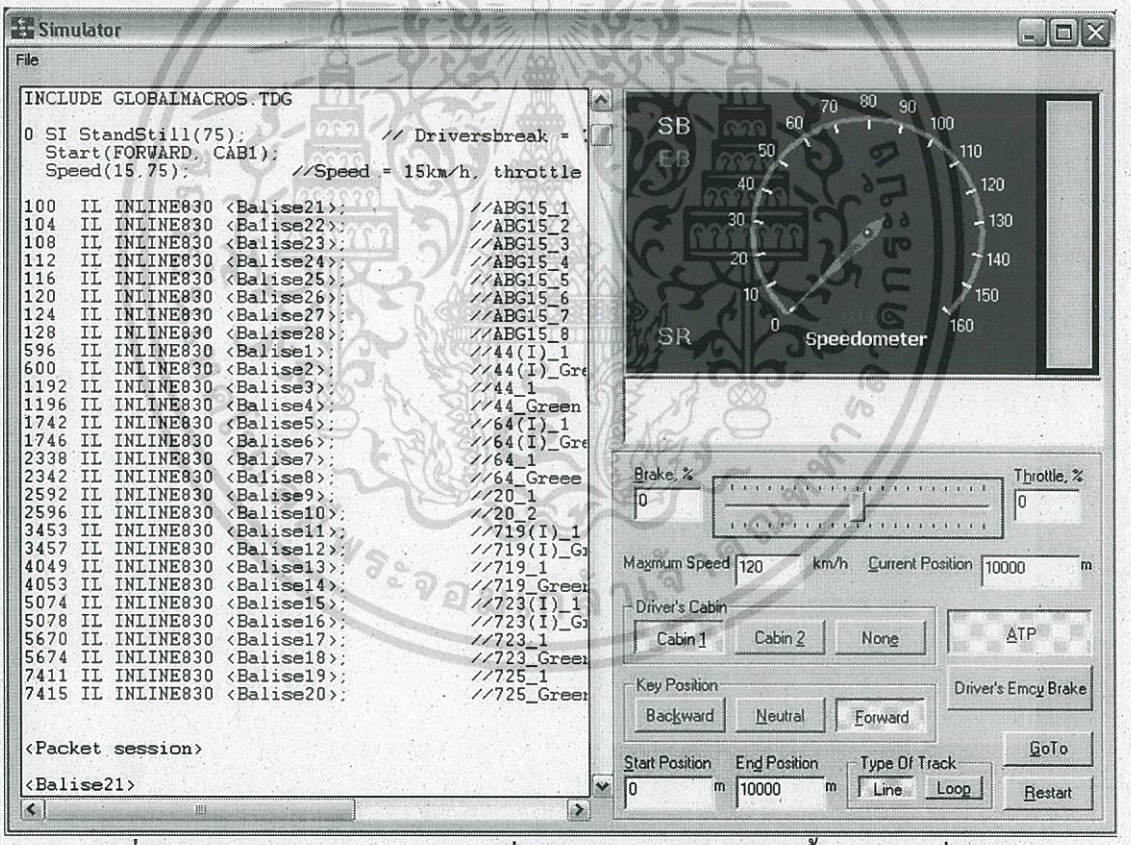
- Packet Number 5 : Linking
- Packet Number 12 : Level 1 Movement Authority
- Packet Number 21 : Gradient Profile และ
- Packet Number 27 : International Static Speed Profile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ ก็จะทำการปรับการขับเคลื่อนรถไฟโดยอัตโนมัติ ไปที่ FS Mode (Full Supervision Mode) โดยระบบจะทำการควบคุมความเร็วสูงสุด ระยะทางยาวที่จะสามารถพบ Balise Group ตัวต่อไปที่ระยะทางเท่าใด และ Balise Group กลุ่มต่อไปเป็นหมายเลขอะไร

8. ผู้ใช้สามารถเลือกการทำงานของระบบได้ว่าจะให้เป็นแบบไหน โดยเลือกจากการกดปุ่ม "Line" หรือ "Loop" ที่อยู่ในกรอบของ Type Of Track

- เมื่อผู้ใช้เลือก "Line" จะเป็นการเลือกใช้ชนิดของรางรถไฟเป็นแบบเส้นตรง โดยที่ระยะของรางรถไฟแบบนี้ จะเริ่มจากตำแหน่งที่กำหนดในกรอบใต้ "Start Position" และระยะทางจะสิ้นสุดที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในกรอบใต้ "End Position" ดังแสดงในรูปที่ 6.9



รูปที่ 6.9 แสดงการทำงานของระบบเมื่อผู้ใช้ทำการขับรถไฟจนสิ้นสุดระยะที่กำหนด

- และเมื่อผู้ใช้เลือก "Loop" จะเป็นการเลือกใช้ชนิดของรางรถไฟเป็นแบบวงกลม โดยที่ระยะของรางรถไฟแบบนี้ จะเริ่มจากตำแหน่งที่กำหนดในกรอบใต้ "Start Position" และเมื่อผู้ใช้ทำการขับเคลื่อนรถไฟไปจะถึงระยะทางจะสิ้นสุดที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในกรอบใต้ "End Position"

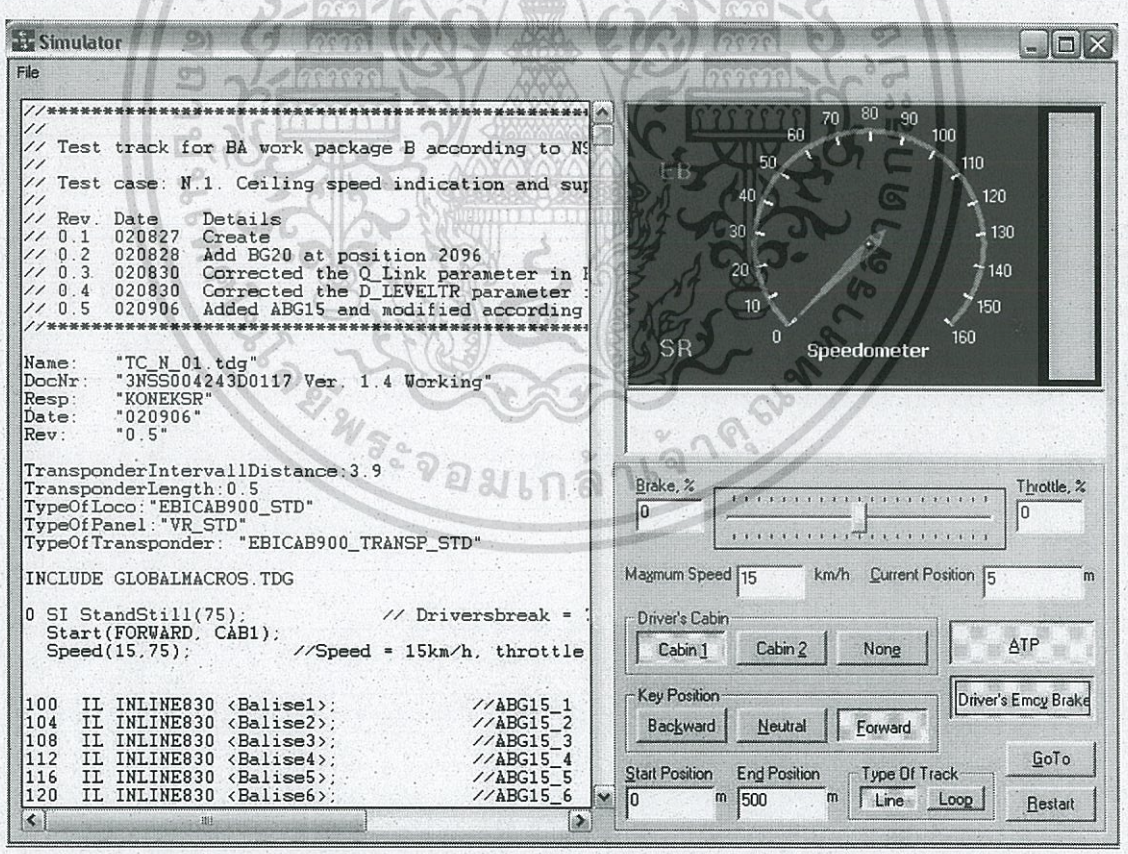
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วผู้ใช้จะสามารถขับรถไฟไปต่อได้ โดย “Current Position” ที่แสดงไว้จะวนกลับไปอีกรอบเรื่อยๆ ไป

9. เมื่อผู้ใช้ทำการกดปุ่ม “Go To” และผู้ใช้จะสามารถทำการย้าย “Current Position” ไป ณ ตำแหน่งที่ผู้ใช้ต้องการได้

11. เมื่อผู้ใช้ทำการกดปุ่ม “Restart” ระบบจะทำการหยุดรถไฟจนมีความเร็วเท่ากับ 0 และทำการปรับค่า “Current Position” ไปตามที่กำหนดไว้ที่ “Start Position”

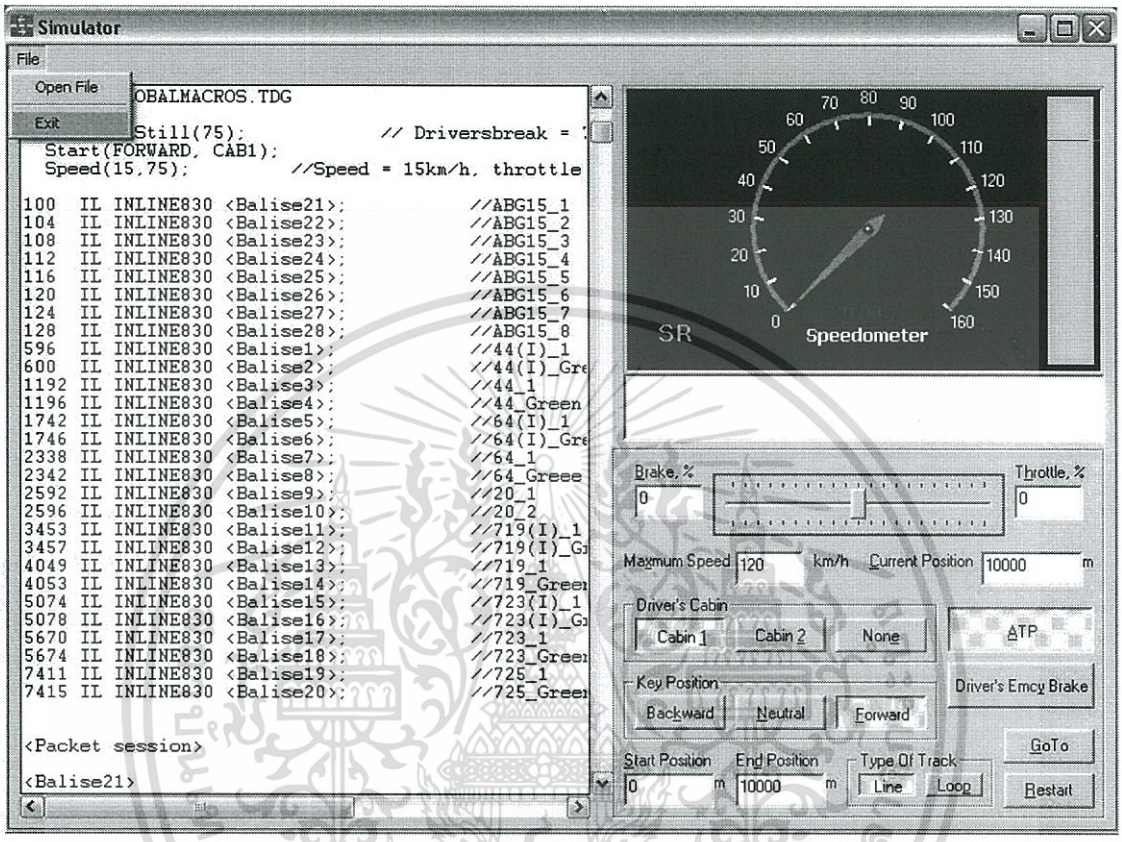
12. เมื่อผู้ใช้ทำการกดปุ่ม “Driver’s Emcy Brake” ระบบจะทำการหยุดรถไฟจนมีความเร็วเท่ากับ 0



รูปที่ 6.10 แสดงการทำงานของระบบเมื่อพนักงานขับรถกดปุ่ม “Driver’s Emcy Brake”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. เมื่อผู้ใช้สิ้นสุดการใช้งาน ก็สามารถออกจากระบบ โดยการเลือกปุ่ม Exit ที่เมนู File



รูปที่ 6.11 แสดงการทำงานของระบบเมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการพัฒนาระบบต้นแบบ

จากระบบต้นแบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา และได้ทดลองใช้งานจริง โดยทั้งตัวข้าพเจ้าเอง และในส่วนของเพื่อนร่วมงาน ได้ทำให้รู้สึกได้ว่า ระบบจำลองการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ กับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ ตามมาตราฐานยุโรปนี้ เป็นระบบที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับ ERTMS/ETCS Language และการติดต่อสื่อสารกันระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ กับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟ ได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

7.2 ข้อดีของระบบต้นแบบ

- ระบบต้นแบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาให้ง่ายต่อการใช้งาน และง่ายต่อการเรียนรู้ ของพนักงานในบริษัทของข้าพเจ้า เนื่องจากระบบเดิมที่มีอยู่จำเป็นจะต้องมีการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม และมีอุปกรณ์ต่อพ่วงไม่ว่าจะเป็น อุปกรณ์ Hardware จริง และระบบคอมพิวเตอร์ต่างๆ มาต่อเชื่อม ทำให้ยุ่งยากและใช้เวลามาก แต่ระบบที่ทำการพัฒนาขึ้นมานี้ จะเป็นระบบที่มีการทำงานเบ็ดเสร็จโดยใช้คอมพิวเตอร์เพียงชุดเดียว
- ผู้ใช้งานระบบใหม่นี้สามารถเรียนรู้ และเข้าใจได้ง่ายเนื่องจาก ระบบใหม่นี้ได้ทำการปรับปรุงรูปแบบในการเตรียมแฟ้มข้อมูลที่ใช้จำลองตำแหน่งของข้อมูลที่อยู่บนรางรถไฟ และตัวข้อมูลที่บรรจุไว้ให้ผู้สามารถอ่านได้โดยง่าย แทนที่จะเป็นแฟ้มข้อมูลที่บรรจุเลขฐาน 16 ดังระบบเดิมที่กำหนดเอาไว้
- นอกจากผู้ใช้จะได้เรียนรู้ และทำความเข้าใจ ERTMS/ETCS Language และการติดต่อสื่อสารกันระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ กับอุปกรณ์สื่อสารบนรางรถไฟแล้ว ผู้ใช้ยังสามารถเรียนรู้การทำงานของระบบป้องกัน และช่วยเตือนพนักงานขับรถไฟ จากระบบใหม่ได้ด้วย ในกรณีนี้หมายถึงผู้ใช้ยังได้เรียนรู้ในการขับรถไฟตามมาตรฐานยุโรป และการทำงานร่วมกันระหว่างพนักงานขับรถและระบบป้องกัน-ช่วยเตือนพนักงานขับรถไฟอีกด้วย
- ผู้ใช้ได้รับความรู้ในการจัดทำแฟ้มข้อมูลที่ใช้จำลองตำแหน่งของข้อมูลที่อยู่บนรางรถไฟ และความหมายของข้อมูลได้โดยง่ายกว่าระบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ด้วยตัวเอง และสามารถทำได้ทุกเมื่อที่ต้องการ อีกทั้งจะใช้งานระบบนี้ที่ไหนก็ได้ที่มีคอมพิวเตอร์ เพราะระบบที่ทำการพัฒนาขึ้นมานี้จะใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ไม่มาก และไม่ได้เชื่อมต่อกับโปรแกรม หรือระบบอื่นๆ

7.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบที่ข้าพเจ้าได้ทำการพัฒนาขึ้นมานี้ ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากระบบการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ใกล้เคียงกับความจริงในการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟของบริษัทที่ข้าพเจ้าทำงานอยู่ จึงจะมีบางส่วนหรือบางลักษณะการทำงานจะไม่สามารถคลอบคลุมทั้งหมดตามมาตรฐานยุโรป อาทิเช่น การส่งผ่านข้อมูลโดยใช้เคลื่อนวิทยุ ซึ่งไม่ง่ายที่จะทำการพัฒนาโดยให้ระบบสามารถทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์เพียงตัวเดียวได้

แต่โดยเนื้อแท้ของการใช้งาน ERTMS/ETCS Language ก็จะไม่แต่ต่างกัน รวมไปถึงการทำงานร่วมกันระหว่างพนักงานขับรถกับระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมก็จะคล้ายกัน ซึ่งจะต่างกันที่สื่อที่ใช้ในการนำภาข้อมูล และอุปกรณ์ที่อยู่บนรางรถไฟจะแต่ต่างกันออกไป

ในมุมมองของข้าพเจ้า ผู้จัดทำการพัฒนามีความคิดเห็นว่า ระบบนี้มีความสามารถเพียงพอและทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจพื้นฐานของ ERTMS/ETCS Language, การติดต่อสื่อสารระหว่างระบบคอมพิวเตอร์รถไฟกับอุปกรณ์ที่อยู่บนรางรถไฟ รวมไปถึงการทำงานระหว่างพนักงานรถไฟและระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ ได้เพียนพอ และเป็นพื้นฐานสำหรับพนักงานในองค์กรของข้าพเจ้าจะนำไปประยุกต์ใช้ในการทำการพัฒนาระบบโปรแกรมในการช่วยเตือนพนักงานขับรถไฟให้สามารถทำการขับรถไฟได้มีความปลอดภัยได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. 2544. **คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual Basic 6.0.** พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: อินโฟเพรส.

อภิชาติ ภู่พลับ. 2546. **สนุก ! กับการประยุกต์ใช้ Visual Basic.** นนทบุรี: อินโฟเพรส.

Dennis, Alan and Wixom, Barbara Haley. USA : John Wiley & Son, 2000. **System Analysis and Design.**

Bombardier Transportation. 2002 a. **VSIM 2000 User's Manual.**

Bombardier Transportation. 2002 b. **VSIM 2000 TDG Language User's Manual.**

Century Soar Technology Co., Ltd. 1998. **CST Meter ActiveX Ver 3.6.** [online]. Available: http://www.cstsoft.com.

ERTMS. 2003. **What is ERTMS/ETCS.** [online]. Available: http://www.ertms.com.

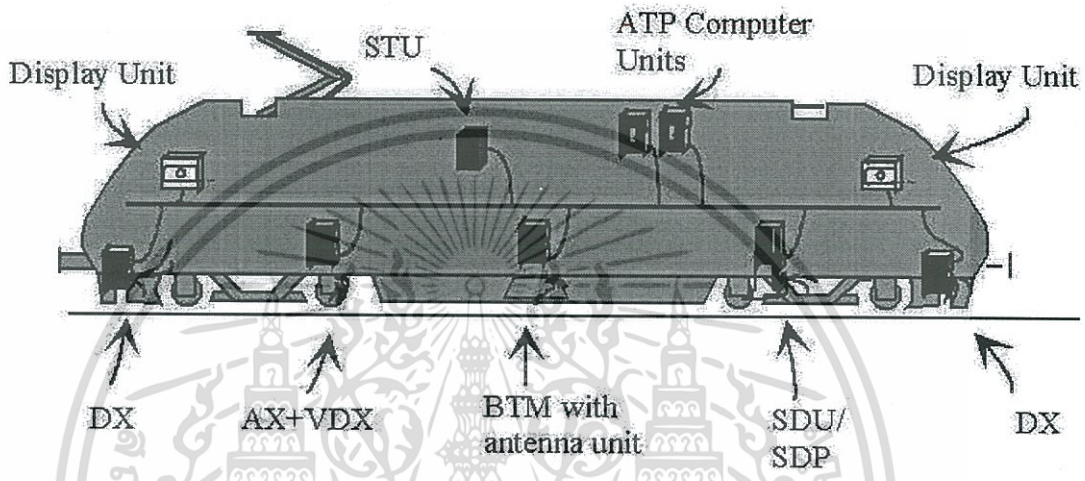
UNISIG. 2002. **ERTMS/ETCS - Class 1, System Requirements Specification.**

WGA9D. European Standard. 2000. **European Rail Traffic Management System Driver - Machine Interface.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

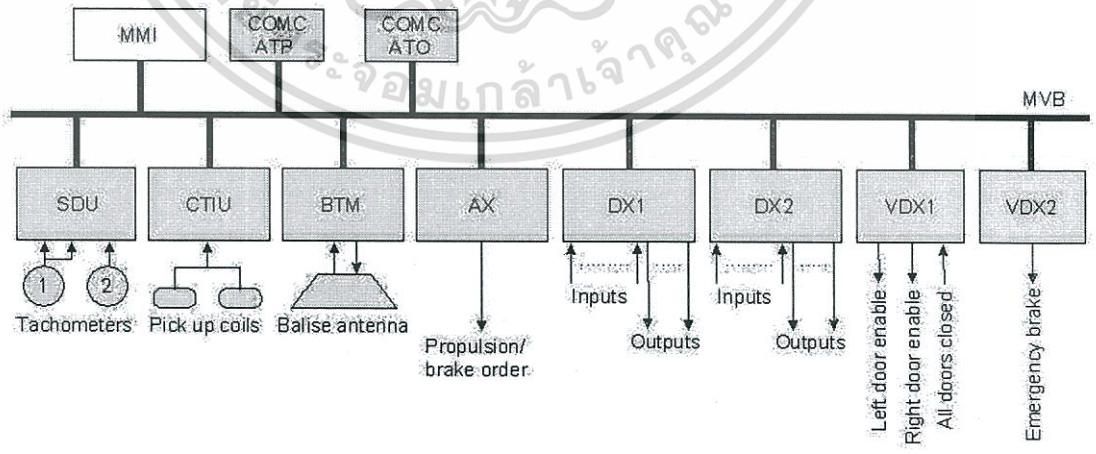
ภาคผนวก ก

1. รูปตัวอย่างของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ



รูปที่ 8.1 แสดงตัวอย่างของระบบคอมพิวเตอร์ (ATC Hardware)

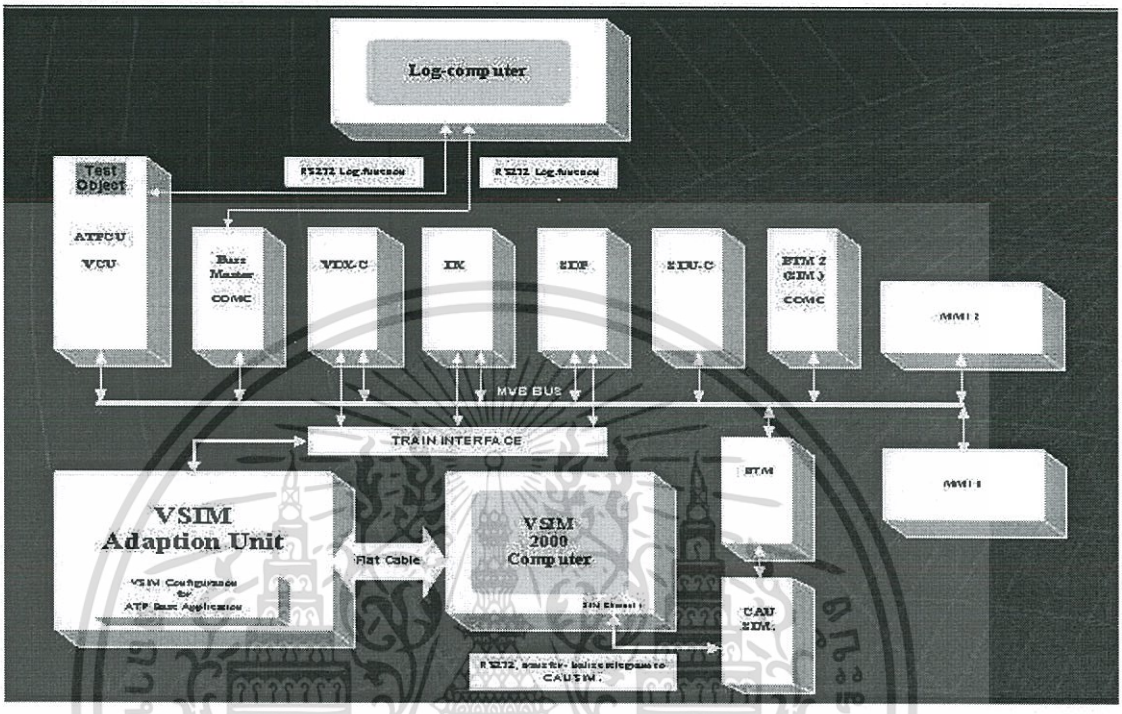
2. รูปแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ



รูปที่ 8.2 แสดงการเชื่อมต่อของระบบคอมพิวเตอร์รถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รูปการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่างๆ ของ VSIM สำหรับ System Test



รูปที่ 8.3 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้กับโปรแกรม VSIM เดิม

4. ตัวอย่างของ TDGB File สำหรับใช้งานกับระบบ

```
//*************************************************************************
//
// Test track for BA work package B according to NS FTS
//
// Test case: 4.13 Passage of IL, aspect R, test 2
//
// Rev.  Date      Details
// 0.1   020822    Create
// 0.2   0200905           Modified accroding to NS Telegram Spec. Rev. 4.0
//*************************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Name: "TC_4_13.tdg"

DocNr: "3NSS004243D0117 Ver. 1.4 Working"

Resp: "KONEKSR"

Date: "02905"

Rev: "0.2"

TransponderIntervallDistance:3.9

TransponderLength:0.5

TypeOfLoco:"EBICAB900_STD"

TypeOfPanel:"VR_STD"

TypeOfTransponder: "EBICAB900_TRANSP_STD"

INCLUDE GLOBALMACROS.TDG

0 SI StandStill(75); // Driversbreak = 75
Start(FORWARD, CAB1);
Speed(15,75); //Speed = 15km/h, throttle = 75

100 IL INLINE210 <Balise1>; // BG724_1

104 IL INLINE210 <Balise2>; // BG724_Green

1661 IL INLINE210 <Balise3>; // BG722_1

1665 IL INLINE210 <Balise4>; // BG722_GL (Yellow signal aspect 120km/h)

3261 IL INLINE210 <Balise5>; // BG72_1

3265 IL INLINE210 <Balise6>; // BG72_Red

<Packet session>

<Balise1>

Packets: Linking, Gradients information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable	Bits	Value	
Q_UPDOWN	1	1	ERTMS Header
M_VERSION	7	16	
Q_MEDIA	1	0	
N_PIG	3	0	
N_TOTAL	3	1	
M_DUP	2	0	
M_MCOUNT	8	255	
NID_C	10	424	
NID_BG	14	724	
Q_LINK	1	1	
NID_PACKET	8	5	Packet 5 To BG722
Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	69	
Q_SCALE	2	1	
D_LINK	15	1560	
Q_NEWCOUNTRY	1	0	
NID_BG	14	722	
Q_LINKORIENTATION		1	1
Q_LINKREACTION	2	1	
Q_LINKACC	6	63	
N_ITER	5	0	
NID_PACKET	8	21	Packet 21 To SI72
Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	78	
Q_SCALE	2	1	
D_GRADIENT	15	0	
Q_GDIR	1	0	
G_A	8	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N_ITER	5	1
D_GRADIENT	15	883
Q_GDIR	1	1
G_A	8	0
END		

<Balise2>

Packets: L1 MA, SSP

Variable	Bits	Value	Comment
Q_UPDOWN	1	1	ERTMS Header
M_VERSION	7	16	
Q_MEDIA	1	0	
N_PIG	3	1	
N_TOTAL	3	1	
M_DUP	2	0	
M_MCOUNT	8	0	
NID_C	10	424	
NID_BG	14	724	
Q_LINK	1	1	
NID_PACKET	8	12	Packet 12
Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	73	
Q_SCALE	2	1	
V_MAIN	7	24	120 km/h
V_LOA	7	0	0 km/h
T_LOA	10	1023	Unlimited
N_ITER	5	0	
L_ENDSECTION		15	3152

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q_SECTIONTIMER	1	0	
Q_ENDTIMER	1	0	
Q_DANGERPOINT	1	0	
Q_OVERLAP	1	0	
NID_PACKET	8	27	Packet 27 To SI72
Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	58	
Q_SCALE	2	1	
D_STATIC	15	0	
V_STATIC	7	24	120 km/h
Q_FRONT	1	0	
N_ITER	5	0	
N_ITER	5	0	
END			

<Balise3>

Packets: Linking, Gradient information

Variable	Bits	Value	
Q_UPDOWN	1	1	ERTMS Header
M_VERSION	7	16	
Q_MEDIA	1	0	
N_PIG	3	0	
N_TOTAL	3	1	
M_DUP	2	0	
M_MCOUNT	8	255	
NID_C	10	424	
NID_BG	14	722	
Q_LINK	1	1	
NID_PACKET	8	5	Packet 5 To BG72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	69	
Q_SCALE	2	1	
D_LINK	15	1592	
Q_NEWCOUNTRY	1	0	
NID_BG	14	72	
Q_LINKORIENTATION	1	1	
Q_LINKREACTION	2	1	
Q_LINKACC	6	63	
N_ITER	5	0	
NID_PACKET	8	21	Packet 21 To Bdy 126.395
Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	54	
Q_SCALE	2	1	
D_GRADIENT	15	0	
Q_GDIR	1	1	Uphill
G_A	8	0	
N_ITER	5	0	
END			

<Balise4>

Packets: L1 MA, SSP

Variable	Bits	Value	Comment
Q_UPDOWN	1	1	ERTMS Header
M_VERSION	7	16	
Q_MEDIA	1	0	
N_PIG	3	1	
N_TOTAL	3	1	
M_DUP	2	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M_MCOUNT	8	3	
NID_C	10	424	
NID_BG	14	722	
Q_LINK	1	1	
NID_PACKET	8	12	Packet 12(4) To BG72
Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	73	
Q_SCALE	2	1	
V_MAIN	7	24	120 km/h
V_LOA	7	0	0 km/h
T_LOA	10	1023	Unlimited
N_ITER	5	0	
L_ENDSECTION		15	1592
Q_SECTIONTIMER		1	0
Q_ENDTIMER	1	0	
Q_DANGERPOINT		1	0
Q_OVERLAP	1	0	
NID_PACKET	8	27	Packet 27 To Bdy 126.395
Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	58	
Q_SCALE	2	1	
D_STATIC	15	0	
V_STATIC	7	24	120 km/h
Q_FRONT	1	0	
N_ITER	5	0	
N_ITER	5	0	

END

<Balise5>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Packets: Gradients, SSP information

Variable	Bits	Value	
Q_UPDOWN	1	1	ERTMS Header
M_VERSION	7	16	
Q_MEDIA	1	0	
N_PIG	3	0	
N_TOTAL	3	1	
M_DUP	2	0	
M_MCOUNT	8	255	
NID_C	10	424	
NID_BG	14	72	
Q_LINK	1	1	
NID_PACKET	8	21	Packet 21 To Bdy 126.395
Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	54	
Q_SCALE	2	1	
D_GRADIENT	15	0	
Q_GDIR	1	1	Uphill
G_A	8	0	
N_ITER	5	0	
NID_PACKET	8	27	Packet 27 To Bdy 126.395
Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	58	
Q_SCALE	2	1	
D_STATIC	15	0	
V_STATIC	7	24	120 km/h
Q_FRONT	1	0	
N_ITER	5	0	
N_ITER	5	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

END

<Balise6>

Packets: Linking, L1 MA

Variable	Bits	Value	Comment
Q_UPDOWN	1	1	ERTMS Header
M_VERSION	7	16	
Q_MEDIA	1	0	
N_PIG	3	1	
N_TOTAL	3	1	
M_DUP	2	0	
M_MCOUNT	8	7	
NID_C	10	424	
NID_BG	14	72	
Q_LINK	1	1	
NID_PACKET	8	12	Packet 12(8)
Q_DIR	2	1	
L_PACKET	13	73	
Q_SCALE	2	1	
V_MAIN	7	0	0 km/h
V_LOA	7	0	0 km/h
T_LOA	10	1023	Unlimited
N_ITER	5	0	
L_ENDSECTION		15	8
Q_SECTIONTIMER		1	0
Q_ENDTIMER	1	0	
Q_DANGERPOINT		1	0
Q_OVERLAP	1	0	

END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตัวอย่างของ TDG File สำหรับใช้งานกับระบบเดิม

```
//*************************************************************************
//
// Test track for BA work package B according to NS FTS
//
// Test case: 4.13 Passage of IL, aspect R, test 2
//
// Rev.  Date     Details
// 0.1   020822  Create
// 0.2   0200905          Modified accroding to NS Telegram Spec. Rev. 4.0
//*************************************************************************

Name:  "TC_4_13.tdg"
DocNr:  "3NSS004243D0117 Ver. 1.4 Working"
Resp:  "KONEKSR"
Date:  "02905"
Rev:  "0.2"

TransponderIntervallDistance:3.9
TransponderLength:0.5
TypeOfLoco:"EBICAB900_STD"
TypeOfPanel:"VR_STD"
TypeOfTransponder: "EBICAB900_TRANSP_STD"

INCLUDE GLOBALMACROS.TDG

0 SI StandStill(75);                    // Driversbreak = 75
  Start(FORWARD, CAB1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Speed(15,75);              //Speed = 15km/h, throttle = 75


//IL BG724 Green
100  IL INLINE210 90027FB501: 6A415022A1: 8601695FC0: 2A81390000: 0108373807: FFF
;
104  IL INLINE210 9012003501: 6A431024A6: 007FE018A0: 03680E9000: 060007FFFF: FFF
;

//IL BG722 GL V_MAIN 120 km/h, V_LOA 0 km/h
1661 IL INLINE210 90027FB501: 69415022A1: 8E00245FC0: 2A80D90001: 0007FFFFFF:
FFF ;
1665 IL INLINE210 901201B501: 69431024A6: 007FE00C70: 03680E9000: 060007FFFF: FFF
;

//IL BG72 Red
3261 IL INLINE210 90027FB500: 2445501B20: 0020001B40: 7480003000: 3FFFFFFFFF: FFF
;
3265 IL INLINE210 901203B500: 24431024A0: 007FE00010: 1FFFFFFFFF: FFFFFFFFFF:
FFF ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ERTMS/ETCS – Class 1

System Requirements Specification

SUBSET-026-7

Chapter 1,7 and 8

ERTMS/ETCS Language

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ERTMS/ETCS – Class 1

System Requirements Specification

Chapter 1
Introduction

REF : SUBSET-026-1
ISSUE : 2.2.2
DATE : 1.2.2002

Company	Technical Approval	Management approval
ALCATEL		
ALSTOM		
ANSALDO SIGNAL		
BOMBARDIER		
INVENSYS RAIL		
SIEMENS		

THIS PROJECT IS BEING PART FINANCED BY THE EUROPEAN COMMISSION

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

1.1 Modification History

Issue Number Date	Section Number	Modification / Description	Author / Editor
0.0.1	All	first issue	SAB
0.1.0	All	Review comments from Adtranz	SAB
1.0.0	All	Final review	SAB
1.0.2 / 15. Apr. 1999	All	Reworked edition	SAB
1.0.3 / 22. Apr. 1999	1.8.9	Comment of Alstom	SAB
1.1.0 / 23. Apr. 1999		Final issue of class P SRS	Ch. Frerichs (ed.)
1.1.1 / 27. Mai 1999	1.3.1.1/1.7.1.2	Review comments added	SAB
1.1.2		Draft for class 1	SAB
1.1.3 990729	Document reference number.	Revision during finalisation meeting, Stuttgart 990729	HE
1.2.0 990730	Version number	Release version	HE
1.2.1 991209	All	First draft for 2nd release	SAB
1.3.0 991216	All	Review comments added	SAB
2.0.0 991222	Minor editing	Finalisation	SAB
2.0.1	All	Corrections after review	SAB
2.1.0	Version number	UNISIG release	SAB
2.2.0	Version number	UNISIG release	SAB
2.2.2 1.2.2002	Version number	Final edition	Ch. Frerichs

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

1.2 Table of Contents

1.1 Modification History 2
1.2 Table of Contents 3
1.3 Introduction 4
1.4 Advantages of an International Interoperable System 4
1.5 About this Document 4
1.6 How to Read and Use the SRS 5
1.7 Mandatory and Optional Requirements 5
1.8 Contents of the SRS 5
1.8.2 Chapter 1: Introduction 6
1.8.3 Chapter 2: Basic System Description 6
1.8.4 Chapter 3: Principles 6
1.8.5 Chapter 4: Modes and Transitions 6
1.8.6 Chapter 5: Procedures 6
1.8.7 Chapter 6: Intentionally deleted 7
1.8.8 Chapter 7: ERTMS/ETCS Language 7
1.8.9 Chapter 8: Messages 7

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

1.3 Introduction

1.3.1.1 Train control is an important part of any railway operations management system. In the past a number of different Automatic Train Control (ATC) systems have evolved in different countries at different times. These systems are incompatible and not interoperable with each other. Only a few of these systems are used in more than one country, and even in those cases there have been differences in detailed development which have resulted in incompatible and not interoperable versions.

1.3.1.2 Many railways anticipate a significant increase in density of train traffic and are rethinking their infrastructure strategy, to accommodate high levels of traffic, in which ATC systems play an important part. Also many railways would like to introduce standardised systems to reduce system costs. In order to establish international standardisation of ATC systems, the following document specifies the European Rail Traffic Management System/European Train Control System (ERTMS/ETCS).

1.4 Advantages of an International Interoperable System

1.4.1.1 The advantages expected by the railways can be summarised as:

- Cross border interoperability.
- Improvement of the safety of national and international train traffic.
- Improvement of international passengers and freight train traffic management.
- Shorter headway on heavily trafficked lines, by driving on moving block, enabling exploitation of maximum track capacity.
- The possibility of step-by-step introduction of the new technology.
- Enabling Pan-European competition between the manufacturers of ERTMS/ETCS components. Strengthening the position of the European railway industry on the world market.
- Enabling preconditions for future harmonisation in other areas of rail traffic management.

1.5 About this Document

1.5.1.1 The purpose of this document is to specify the future unified standard European Train Control System ETCS from a technical point of view.

1.5.1.2 Some parts of the system are only specified to allow a migration from existing train control systems to ETCS (e.g. STM's) over a transition period. They might be removed in a future edition of the standard.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

1.5.1.3 To reach technical interoperability it is necessary not only that telegrams are generated and understood according to well specified rules but also that a train respectively trackside equipment reacts in a uniform way to information received. Technical interoperability requires specifications of a detailed level.

1.5.1.4 For operational interoperability it is necessary to add operating rules, engineering standards etc. to the system design. Reaching operational interoperability is outside the scope of the SRS.

1.6 How to Read and Use the SRS

1.6.1.1 The SRS covers 7 chapters, which are briefly described in the section following this introduction.

1.6.1.2 All readers may need to refer to the UNISIG Glossary.

1.7 Mandatory and Optional Requirements

1.7.1.1 This specification often offers multiple solutions on how to implement a specific function. It therefore contains both mandatory and optional requirements. Mandatory requirements are always referred to using the word "shall" where else optional requirements are referred to using the word "may".

1.7.1.2 The fact that this specification indicates a mandatory solution for the implementation of a function does not generally require that the function is implemented on a specific line but only that if the function is implemented it shall be done in the specified way. Trains will have to handle all mandatory functions as it is decided trackside whether to use them or not.

1.7.1.3 Some parts of the specifications are depending on how ETCS is implemented (e.g., level). Corresponding functionality shall be mandatory or not on-board, according to the trackside implementation. It is not the scope of this specification to mandate a specific use of ETCS.

1.7.1.4 Notes are added to the specification in some parts for clarification. They however never contain requirements.

1.7.1.5 Not specified requirements and solutions are only permitted as long as they do not generate any interoperability problems.

1.8 Contents of the SRS

1.8.1.1 The SRS defines the system requirements for the European Train Control System (ETCS) of ERTMS. It is the translation of the mandatory functional requirements defined by the Functional Requirements Specification (UIC/A200 FRS version 4.3, in

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

the following chapters refered to as "FRS") into a technical specification for developers.

1.8.1.2 This sub-section is intended to give a rough overview of the contents of each chapter within the SRS so that readers interested only in specialised subjects can easily find the relevant chapters.

1.8.2 Chapter 1: Introduction

1.8.2.1 Chapter 1 (this chapter) gives a general introduction to the intention and structure of the SRS, including a brief overview of the contents of each chapter.

1.8.3 Chapter 2: Basic System Description

1.8.3.1 Chapter 2 gives an overview of the ERTMS/ETCS system structure.

1.8.3.2 Chapter 2 also contains a description of the basic application levels.

1.8.3.3 Chapter 2 does not contain technical requirements.

1.8.4 Chapter 3: Principles

1.8.4.1 Chapter 3 specifies the system principles of ETCS/ERTMS. These principles apply to onboard and trackside subsystems.

1.8.4.2 The principles define the behaviour of the system in general and functional terms.

1.8.5 Chapter 4: Modes and Transitions

1.8.5.1.1 Chapter 4 defines the modes of the ERTMS/ETCS onboard equipment and all transitions between modes.

1.8.6 Chapter 5: Procedures

1.8.6.1 Chapter 5 defines the dynamic behaviour of procedures that are necessary for interoperability. Procedures are presented by a state transition chart and a corresponding table, where all elements (States, events, transitions) of the chart are defined. The description of the procedures shows all states of the ERTMS/ETCS onboard unit and the conditions that must be fulfilled to switch from one state to another.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

1.8.7 Chapter 6: Intentionally deleted

1.8.8 Chapter 7: ERTMS/ETCS Language

1.8.8.1 Chapter 7 defines and describes the necessary variables to be used for the data flow over the air gap between track and train. The grouping of these into packets is described. The format of messages is given in Chapter 8.

1.8.9 Chapter 8: Messages

1.8.9.1 Chapter 8 defines the application protocol (format and content of messages, logical sequence for radio) necessary to achieve technical interoperability.

1.8.9.2 The scope of this chapter is limited to the application protocol and the content of messages.

© This document is the property of
*ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS*

ERTMS/ETCS – Class 1

System Requirements Specification

Chapter 7

ERTMS/ETCS language

REF : SUBSET-026-7
ISSUE : 2.2.2
DATE : 020201

Company	Technical Approval	Management approval
ALCATEL		
ALSTOM		
ANSALDO SIGNAL		
BOMBARDIER		
INVENSYS RAIL		
SIEMENS		

THIS PROJECT IS BEING PART FINANCED BY THE EUROPEAN COMMISSION

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.1 Modification History

Issue Number Date	Section Number	Modification / Description	Author
0.0.1 990422	All	Creation of document	OG/DD
0.0.2 990423	All	Changed according to Siemens comments	OG/DD
1.1.0 990423	All	Class P Official Issue	OG/DD
1.1.1 990525	All	Add review comments UNISIG_All_COM_006_7.doc	BRO
1.1.2	All	Some minor corrections	SAB
1.1.3	All	First draft for class 1	SAB
1.1.4	All	Update according to review comments	SAB
1.1.5	All	Some minor modifications (see revision marks) + Addition of length of variables in the packets.	OG
1.1.6	Version number and editorial changes.	Finalisation meeting in Stuttgart 990729	HE
1.2.0 990730	Version Number	Release Version	HE
1.2.1 991209	All	Changes according to WPs for SRS upgrade + editorial changes due to ECSAG / UNISIG agreed questions	OG
1.3.0 991217	All	Changed according to review comments	OG
2.0.0 991222	Minor editorial changes	Release version	OG
2.0.1 000926	All	Corrections after UNISIG review 15 June 00	OG
2.1.0 001012	All	Corrections according to "unisig_all_com_SRS_ 2.0.1" document	OG

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

2.2.0	Packet 71 deleted, NID_C 10 bit	UNISIG release	SAB
2.2.2	see revision marks	Corrections according to SUBSET-026 Corrected Paragraphs, issue 2.2.2. Mainly, Packet 71 and Q_NVDRIVER_ADHES added	OG

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.2 Table of Contents

7.1 Modification History 2
7.2 Table of Contents 4
7.3 Components of ERTMS/ETCS Language 5
7.3.1 Introduction 5
7.3.2 Definition of Variables 5
7.3.3 Definition of Packets 6
7.4 PACKETS 8
7.4.1 List of Packets 8
7.4.2 PACKETS: TRACK TO TRAIN 10
7.4.3 PACKETS: TRAIN TO TRACK 29
7.4.4 PACKETS: TRACK TO TRAIN or TRAIN TO TRACK 32
7.5 Definitions of Variables 33

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.3 Components of ERTMS/ETCS Language

7.3.1 Introduction

7.3.1.1 The ERTMS/ETCS language is used in transmitting information over the radio, balise and loop airgaps and the STM interface.

7.3.1.2 The ERTMS/ETCS language is based on variables, packets, messages and telegrams (variables and packets are described in this section, while telegrams and messages are described in chapter 8).

7.3.1.3 Note: A number of variables contain values which have to be assigned. Some of these values have to be unique to ensure that the system functions properly. A centralised handling of this assignment is therefore required (nationally or internationally, depending on the variable). The variables concerned have been marked. The values included in this document for these variables are therefore not to be used without prior verification of their validity.

7.3.2 Definition of Variables

7.3.2.1 Variables shall be used to encode single data values. Variables cannot be split in minor units. The whole variable has one type (meaning).

7.3.2.2 Variables may have special values which are related to the basic meaning of the variable.

7.3.2.3 Special values have always the highest values in a variable (eg. 11...111 = "unknown").

7.3.2.4 Spare values shall be located between the normal and special values in the variable range

7.3.2.5 Names of variables are unique. A variable is used in context with the meaning as described in the variable definition. Variables with different meanings have different names.

7.3.2.6 All variable definitions shall be independent of the transport media over which they are used, if used in more than one media.

7.3.2.7 Signed values shall be encoded as 2's complement.

7.3.2.8 One bit variables (Boolean) shall always use 0 for false and 1 for true.

7.3.2.9 Offsets for numerical values shall be avoided (0 shall be used for 0, 1 for 1, etc.) except where justified.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.3.2.10 When transmitting over the different transmission media, the most significant bit must be transmitted first.

7.3.2.11 All Variables have one of the following prefixes:

A_	Acceleration
D_	distance
G_	Gradient
L_	length
M_	Miscellaneous
N_	Number
NC_	class number
NID_	identity number
Q_	Qualifier
T_	time/date
V_	Speed
X_	Text

7.3.3 Definition of Packets

7.3.3.1 Packets are multiple variables grouped into a single unit, with a defined internal structure.

7.3.3.2 This structure consists of a packet header with:

- Track to Train: a unique packet number, the length of the packet in bits, the orientation information, optionally the distance scale and an information section containing a defined set of variables. The packet structure is as follows:

Number	NID_PACKET	Packet identifier
Direction	Q_DIR	Specifies for which running direction the information is valid
Length	L_PACKET	Number of bits in the packet
Scale	Q_SCALE	Specifies which distance scale is used for all distance information within the packet. There is no Q_SCALE variable in packets which do not contain distance information.
Information	.....	Well defined set(s) of variables.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

- Train to Track: a unique packet number, the length of the packet in bits, optionally the distance scale and an information section containing a defined set of variables. The packet structure is as follows:

Number	NID_PACKET	Packet identifier
Length	L_PACKET	Number of bits in the packet
Scale	Q_SCALE	Specifies which distance scale is used for all distance information within the packet. There is no Q_SCALE variable in packets which do not contain distance information.
Information	.....	Well defined set(s) of variables.

7.3.3.3 The packet definition does not change when transmitted over different transmission media.

7.3.3.4 All currently not defined packet identifiers are reserved for future use. All future packet definitions shall follow the above defined structure.

7.3.3.5 Exception: Packet 255: "End of Telegram" does not follow the above rule.

7.3.3.6 N_ITER specifies the number of iterations of a variable or group of variables which follow.

7.3.3.7 If N_ITER is 0 then no variables follow.

7.3.3.8 Two nested levels of iterations can exist.

7.3.3.9 If, depending on the value of a previous qualifier variable in the packet, a variable is optional, it is written indented in the packet definition

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4 PACKETS

7.4.1 List of Packets

7.4.1.1 Track to Train

Packet Number	Packet Name	Page N°
3	National Values	10
5	Linking	11
12	Level 1 Movement Authority	11
15	Level 2/3 Movement Authority	12
16	Repositioning Information	13
21	Gradient Profile	13
27	International Static Speed Profile	14
39	Track Condition Change of traction power	15
41	Level Transition Order	15
42	Session Management	15
44	Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system.	16
49	List of balises for SH Area	16
51	Axle load Speed Profile	17
57	Movement Authority Request Parameters	17
58	Position Report Parameters	18
63	List of Balises in SR Authority	18
65	Temporary Speed Restriction	18
66	Temporary Speed Restriction Revocation	19
67	Track Condition Big Metal Masses	19
68	Track Condition	20
70	Route Suitability Data	20
71	Adhesion Factor	21
72	Packet for sending plain text messages	21
76	Packet for sending fixed text messages	22
79	Geographical Position Information	23
80	Mode profile	23
131	RBC transition order	24
132	Danger for Shunting information	24
133	Radio in-fill area information	24
134	EOLM Packet	25
135	Assignment of Co-ordinate System	25
136	Infill location reference	26
137	Stop if in Staff Responsible	26
138	Reversing area information	26
139	Reversing supervision information	27
140	Train running number from RBC	27
141	Default Gradient for Temporary Speed Restriction	27

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Packet Number	Packet Name	Page N°
254	Default balise information	27

7.4.1.2 Train to Track

Packet Number	Packet Name	Page N°
0	Position Report	29
1	Position Report based on two balise groups	29
3	Onboard telephone numbers	30
4	Error Reporting	30
11	Validated train data	31
44	Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system.	31

7.4.1.3 Track to Train or Train to Track

Packet Number	Packet Name	Page N°
255	End of information	32

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4.2 PACKETS: TRACK TO TRAIN

7.4.2.1 Packet Number 3: National Values

Description	Downloads a set of National Values to the train		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_VALIDNV	15	
	N_ITER	5	
	NID_C(k)	10	Identification of national area(s) to which the set applies
	V_NVSHUNT	7	
	V_NVSTFF	7	
	V_NVONSIGHT	7	
	V_NVUNFIT	7	
	V_NVREL	7	
	D_NVROLL	15	
	Q_NVSRBKTRG	1	
	Q_NVEMRRLS	1	
	V_NVALLOWOVTRP	7	
	V_NVSUPOVTRP	7	
	D_NVOVTRP	15	
	T_NVOVTRP	8	
	D_NVPOTRP	15	
	M_NVCONTACT	2	
	T_NVCONTACT	8	
	M_NVDERUN	1	
	D_NVSTFF	15	
	Q_NVDRIVER_ADHES	1	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4.2.2 Packet Number 5: Linking

Description	Linking Information.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_LINK	15	
	Q_NEWCOUNTRY	1	
	NID_C	10	if Q_NEWCOUNTRY = 1
	NID_BG	14	
	Q_LINKORIENTATION	1	
	Q_LINKREACTION	2	
	Q_LINKACC	6	
	N_ITER	5	
	D_LINK (k)	15	
	Q_NEWCOUNTRY(k)	1	
	NID_C (k)	10	if Q_NEWCOUNTRY = 1
	NID_BG (k)	14	
	Q_LINKORIENTATION (k)	1	
	Q_LINKREACTION (k)	2	
	Q_LINKACC (k)	6	

7.4.2.3 Packet Number 12: Level 1 Movement Authority

Description	Transmission of a movement authority for level 1.		
Transmission media	Balise		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	V_MAIN	7	
	V_LOA	7	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

T_LOA	10	Can be set to "no time out"
N_ITER	5	Set to zero if V_MAIN = 0 or if only one section in the MA
L_SECTION(k)	15	
Q_SECTIONTIMER(k)	1	
T_SECTIONTIMER(k)	10	
D_SECTIONTIMERSTOPLOC(k)	15	
L_ENDSECTION	15	
Q_SECTIONTIMER	1	
T_SECTIONTIMER	10	
D_SECTIONTIMERSTOPLOC	15	
Q_ENDTIMER	1	
T_ENDTIMER	10	
D_ENDTIMERSTARTLOC	15	
Q_DANGERPOINT	1	
D_DP	15	
V_RELEASEDP	7	
Q_OVERLAP	1	
D_STARTOL	15	
T_OL	10	
D_OL	15	
V_RELEASEOL	7	

7.4.2.4 Packet Number 15: Level 2/3 Movement Authority

Description	Transmission of a movement authority for levels 2/3.		
Transmission media	Radio		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	V_LOA	7	
	T_LOA	10	Can be set to "no time out"
	N_ITER	5	Set to zero if only one section in the MA

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

L_SECTION(k)	15	
Q_SECTIONTIMER(k)	1	
T_SECTIONTIMER(k)	10	
D_SECTIONTIMERSTOPLOC(k)	15	
L_ENDSECTION	15	
Q_SECTIONTIMER	1	
T_SECTIONTIMER	10	
D_SECTIONTIMERSTOPLOC	15	
Q_ENDTIMER	1	
T_ENDTIMER	10	
D_ENDTIMERSTARTLOC	15	
Q_DANGERPOINT	1	
D_DP	15	
V_RELEASEDP	7	
Q_OVERLAP	1	
D_STARTOL	15	
T_OL	10	
D_OL	15	
V_RELEASEOL	7	

7.4.2.5 Packet Number 16: Repositioning Information

Description	Transmission of the update of the current distance		
Transmission media	Balise		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	L_SECTION	15	

7.4.2.6 Packet Number 21: Gradient Profile

Description	Transmission of the gradient. D_GRADIENT gives the distance to the next change of the gradient value. The gradient value is the minimum gradient for the given distance.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

NID_PACKET	8	
Q_DIR	2	
L_PACKET	13	
Q_SCALE	2	
D_GRADIENT	15	
Q_GDIR	1	0 = downhill 1= uphill
G_A	8	
N_ITER	5	
D_GRADIENT(k)	15	
Q_GDIR(k)	1	0 = downhill 1= uphill
G_A(k)	8	

7.4.2.7 Packet Number 27: International Static Speed Profile

Description	Static speed profile and optionally speed limits depending on the international train category.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_STATIC	15	
	V_STATIC	7	
	Q_FRONT	1	
	N_ITER	5	
	NC_DIFF(n)	4	
	V_DIFF(n)	7	
	N_ITER	5	
	D_STATIC(k)	15	
	V_STATIC(k)	7	
	Q_FRONT(k)	1	
	N_ITER(k)	5	
	NC_DIFF(k,m)	4	
	V_DIFF(k,m)	7	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4.2.8 Packet Number 39: Track Condition Change of traction power

Description	The packet gives information about change of the traction power system.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_TRACTION	15	
	M_TRACTION	8	Type of traction.

7.4.2.9 Packet Number 41: Level Transition Order

Description	Packet to identify where a level transition shall take place. In case of mixed levels, the successive M_LEVELTR's go from the highest priority level to the lowest one.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_LEVELTR	15	
	M_LEVELTR	3	
	NID_STM	8	If M_LEVELTR = 1 (STM)
	L_ACKLEVELTR	15	
	N_ITER	5	
	M_LEVELTR(k)	3	
	NID_STM(k)	8	If M_LEVELTR = 1 (STM)
	L_ACKLEVELTR(k)	15	

7.4.2.10 Packet Number 42: Session Management

Description	Packet to give the identity and telephone number of the RBC with which a session shall be established or terminated.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_RBC	1	
	NID_C	10	RBC ETCS identity : NID_C not relevant if NID_RBC has value unknown
	NID_RBC	14	
	NID_RADIO	64	not relevant if NID_RBC has value unknown
	Q_SLEEPSESSION	1	

7.4.2.11 Packet Number 44: Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system.

Description	Messages between trackside and on-board devices, which contain information used by applications outside the ERTMS/ETCS system.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	NID_XUSER	9	
	Other data, depending on NID_XUSER		

7.4.2.12 Packet Number 49: List of balises for SH Area

Description	Used to list balise group(s) which the train can pass over in SH mode		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	N_ITER	5	
	Q_NEWCOUNTRY(k)	1	
	NID_C(k)	10	if Q_NEWCOUNTRY = 1
	NID_BG(k)	14	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4.2.13 Packet Number 51: Axle Load Speed Profile

Description	This packet gives the speed restrictions for trains with axle load higher than or equal to the specified value for the speed restriction		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	Q_TRACKINIT	1	
	D_AXLELOAD	15	
	L_AXLELOAD	15	
	Q_FRONT	1	
	N_ITER	5	
	M_AXLELOAD(n)	7	
	V_AXLELOAD(n)	7	Speed restriction to be applied if the axle load of the train ≥ M_AXLELOAD(n)
	N_ITER	5	
	D_AXLELOAD(k)	15	
	L_AXLELOAD(k)	15	
	Q_FRONT(k)	1	
	N_ITER(k)	5	
	M_AXLELOAD(k,m)	7	
	V_AXLELOAD(k,m)	7	Speed restriction to be applied if the axle load of the train ≥ M_AXLELOAD(k,m)

7.4.2.14 Packet Number 57: Movement Authority Request Parameters

Description	This packet is intended to give parameters telling when and how often the train has to ask for a movement authority.		
Transmission media	Radio		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

	T_MAR	8	
	T_TIMEOUTRQST	10	
	T_CYCRQST	8	

7.4.2.15 Packet Number 58: Position Report Parameters

Description	This packet is intended to give parameters telling when and how often the position has to be reported.		
Transmission media	Radio		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	T_CYCLOC	8	
	D_CYCLOC	15	
	M_LOC	3	
	N_ITER	5	
	D_LOC(k)	15	
	Q_LGTLOC(k)	1	

7.4.2.16 Packet Number 63: List of Balises in SR Authority

Description	Used to list balise group(s) which the train can pass over in SR mode		
Transmission media	Radio		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	N_ITER	5	
	Q_NEWCOUNTRY(k)	1	
	NID_C(k)	10	if Q_NEWCOUNTRY = 1
	NID_BG(k)	14	

7.4.2.17 Packet Number 65: Temporary Speed Restriction

Description	Transmission of temporary speed restriction.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	NID_TSR	8	
	D_TSR	15	
	L_TSR	15	
	Q_FRONT	1	
	V_TSR	7	

7.4.2.18 Packet Number 66: Temporary Speed Restriction Revocation

Description	Transmission of temporary speed restriction revocation.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	NID_TSR	8	Identity of TSR to be revoked

7.4.2.19 Packet Number 67: Track Condition Big Metal Masses

Description	The packet gives details concerning where to switch off/on the balise transmission due to big metal masses trackside.		
Transmission media	Balise		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_TRACKCOND	15	
	L_TRACKCOND	15	The distance for which the balise transmission shall be switched off
	N_ITER	5	
	D_TRACKCOND(k)	15	
	L_TRACKCOND(k)	15	The distance for which the balise transmission shall be switched off

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4.2.20 Packet Number 68: Track Condition

Description	The packet gives details concerning the track ahead to support the driver when e.g. lower pantograph		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	Q_TRACKINIT	1	
	D_TRACKINIT	15	Only if Q_TRACKINIT = 1
	D_TRACKCOND	15	Only if Q_TRACKINIT = 0
	L_TRACKCOND	15	Only if Q_TRACKINIT = 0
	M_TRACKCOND	4	Only if Q_TRACKINIT = 0
	N_ITER	5	Only if Q_TRACKINIT = 0
	D_TRACKCOND(k)	15	
	L_TRACKCOND(k)	15	
	M_TRACKCOND(k)	4	

7.4.2.21 Packet Number 70: Route Suitability Data

Description	The packet gives the characteristics needed to enter a route.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	Q_TRACKINIT	1	
	D_TRACKINIT	15	Only if Q_TRACKINIT = 1
	D_SUITABILITY	15	Only If Q_TRACKINIT = 0, D_SUITABILITY and the following variables follows
	Q_SUITABILITY	2	
	M_LOADINGGAUGE	8	If Q_SUITABILITY= loading gauge

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

	M_AXLELOAD	7	If Q_SUITABILITY= Max axle load.
	M_TRACTION	8	If Q_SUITABILITY = traction power
	N_ITER	5	
	D_SUITABILITY(k)	15	
	Q_SUITABILITY(k)	2	
	M_LOADINGGAUGE(k)	8	If Q_SUITABILITY= loading gauge
	M_AXLELOAD(k)	7	If Q_SUITABILITY= Max axle load.
	M_TRACTION(k)	8	If Q_SUITABILITY = traction power

7.4.2.22 Packet number 71: Adhesion factor

Description	This packet is used when the trackside requests a change of the adhesion factor to be used in the brake model.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_ADHESION	15	
	L_ADHESION	15	
	M_ADHESION	1	

7.4.2.23 Packet Number 72: Packet for sending plain text messages

Description			
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	Q_TEXTCLASS	2	
	Q_TEXTDISPLAY	1	
	D_TEXTDISPLAY	15	Start condition

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

	M_MODETEXTDISPLAY	4	Start condition
	M_LEVELTEXTDISPLAY	3	Start condition
	NID_STM	8	If M_LEVELTR = 1 (STM)
	L_TEXTDISPLAY	15	End condition
	T_TEXTDISPLAY	10	End condition
	M_MODETEXTDISPLAY	4	End condition
	M_LEVELTEXTDISPLAY	3	End condition
	NID_STM	8	If M_LEVELTR = 1 (STM)
	Q_TEXTCONFIRM	2	
	L_TEXT	8	
	X_TEXT(L_TEXT)	8	

7.4.2.24 Packet Number 76: Packet for sending fixed text messages

Description			
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	Q_TEXTCLASS	2	
	Q_TEXTDISPLAY	1	
	D_TEXTDISPLAY	15	Start condition
	M_MODETEXTDISPLAY	4	Start condition
	M_LEVELTEXTDISPLAY	3	Start condition
	NID_STM	8	If M_LEVELTEXTDISPLAY = 1 (STM)
	L_TEXTDISPLAY	15	End condition
	T_TEXTDISPLAY	10	End condition
	M_MODETEXTDISPLAY	4	End condition
	M_LEVELTEXTDISPLAY	3	End condition
	NID_STM	8	If M_LEVELTEXTDISPLAY = 1 (STM)
	Q_TEXTCONFIRM	2	
	Q_TEXT	8	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4.2.25 Packet Number 79: Geographical Position Information

Description	This packet gives geographical location information for one or multiple references to the train.		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	Q_NEWCOUNTRY	1	
	NID_C	10	if Q_NEWCOUNTRY = 1
	NID_BG	14	Reference Balise Group
	D_POSOFF	15	
	Q_MPOSITION	1	direction of M_POSITION
	M_POSITION	20	
	N_ITER	5	
	Q_NEWCOUNTRY(k)	1	
	NID_C(k)	10	if Q_NEWCOUNTRY = 1
	NID_BG(k)	14	Reference Balise Group
	D_POSOFF(k)	15	
	Q_MPOSITION(k)	1	direction of M_POSITION
	M_POSITION(k)	20	

7.4.2.26 Packet Number 80: Mode profile

Description	Mode profile associated to an MA		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_MAMODE	15	
	M_MAMODE	2	OS, SH
	V_MAMODE	7	
	L_MAMODE	15	
	L_ACKMAMODE	15	
	N_ITER	5	
	D_MAMODE(k)	15	
	M_MAMODE(k)	2	OS, SH
	V_MAMODE(k)	7	
	L_MAMODE(k)	15	
	L_ACKMAMODE(k)	15	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4.2.27 Packet Number 131: RBC transition order

Description	Packet to order an RBC transition		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_RBCTR	15	
	NID_C	10	"Accepting" RBC identity
	NID_RBC	14	
	NID_RADIO	64	"Accepting" RBC radio subscriber number
	Q_SLEEPSESSION	1	

7.4.2.28 Packet Number 132: Danger for Shunting information

Description	Transmission of the aspect of a shunting signal		
Transmission media	Balise		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_ASPECT	1	

7.4.2.29 Packet Number 133: Radio in-fill area information

Description			
Transmission media	Balise		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	Q_RIU	1	
	NID_C	10	RIU ETCS identity
	NID_RIU	14	
	NID_RADIO	64	
	D_INFILL	15	
	NID_C	10	Refers to the next main signal balise group
	NID_BG	14	

7.4.2.30 Packet Number 134: EOLM Packet

Description	This packet announces a loop.		
Transmission media	Balise		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	NID_LOOP	14	
	D_LOOP	15	
	L_LOOP	15	
	Q_LOOPDIR	1	
	Q_SSCODE	4	

7.4.2.31 Packet Number 135: Assignment of Co-ordinate System

Description	Assignment of a Co-ordinate System to a Single Balise Group		
Transmission media	Radio		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	NID_C	10	
	NID_BG	14	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

	Q_ORIENTATION	1	

7.4.2.32 Packet Number 136: Infill location reference

Description	Defines location reference of data contained in the same telegram following this packet.		
Transmission media	Balise, loop or infill radio		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_NEWCOUNTRY	1	
	NID_C	10	If Q_NEWCOUNTRY = 1
	NID_BG	14	

7.4.2.33 Packet Number 137: Stop if in Staff Responsible

Description	Information to stop a train in staff responsible.		
Transmission media	Balise		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SRSTOP	1	

7.4.2.34 Packet Number 138: Reversing area information

Description	Used to send start and length of reversing area to the on-board		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_STARTREVERSE	15	
	L_REVERSEAREA	15	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4.2.35 Packet Number 139: Reversing supervision information

Description	Used to send supervision parameters (distance to run, speed) of reversing area to the on-board		
Transmission media	Any		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	D_REVERSE	15	
	V_REVERSE	7	

7.4.2.36 Packet Number 140: Train running number from RBC

Description	Train running number from RBC		
Transmission media	Radio		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	NID_OPERATIONAL	32	

7.4.2.37 Packet Number 141: Default Gradient for Temporary Speed Restriction

Description	It defines a default gradient to be used for TSR supervision when no gradient profile (packet 21) is available		
Transmission media	Balise		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_GDIR	1	0 = downhill 1= uphill
	G_TSR	8	

7.4.2.38 Packet Number 254: Default balise information

Description	Default balise information (LEU error) to be stored on-board.		
Transmission media	Balise		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4.3 PACKETS: TRAIN TO TRACK

7.4.3.1 Packet Number 0: Position Report

Description	This packet is inserted in all train-to-track telegrams and is used to report the train position and speed as well as some additional information (e.g. mode, level, etc.)		
Transmission media	Radio		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	NID_LRBG	10 + 14	
	D_LRBG	15	
	Q_DIRLRBG	2	
	Q_DLRBG	2	
	L_DOUBTOVER	15	
	L_DOUBTUNDER	15	
	Q_LENGTH	2	
	L_TRAININT	15	If Q_LENGTH = "Train integrity confirmed by integrity monitoring device" or "Train integrity confirmed by driver"
	V_TRAIN	7	
	Q_DIRTRAIN	2	
	M_MODE	4	
	M_LEVEL	3	
	NID_STM	8	If M_LEVEL = STM

7.4.3.2 Packet Number 1: Position Report based on two balise groups

Description	This packet is an extension of the "standard position report " packet 0. It is used in case of single balise groups if the orientation of the LRBG is unknown but the on-board equipment is able to report a second balise group (the one detected before) to give an indication of the running direction to the RBC.		
Transmission media	Radio		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	NID_LRBG	10 + 14	
	NID_PRVBG	10 + 14	PRVBG and LRBG identify the running direction of the train to the RBC (train was running from the PRVBG to the LRBG)
	D_LRBG	15	
	Q_DIRLRBG	2	Same / opposite direction as reported running direction
	Q_DLRBG	2	Same / opposite direction as reported running direction
	L_DOUBTOVER	15	
	L_DOUBTUNDER	15	
	Q_LENGTH	2	
	L_TRAININT	15	If Q_LENGTH = "Train integrity confirmed by integrity monitoring device" or "Train integrity confirmed by driver"
	V_TRAIN	7	
	Q_DIRTRAIN	2	
	M_MODE	4	
	M_LEVEL	3	
	NID_STM	8	If M_LEVEL = STM

7.4.3.3 Packet Number 3: Onboard telephone numbers

Description	Telephone numbers associated to the onboard equipment		
Transmission media	Radio		
Content	**Variable**	**Length**	**Comment**
	NID_PACKET	8	
	L_PACKET	13	
	N_ITER	5	
	NID_RADIO (k)	64	

7.4.3.4 Packet Number 4: Error reporting

Description	Error reporting to the RBC
Transmission media	Radio

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Content	Variable	Length	Comment
	NID_PACKET	8	
	L_PACKET	13	
	M_ERROR	8	error type identifier

7.4.3.5 Packet Number 11: Validated train data

Description	Validated train data. For some variables, if the engine does not know a data value, it may use the corresponding default value		
Transmission media	Radio		
Content	Variable	Length	Comment
	NID_PACKET	8	
	L_PACKET	13	
	NID_OPERATIONAL	32	
	NC_TRAIN	15	Default value Basic static speed profile
	L_TRAIN	12	Default value unknown
	V_MAXTRAIN	7	
	M_LOADINGGAUGE	8	one of 4 different profiles
	M_AXLELOAD	7	
	M_AIRTIGHT	2	
	N_ITER	5	
	M_TRACTION (k)	8	Type of traction
	N_ITER	5	
	NID_STM (k)	8	Type of STM available

7.4.3.6 Packet Number 44: Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system.

Description	Messages between on-board and trackside devices, which contain information used by applications outside the ERTMS/ETCS system.		
Transmission media	Any		
Content	Variable	Length	Comment
	NID_PACKET	8	
	L_PACKET	13	
	NID_XUSER	9	
	Other data, depending on NID_XUSER		

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.4.4 PACKETS: TRACK TO TRAIN or TRAIN TO TRACK

7.4.4.1 Packet Number 255: End of Information

Description	This packet consists only of NID_PACKET containing 8 bit 1s It acts as a finish flag ; the receiver will stop reading the remaining part of the message/telegram when receiving eight bits set to one in the NID_PACKET field.		
Transmission media	Any		
Content	Variable	Length	Comment
	NID_PACKET	8	= 255 (1111 1111)

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.5 Definitions of Variables

7.5.1.1 D_ADHESION

Name	Distance to start of area with reduced adhesion factor		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1 m or 10 m depending on Q_SCALE

7.5.1.2 D_AXLELOAD

Name	Distance to speed restriction due to Axle load		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 m	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depending on Q_SCALE

7.5.1.3 D_CYCLOC

Name	Distance between two location reports from the train		
Description	The train has to report its location every D_CYCLOC meters.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	1111 ... 1111	The train has not to report cyclically its location.	

7.5.1.4 D_DP

Name	Distance from the End of Authority to danger point		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE.

7.5.1.5 D_EMERGENCYSTOP

Name	Distance to emergency stop location		
Description	Distance between the LRBG and the emergency stop location		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE.

7.5.1.6 D_ENDTIMERSTARTLOC

Name	Distance from End section timer start location to End of Authority		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.7 D_GRADIENT

Name	Incremental distance to next change of gradient.
Description	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE.

7.5.1.8 D_INFILL

Name	Distance from location where to connect/disconnect to a radio in-fill unit		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.9 D_LEVELTR

Name	Distance to level transition		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE.
Special/Reserved Values	32767	Now (The level transition is performed upon receipt of the order)	

7.5.1.10 D_LINK

Name	Incremental linking distance to next linked balise group		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.11 D_LOC

Name	Incremental distance between locations where the train has to report its position.		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.12 D_LOOP

Name	Distance between EOLM and start of loop		
Description	The EOLM specifies the distance to the beginning of the loop transmission		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	1111 ... 1111	Distance not known	

7.5.1.13 D_LRBG

Name	Distance between the last relevant balise group and the estimated front end of the train (the side of the active cab).		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	32767	Unknown	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.5.1.14 D_MAMODE

Name	Incremental distance to the next change of mode within the MA		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.15 D_NVOVTRP

Name	Maximum distance for overriding the train trip		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.16 D_NVPOTRP

Name	Maximum distance for reversing in Post Trip mode		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.17 D_NVROLL

Name	Roll away distance limit		
Description	This variable is part of the National Values and is used for Roll Away Protection and Reverse Movement Protection		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	32767	∞	

7.5.1.18 D_NVSTFF

Name	Maximum distance for running in Staff Responsible mode		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	32767	∞	

7.5.1.19 D_OL

Name	The distance from the End of Authority to the end of overlap		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE.

7.5.1.20 D_POSOFF

Name	Route kilometre offset from the referencing balise		
Description	The geographical position reporting function uses this variables content as an offset from the referencing balise to the reference point.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

15 bits	0 m	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE.

7.5.1.21 D_RBCTR

Name	Distance to RBC transition		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE.

7.5.1.22 D_REF

Name	Reference distance		
Description	Distance between the LRBG and the new shifted location reference. The positive values are in the nominal direction of the LRBG		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
16 bits	-327.680 km	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE.
Special/Reserved Values	The negative value are coded in 2's complement		

7.5.1.23 D_REVERSE

Name	Distance in RV mode		
Description	Distance that can be run in RV mode		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	32767	represents ∞	

7.5.1.24 D_SECTIONTIMERSTOPLOC

Name	Distance from beginning of section to the Section Time-out stop location		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.25 D_SR

Name	Distance in SR mode		
Description	Distance that can be run in SR mode		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	32767	Represents ∞	

7.5.1.26 D_STARTOL

Name	Distance from overlap timer start location to End of Authority		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.27 D_STARTREVERSE

Name	Distance to start of reversing permitted area

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.28 D_STATIC

Name	Incremental distance to next discontinuity in a international SSP profile		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.29 D_SUITABILITY

Name	Distance to change in route suitability		
Description	The incremental distance to where the route suitability data changes.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 m	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depending on Q_SCALE

7.5.1.30 D_TAFDISPLAY

Name	Distance from where on a track ahead free request shall be displayed		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.31 D_TEXTDISPLAY

Name	Distance from where on a text shall be displayed		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	1111 ... 1111	The display of the text shall not be distance limited.	

7.5.1.32 D_TRACKINIT

Name	Distance to start of empty profile		
Description	Distance to where initial states of the related track description in the packet shall be resumed		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 m	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depending on Q_SCALE

7.5.1.33 D_TRACKCOND

Name	Track condition distance		
Description	The incremental distance to where the track conditions change.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 m	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depending on Q_SCALE

7.5.1.34 D_TRACTION

Name	Distance to change of traction
Description	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 m	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depending on Q_SCALE

7.5.1.35 D_TSR

Name	Distance to beginning of temporary speed restriction		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.36 D_VALIDNV

Name	Distance to start of validity of national values		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.37 G_A

Name	Safe gradient		
Description	This is the minimum gradient between two defined locations.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
8 bits	0	254‰	1‰
Special/Reserved Values	255	Non numerical value telling that the current gradient description ends at D_GRADIENT(n)	

7.5.1.38 G_TSR

Name	Default gradient for TSR supervision		
Description	defines a default gradient to be used for TSR supervision when no gradient profile (packet 21) is available.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
8 bits	0	255‰	1‰

7.5.1.39 L_ACKLEVELTR

Name	Length of the acknowledgement area in rear of the required level		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.40 L_ACKMAMODE

Name	Length of the acknowledgement area in rear of the start of the required mode		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.41 L_ADHESION

Name	Length of reduced adhesion
Description	Length for which the reduced adhesion factor apply.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1 m or 10 m depending on Q_SCALE

7.5.1.42 L_AXLELOAD

Name	Length of speed restriction due to Axle load		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 m	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depending on Q_SCALE

7.5.1.43 L_DOUBTOVER

Name	Over-reading error		
Description	L_DOUBTOVER is the difference between the lower bound of the confidence interval and the estimated value of D_LRBG		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	32767	Unknown	

7.5.1.44 L_DOUBTUNDER

Name	Under-reading error		
Description	L_DOUBTUNDER is the difference between the upper bound of the confidence interval and the estimated value of D_LRBG		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	32767	Unknown	

7.5.1.45 L_ENDSECTION

Name	Length of the End section in the MA		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE.

7.5.1.46 L_LOOP

Name	Length of loop		
Description	The EOLM specifies the length of the loop starting from the distance indicated by D_LOOP		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE
Special/Reserved Values	1111 ... 1111	Length not known	

7.5.1.47 L_MAMODE

Name	Length of the area of the required mode		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 m	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depending on Q_SCALE
Special/Reserved Values	1111...111	Infinite length	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.5.1.48 L_MESSAGE

Name	Message length		
Description	L_MESSAGE indicates the length of the message in bytes, including all packets and all variables defined in the message header (NID_MESSAGE and L_MESSAGE also).		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
10 bits	0	1023	1 Byte

7.5.1.49 L_PACKET

Name	Packet length		
Description	L_PACKET indicates the length of the packet in bits, including all bits of the packet header		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
13 bits	0	8191	1 bit
Special/Reserved Values			

7.5.1.50 L_REVERSEAREA

Name	Length of the reversing permitted area		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.51 L_SECTION

Name	Length of section in the MA		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.52 L_TAFDISPLAY

Name	Length on which a track ahead free request shall be displayed		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.53 L_TEXT

Name	Length of text string		
Description	L_TEXT defines the length of a text string (L_TEXT * X_TEXT)		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
8 bits	0	255	1 Text String Element

7.5.1.54 L_TEXTDISPLAY

Name	Length on which a text shall be displayed		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
15 bits	0 cm	327.660 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Special/Reserved Values	32767	The display of the text shall not be distance limited.

7.5.1.55 L_TRACKCOND

Name	Length for which the defined track condition is valid		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
15 bits	0 m	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depending on Q_SCALE

7.5.1.56 L_TRAIN

Name	Train length		
Description	This is the absolute real length of the train.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
12 bits	0 m	4094 m	1 m
Special/Reserved Values	4095	Unknown	

7.5.1.57 L_TRAININT

Name	Safe Train length		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
15 bits	0 m	32767 m	1 m
Special/Reserved Values			

7.5.1.58 L_TSR

Name	Length of the temporary speed restriction		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
15 bits	0 cm	327.670 km	10 cm, 1m or 10 m depends on Q_SCALE

7.5.1.59 M_ACK

Name	Qualifier for acknowledgement request		
Description	Indicates whether the telegram must be acknowledged or not		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	No acknowledgement required	
	1	Acknowledgement required	

7.5.1.60 M_ADHESION

Name	Adhesion factor		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	70 %	
	1	100 %	

© This document is the property of
*ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS*

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.5.1.61 M_AIRTIGHT

Name	airtight system presence		
Description	indicates whether the train is fitted with an airtight system or not.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	00	Not fitted	
	01	Fitted	
	10	Unknown	
	11	Spare	

7.5.1.62 M_AXLELOAD

Name	Axle load		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
7 bits	0 t	40 t	0.5 t
Special/Reserved Values	101 0001	Spare	
	...	...	
	111 1101	Spare	
	111 1110	Axle load above 40 t	
	111 1111	Axle load unknown	

7.5.1.63 M_DUP

Name	Duplicate balise		
Description	Flags to tell whether the balise is a copy of one of the adjacent balise. If it is so, define of which balise it is a copy.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	00	No duplicates	
	01	This balise is a duplicate of the next balise (seen in the nominal direction of the balise group).	
	10	This balise is a duplicate of the previous balise (seen in the nominal direction of the balise group).	
	11	Spare	

7.5.1.64 M_ERROR

Name	Identifier of the type of error		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
8 bits			
Special/Reserved Values	0	Balise consistency: linking	
	1	Balise consistency: message error	
	2	Balise consistency: unlinked group	
	3	Radio consistency: message error	

© This document is the property of
*ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS*

	4	Radio consistency: sequence
	5	Radio consistency: radio link
	6	No fatal error
	7	Fatal error (equipment in SL or NL mode)
	8-255	Spare

7.5.1.65 M_LEVEL

Name	Current Operating Level		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
3 bits			
Special/Reserved Values	0	Level 0	
	1	Level STM specified by NID_STM	
	2	Level 1	
	3	Level 2	
	4	Level 3	
	5-7	Spare	

7.5.1.66 M_LEVELTEXTDISPLAY

Name	Onboard operating level for text display		
Description	The text is displayed when entering / as long as in the defined level		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
3 bits			
Special/Reserved Values	0	Level 0	
	1	Level STM specified by NID_STM	
	2	Level 1	
	3	Level 2	
	4	Level 3	
	5	The display of the text shall not be limited by the level	
	6-7	Spare	

7.5.1.67 M_LEVELTR

Name	Required level		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
3 bits			Bitset
Special/Reserved Values	0	Level 0	
	1	Level STM specified by NID_STM	
	2	Level 1	
	3	Level 2	
	4	Level 3	
	5-7	Spare	

© This document is the property of
*ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS*

7.5.1.68 M_LOADINGGAUGE (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	Load profile		
Description	Defining the loading gauge profile		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
8 bits			Bitset
Special/Reserved Values	xxxx xxx1	Profile X	
	xxxx xx1x	Profile Y	
	xxxx x1xx	etc ...	
	xxx 1xxx		
	xxx1 xxxx		
	xx1x xxxx		
	x1xx xxxx		
	1xxx xxxx		

7.5.1.69 M_LOC

Name	Special location/moment where the train has to report its location		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
3 bits			
Special/Reserved Values	000	Now (The position report is sent upon receipt of the order)	
	001	At each balise.	
	010	Stop to send it at each balises.	
	011	Use previous value of M_LOC	
	100 - 111	Spare	

7.5.1.70 M_MAMODE

Name	Required mode for a part of the MA		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	00	On Sight	
	01	Shunting	
	10 – 11	Spare	

7.5.1.71 M_MCOUNT

Name	Message counter		
Description	The purpose of this counter is to make it possible for the interrogator to detect if the balise group message has changed while the train bome antenna was between two balises of the group. In all switchable balises in a group, the counter has the same value, and this value is different for each possible complete message from the group.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
8 bits	0	254	Numbers
Special/Reserved Values	255	The telegram fits with all telegrams of the same balise group	

© This document is the property of
*ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS*

7.5.1.72 M_MODE

Name	Onboard operating mode		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
4 bits			
Special/Reserved Values	0	Full Supervision	
	1	On Sight	
	2	Staff Responsible	
	3	Shunting	
	4	Unfitted	
	5	Sleeping	
	6	Stand By	
	7	Trip	
	8	Post Trip	
	9	System Failure	
	10	Isolation	
	11	Non Leading	
	12	STM European	
	13	STM National	
	14	Reversing	
	15	Spare	

7.5.1.73 M_MODETEXTDISPLAY

Name	Onboard operating mode for text display		
Description	The text is displayed when entering / as long as in the defined mode		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
4 bits			
Special/Reserved Values	0	Full Supervision	
	1	On Sight	
	2	Staff Responsible	
	3	Shunting	
	4	Unfitted	
	5	Sleeping	
	6	Stand By	
	7	Trip	
	8	Post Trip	
	9	System Failure	
	10	Isolation	
	11	Non Leading	
	12	STM European	
	13	STM National	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

	14	Reversing
	15	The display of the text shall not be limited by the mode.

7.5.1.74 M_NVCONTACT

Name	T_NVCONTACT reaction		
Description	Indicates the reaction to be performed when T_NVCONTACT timer elapses		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	00	Train trip	
	01	Apply service brake	
	10	No Reaction	
	11	Spare	

7.5.1.75 M_NVDERUN

Name	Entry of Driver ID permitted while running		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	No	
	1	Yes	

7.5.1.76 M_POSITION

Name	Route kilometre		
Description	The geographical position reporting function uses this variables content as a reference value.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
20 bits	0 m	1'048'574 m	1 m
Special/Reserved Values	1'048'575	No more geographical position reporting after this reference location	

7.5.1.77 M_TRACKCOND

Name	Type of track condition		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
4 bits			
Special/Reserved Values	0000	Non stopping area – tunnel. Initial state: stopping permitted (no tunnel)	
	0001	Non stopping area – bridge. Initial state: stopping permitted (no bridge)	
	0010	Non stopping area – other reasons. Initial state: stopping permitted	
	0011	Powerless section – lower pantograph. Initial state: not powerless section	
	0100	Radio hole (stop supervising T_NVCONTACT). Initial state: supervise T_NVCONTACT	
	0101	Air tightness. Initial state: no request for air tightness	
	0110	Switch off regenerative brake. Initial state: regenerative brake on	
	0111	Switch off eddy current brake. Initial state: eddy current brake on	
	1000	Switch off magnetic shoe brake. Initial state: magnetic shoe brake on	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

	1001	Powerless section – switch off the main power switch. Initial state: not powerless section
	1010 –1111	Spare

7.5.1.78 M_TRACTION (values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	Traction System Type		
Description	It defines the traction system to be used on a specific line (diesel/electric/kind of power pickup etc.) or respectively that can be used by a train		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
8 bits			

7.5.1.79 M_VERSION

Name	Version of the ETCS language		
Description	This gives the version of the ETCS language Each part indicates the first and second number of the version respectively. - The first number distinguishes not compatible versions. (The three MSB's) - The second number indicates compatibility within a version X. (The four LSB's)		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits			
Special/Reserved Values	000 XXXX	Not valid (old systems)	
	001 0000	Class 1	
	001 0001	Spare	
	...	...	
	111 1111	Spare	

7.5.1.80 N_ITER

Name	Number of iterations of a data set following this variable in a packet		
Description	If N_ITER is 0 then no data set is following. Two nested levels of iterations can exist.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
5 bits	0	31	integers

7.5.1.81 N_PIG

Name	Position in Group		
Description	Defines the relative position in a balise group		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
3 bits			
Special/Reserved Values	0	I am the 1st	
	...	...	
	7	I am the 8th	

7.5.1.82 N_TOTAL

Name	Total number of balise(s) in the group		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

3 bits			
Special/Reserved Values	0	1 balise in the group	
	...		
	7	8 balises in the group	

7.5.1.83 NC_DIFF (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	International Train categories		
Description	It is the international class of train for which a differential value for the static line speed exists. Used together with V_DIFF to permit certain trains to go faster or lower than the "international basic static speed" given by V_STATIC. Value 0 of NC_DIFF corresponds to the LSB of NC_TRAIN, number 14 of NC_DIFF to MSB (15-bit variable) of NC_TRAIN.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
4 bits	0	15	Numbers
Special/Reserved Values	0	Active tilting SSP	
	1	Passive tilting SSP	
	2	Cross wind sensitivity	
	3 – 15	Spare	

7.5.1.84 NC_TRAIN (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	International Category to which belongs the train.		
Description	Train category used for the static speed profile calculation. Thanks to NC_TRAIN, the train knows the SSP it must obey. by receiving a list of static speed profile, thanks to NC_TRAIN, the train can select the SSP it must obey. Each bit represents one category. A train can belong to various categories.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
15 bits			Bitset
Special/Reserved Values	000 0000 0000 0000	Basic static speed profile	
	Xxx xxxx xxxx xxx1	Active tilting SSP	
	Xxx xxxx xxxx xx1x	Passive tilting SSP	
	Xxx xxxx xxxx x1xx	Cross wind sensitivity	
	Xxx xxxx xxx 1xxx	Spare	
	Xxx xxxx xx1 xxxx	Spare	
	Xxx xxxx x1x xxxx	Spare	
	Xxx xxxx x1xx xxxx	Spare	
	Xxx xxxx 1xxx xxxx	Spare	
	Xxx xxx1 xxxx xxxx	Spare	
	Xxx xx1x xxxx xxxx	Spare	
	Xxx x1xx xxxx xxxx	Spare	
	Xxx 1xxx xxxx xxxx	Spare	
	Xx1 xxxx xxxx xxxx	Spare	
	X1x xxxx xxxx xxxx	Spare	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

	1xx xxxx xxxx xxxx	Spare

7.5.1.85 NID_BG

Name	Identity number of the balise group		
Description	Identity number of a balise group or loop within the country or region defined by NID_C.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
14 bits	0	16382	Numbers
Special/Reserved Values	16383	only accept balise groups containing repositioning information for the running direction (only to be used in linking)	

7.5.1.86 NID_C (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	Identity number of the country or region		
Description	Code used to identify the country or region in which the balise group is situated. These need not necessarily follow administrative or political boundaries.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
10 bits	0	1023	Numbers
Special/Reserved Values			

7.5.1.87 NID_EM

Name	Emergency message identity		
Description	Identifies the number of the emergency message		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
4 bits			
Special/Reserved Values			

7.5.1.88 NID_ENGINE (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	Onboard ETCS identity		
Description	The ETCS identity number is uniquely defined for ERTMS/ETCS purposes		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
24 bits			

7.5.1.89 NID_LOOP

Name	Identity number of the loop		
Description	Identity number of a loop within the country or region defined by NID_C given in the EOLM balise header.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
14 bits	0	16383	Numbers

7.5.1.90 NID_LRBG

Name	Identity of last relevant balise group		
Description	Country/region identity (NID_C) + balise identity number of last relevant balise group (NID_BG).		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
10 + 14 bits			
Special/Reserved Values	16777215	Unknown	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.5.1.91 NID_MESSAGE

Name	Message identifier		
Description	Message identifier		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
8 bits	0	255	Numbers

7.5.1.92 NID_OPERATIONAL (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	Train Running Number		
Description	This is the operational train running number.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
32 bits	0	9999 9999	Binary Coded Decimal
Special/Reserved Values	For each digit ;		
	Values A – E	Not Used	
	F	Use value F for digit to indicate no digit (if number shorter than 8 digits)	
	Exception: FFFF FFFF	Unknown	

7.5.1.93 NID_PACKET

Name	Packet identifier		
Description	This is used in the header for each packet, allowing the receiving equipment to identify the data which follows.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
8 bits	0	255	Numbers

7.5.1.94 NID_PRVBG

Name	Identity of the previous balise group		
Description	Previous balise group detected when running towards the balise group identified as LRBG with no change of direction in-between. Country/region identity (NID_C) + balise identity number of the previous balise group (NID_BG).		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
10 + 14 bits			
Special/Reserved Values	16777215	unknown	

7.5.1.95 NID_RADIO (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	Radio subscriber number.		
Description	Quoted as a 16 digit decimal number.		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
64 bits	0	9999 9999 9999 9999	Binary Coded Decimal
Special/Reserved Values	For each digit ;		
	Values A – E	Not Used	
	F	Use value F for digit to indicate no digit (if number shorter than 16 digits)	
	FFFF FFFF FFFF FFFF	Use the short number stored onboard	

7.5.1.96 NID_RBC (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	RBC ETCS identity number

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Description	This variable provides the identity of the RBC belonging to NID_C. The RBC ETCS identity is given by NID_C + NID_RBC.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
14 bits	0	16 382	Number
Special/Reserved Values	16 383	not known	

7.5.1.97 NID_RIU (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	Identity of radio in-fill unit		
Description	This variable provides the identity of the RIU belonging to NID_C. The RIU ETCS identity is given by NID_C + NID_RIU.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
14 bits	0	16 382	Number
Special/Reserved Values	16 383	not known	

7.5.1.98 NID_STM (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	STM identity		
Description	One value of this variable represents the identity of an STM reflecting each composition of national infrastructure.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
8 bits	0	255	
Special/Reserved Values			

7.5.1.99 NID_TSR

Name	Identity number of Temporary Speed Restriction.		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
8 bits	0	254	Number
Special/Reserved Values	0-126	Reserved for non RBC transmission (balise, loop or radio infill)	
	127-253	Reserved for RBC transmission	
	1111 1111	Non-revocable speed restriction (applicable for all transmission media)	

7.5.1.100 NID_XUSER (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	Identity of user system		
Description	Identity of user system for which remainder of packet is intended.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
9 bits	0	511	Numbers
Special/Reserved Values			

7.5.1.101 Q_ASPECT

Name	Aspect of "danger for shunting" signal
Description	

© This document is the property of
*ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS*

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Stop if in SH mode	
	1	Go if in SH mode	

7.5.1.102 Q_DANGERPOINT

Name	Qualifier for danger point description.		
Description	This variable is set to 1 if either a danger point exists or a release speed has to be specified		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	No danger point information	
	1	Danger point information to follow	

7.5.1.103 Q_DIR

Name	Validity direction of transmitted data		
Description	Qualifier to indicate the relevant validity direction of transmitted data, with reference to directionality of the balise group sending the information or to directionality of the LRBG, in case of information sent via radio.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	00	Reverse	
	01	Nominal	
	10	Both directions	
	11	Spare	

7.5.1.104 Q_DIRLRBG

Name	Orientation of the train in relation to the direction of the LRBG		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	0	Reverse	
	1	Nominal	
	2	Unknown	
	3	Spare	

7.5.1.105 Q_DIRTRAIN

Name	Direction of train movement in relation to the LRBG orientation		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	0	Reverse	
	1	Nominal	
	2	Unknown	
	3	Spare	

© This document is the property of
*ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS*

7.5.1.106 Q_DLRBG

Name	Qualifier telling on which side of the LRBG the estimated front end is		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
2 bits			
Special/Reserved Values	0	Reverse	
	1	Nominal	
	2	Unknown	
	3	Spare	

7.5.1.107 Q_EMERGENCYSTOP

Name	Qualifier for emergency stop acknowledgement		
Description	Qualifier to indicate whether the train has ignored or not a conditional emergency stop. For an unconditional emergency stop, it is set to "not relevant"		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
2 bit			
Special/Reserved Values	0	Conditional Emergency Stop considered	
	1	Conditional Emergency Stop ignored	
	2	Not Relevant (Unconditional Emergency Stop)	
	3	Spare	

7.5.1.108 Q_ENDTIMER

Name	Qualifier to indicate whether end section timer information exists for the End section in the MA		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
1 bit			
Special/Reserved Values	0	No End section timer information	
	1	End section timer information to follow	

7.5.1.109 Q_FRONT

Name	Qualifier to profile discontinuity		
Description	Qualifier to indicate whether a profile attribute is to be applied for the front end of the train (no train length delay) or for rear end of the train (train length delay)		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Train length delay if the speed profile at the k-th discontinuity becomes less restrictive, else no train length delay.	
	1	No train length delay at the k-th discontinuity	

7.5.1.110 Q_GDIR

Name	Qualifier for gradient slope.		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
1 bit			
Special/Reserved Values	0	downhill	
	1	uphill	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.5.1.111 Q_INFILL

Name	Qualifier to indicate whether a train is entering or exiting the radio infill area.		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Enter	
	1	Exit	

7.5.1.112 Q_LENGTH

Name	Qualifier for train integrity status		
Description	Qualifier, identifying the train integrity information available. The related safe train length information is given by L_TRAININT		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
2 bits			
Special/Reserved Values	0	No train integrity information available	
	1	Train integrity confirmed by integrity monitoring device	
	2	Train integrity confirmed by driver	
	3	Train integrity lost	

7.5.1.113 Q_LGTLOC

Name	Qualifier for the specified report location		
Description	This qualifier tells whether the train has to report its location when the max safe front end or when the min safe rear end has over passed the location defined by D_LOC		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Min safe rear end	
	1	Max safe front end	

7.5.1.114 Q_LINK

Name	Link Qualifier		
Description	This qualifier is used to mark a balise group as linked or unlinked.		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Unlinked	
	1	Linked	

7.5.1.115 Q_LINKACC

Name	Accuracy of the balise location used for balise group expectation window computation		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

6 bits	0 m	+/- 63 m	1 m

7.5.1.116 Q_LINKORIENTATION

Name	Qualifier for the direction of the linked balise group		
Description	Indicates whether the linked balise group will be overpassed by the train in nominal or reverse direction.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	The balise group is seen by the train in reverse direction	
	1	The balise group is seen by the train in nominal direction	

7.5.1.117 Q_LINKREACTION

Name	linking reaction		
Description	Qualifier for the reaction to be performed if a linking or a balise group message consistency problem occurs with the balise group linked to.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	00	Train trip	
	01	Apply service brake	
	10	No Reaction	
	11	Spare	

7.5.1.118 Q_LOOPDIR

Name	Qualifier to indicate the direction of the loop		
Description	Indicates LOOP-reference direction in relation to EOLM direction		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Opposite	
	1	Same	

7.5.1.119 Q_MEDIA

Name	Qualifier to indicate the type of media		
Description	Indicates whether it is a balise telegram or a loop message		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Balise	
	1	Loop	

7.5.1.120 Q_MPOSITION

Name	Qualifier for route kilometre direction.		
Description	Qualifier to indicate the direction of counting of the geographical position route kilometre in relation to the balise directionality.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit	0	1	
Special/Reserved Values	0	Opposite (counting downwards in nominal direction)	

© This document is the property of
*ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS*

	1	Same (counting upwards in nominal direction)

7.5.1.121 Q_NEWCOUNTRY

Name	New Country Qualifier		
Description	Qualifier to indicate whether the next balise group is in the same country / railway administration as the one before inside the packet or not. For the first balise group in the packet, if Q_NEWCOUNTRY = 0, it is the same country / railway administration as the one of the LRBG within the radio message or the one of balise group within the balise telegram giving the packet.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Same country / railway administration, no NID_C follows	
	1	Not the same country / railway administration, NID_C follows	

7.5.1.122 Q_NVDRIVER_ADHES

Name	Qualifier for the modification of trackside adhesion factor by driver		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Not allowed	
	1	Allowed	

7.5.1.123 Q_NVEMRRLS

Name	Qualifier Emergency Brake Release		
Description	Permission to release the emergency brake immediately if the condition why the system has triggered the emergency brake (speed exceeds emergency brake intervention limit, lack of driver reaction) is not fulfilled any more. Note: The action to release the brakes (e.g., by pressing a button) is a different issue and depends on the braking system This variable is part of the National Values		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Release only at standstill possible	
	1	Immediate release possible	

7.5.1.124 Q_NVSRBKTRG

Name	Permission to use service brake when braking to a target is supervised		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	No	
	1	Yes	

7.5.1.125 Q_ORIENTATION

Name	Co-ordinate system assigned to a single balise group
Description	The co-ordinate system is assigned by the RBC to a balise group reported by the on-board equipment as

© This document is the property of
*ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS*

	LRBG. The information reverse/nominal (i.e., the assigned co-ordinate system) is given in relation to the direction in which the balise has been passed when reading it.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	The balise group has been passed by the train in reverse direction	
	1	The balise group has been passed by the train in nominal direction	

7.5.1.126 Q_OVERLAP

Name	Qualifier to tell whether there is an overlap		
Description	This variable is set to 1 if either an overlap exists or a release speed has to be specified		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	No overlap information	
	1	Overlap information to follow	

7.5.1.127 Q_RBC

Name	Qualifier for communication session order		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Terminate communication session	
	1	Establish communication session	

7.5.1.128 Q_RIU

Name	Qualifier for communication session order		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Terminate communication session	
	1	Establish communication session	

7.5.1.129 Q_SCALE

Name	Qualifier for the distance scale.		
Description	Qualifier to indicate the same scale used for describing all distances inside the packet that contains Q_SCALE.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	0	10 cm scale	
	1	1 m scale	
	2	10 m scale	
	3	Spare	

7.5.1.130 Q_SECTIONTIMER

Name	Qualifier to indicate whether there is a Section Time Out related to the section

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	No Section Timer information	
	1	Section Timer information to follow	

7.5.1.131 Q_SLEEPSESSION

Name	Session management for sleeping equipment		
Description	Order for a Sleeping onboard equipment to consider or not the "session management" information		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Ignore session management information	
	1	Consider session management information	

7.5.1.132 Q_SRSTOP

Name	"Stop if in Staff Responsible" information		
Description	Specifies whether an onboard equipment in staff responsible has to stop or not		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Stop if in SR mode	
	1	Go if in SR mode	

7.5.1.133 Q_SSCODE

Name	Spread Spectrum Code for Euroloop		
Description	Specifies the code required to receive telegrams from a specific Euroloop installation.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
4 bits	0	15	
Special/Reserved Values	15	Code reserved for test purposes	

7.5.1.134 Q_STATUS

Name	status of SoM position report		
Description	It provides the status of the position report		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	00	Invalid	
	01	Valid	
	10	Unknown	
	11	spare	

7.5.1.135 Q_SUITABILITY

Name	Type of route suitability data		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

2 bits			
Special/Reserved Values	00	Loading gauge profile	
	01	Max axle load	
	10	Traction power	
	11	Spare	

7.5.1.136 Q_TEXT (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	Fixed message to be displayed.		
Description	Q_TEXT is a pointer to select a fixed text message from the defined table. The language selected by the driver for the MMI shall be used additionally as a qualifier to choose the appropriate language table.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
8 bits	0	255	
Special/Reserved Values			

7.5.1.137 Q_TEXTCLASS

Name	Class of message to be displayed.		
Description	Q_TEXTCLASS specifies the class of the text message included in the same packet (either plain or fixed message)		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	00	Auxiliary Information	
	01	Important Information	
	10	Spare	
	11	Spare	

7.5.1.138 Q_TEXTCONFIRM

Name	Qualifies the need / reaction of text confirmation		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
2 bits			
Special/Reserved Values	00	No confirmation required	
	01	Continue display until confirmed	
	10	Apply service brake if not confirmed when end conditions reached	
	11	Spare	

7.5.1.139 Q_TEXTDISPLAY

Name	Qualifier for the combination of text message conditions		
Description	Q_TEXTDISPLAY defines whether the start/end conditions for text message are to be combined or not		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	No, display as soon as / until one of the conditions is fulfilled	
	1	Yes, display as soon as / until all conditions are fulfilled	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.5.1.140 Q_TRACKDEL

Name	Track description deleted.		
Description	Qualifier to indicate whether the onboard has deleted (for any reason) track description or not.		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	No track description deleted	
	1	Track description deleted	

7.5.1.141 Q_TRACKINIT

Name	Qualifier for resuming the initial states of the related track description of the packet.		
Description			
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	No initial states to be resumed, profile to follow	
	1	Empty profile, initial states to be resumed	

7.5.1.142 Q_UPDOWN

Name	Balise telegram transmission direction		
Description	It defines the direction of the information in the balise telegram		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
1 bit			
Special/Reserved Values	0	Down link telegram	
	1	Up link telegram	

7.5.1.143 T_CYCLOC

Name	Time Interval between two location reports sent by the train		
Description	The train must send its location every T_CYCLOC		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
8 bits	0 seconds	254 s	1s
Special/Reserved Values	255	∞	

7.5.1.144 T_CYCRQST

Name	Time between two cyclic requests for a movement authority		
Description	When the train asks for a movement authority request, it will repeat its request every T_CYCRQST seconds until it receives a new MA		
Length of variable	***Minimum Value***	***Maximum Value***	***Resolution/formula***
8 bits	0 seconds	254 s	1s
Special/Reserved Values	0	Leads to continuous request	
	255	No repetition	

7.5.1.145 T_ENDTIMER

Name	Validity time for the End section in the MA
Description	Time for which the End section is valid measured from the moment the train reaches the location defined by D_ENDTIMERSTARTLOC.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
10 bits	0	1022	1 s
Special/Reserved Values	1023	∞	

7.5.1.146 T_LOA

Name	Validity time for the target speedat the LOA		
Description	Time for which the target speed is valid measured from the moment information is received		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
10 bits	0	1022	1 s
Special/Reserved Values	1023	∞	

7.5.1.147 T_MAR

Name	Time before reaching indication limit for the EOA/LOA		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
8 bits	0	254	1 s
Special/Reserved Values	255	Not relevant	

7.5.1.148 T_NVCONTACT

Name	Maximal time without new "safe" message.		
Description	If no "safe" message has been received from the track for more than T_NVCONTACT seconds, an appropriate action according to M_NVCONTACT must be triggered. This variable is part of the National Values		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
8 bits	0s	254s	1s
Special/Reserved Values	1111 1111	T_NVCONTACT = ∞.	

7.5.1.149 T_NVOVTRP

Name	Maximum time for overriding the train trip		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
8 bits	0 s	255 s	1 s
Special/Reserved Values			

7.5.1.150 T_OL

Name	Overlap validity time		
Description	The time span the train can expect the overlap to be available, measured from the moment the train reaches the location defined by D_STARTOL.		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
10 bits	0	1022 s	1 s
Special/Reserved Values	1023	∞	

7.5.1.151 T_SECTIONTIMER

Name	Validity time of a section in the MA

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Description	Time for which the section is valid.		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
10 bits	0	1022	1 s
Special/Reserved Values	1023	∞	

7.5.1.152 T_TEXTDISPLAY

Name	Time until when a text shall be displayed		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
10 bits	0	1022 s	1 s
Special/Reserved Values	1023	Display of text not limited by time.	

7.5.1.153 T_TIMEOUTRQST

Name	Time before any section timer expires		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
10 bits	0	1022	1 s
Special/Reserved Values	1023	Not relevant	

7.5.1.154 T_TRAIN

Name	Trainborne clock		
Description	Time, according to trainborne clock, at which message is sent		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
32 bits	0	42949672.94 s	10 ms
Special/Reserved Values	4294967295	Unknown	

7.5.1.155 V_AXLELOAD

Name	Speed restriction related to axleload		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121 –127	Spare	

7.5.1.156 V_DIFF

Name	Absolute Positive Speed associated to a train category.		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121 – 127	Spare	

7.5.1.157 V_LOA

Name	Permitted speed at the limit of authority
Description	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-127	Spare	

7.5.1.158 V_MAIN

Name	Signalling related speed restriction		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-127	Spare	
	V_MAIN = 0 means "trip order"		

7.5.1.159 V_MAMODE

Name	Required mode related speed		
Description			
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
7 bits	0	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121 – 126	Spare	
	127	Use the national speed value of the required mode	

7.5.1.160 V_MAXTRAIN

Name	Maximum permitted train speed.		
Description	Maximum permitted speed for the train, taking into account the maximum speed of every vehicle contained in the train set.		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
7 bits	0	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121 – 127	Spare	

7.5.1.161 V_NVALLOWOVTRP

Name	Maximum speed limit allowing the driver to select the "override EOA" function		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121 – 127	Spare	

7.5.1.162 V_NVONSIGHT

Name	On Sight mode (permitted) speed limit		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-127	Spare	

7.5.1.163 V_NVSUPOVTRP

Name	Permitted speed limit to be supervised when the "override EOA" function is active

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121 – 127	Spare	

7.5.1.164 V_NVREL

Name	Release Speed (permitted) speed limit		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-127	Spare	

7.5.1.165 V_NVSHUNT

Name	Shunting mode (permitted) speed limit		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-127	Spare	

7.5.1.166 V_NVSTFF

Name	Staff Responsible mode (permitted) speed limit		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-127	Spare	

7.5.1.167 V_NVUNFIT

Name	Unfitted mode (permitted) speed limit		
Description	This variable is part of the National Values		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-127	Spare	

7.5.1.168 V_RELEASEDP

Name	Release speed associated with the danger point		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-125	Spare	
	126	Use onboard calculated release speed	
	127	Use national value	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

7.5.1.169 V_RELEASEOL

Name	Release speed associated with the overlap		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-125	Spare	
	126	Use onboard calculated release speed	
	127	Use national value	

7.5.1.170 V_REVERSE

Name	Maximum speed in RV mode		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-127	Spare	

7.5.1.171 V_STATIC

Name	Static speed profile		
Description	Static speed profile speed after discontinuity (k).		
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-126	Spare	
	127	Non numerical value telling that the static speed profile description ends at D_STATIC(n)	

7.5.1.172 V_TRAIN

Name	Actual Train speed		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121-126	Spare	
	127	Speed unknown.	

7.5.1.173 V_TSR

Name	Permitted speed for the temporary speed restriction		
Description			
Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
7 bits	0 km/h	600 km/h	5 km/h
Special/Reserved Values	121 – 127	Spare	

7.5.1.174 X_TEXT

Name	Text String Element
Description	Text strings are used to transmit plain text messages. Each element of a text string contains a single character encoded as ISO 8859-1, also known as Latin Alphabet #1.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Length of variable	*Minimum Value*	*Maximum Value*	*Resolution/formula*
8 bits			
Special/Reserved Values			

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ERTMS/ETCS – Class 1

System Requirements Specification

Chapter 8

Messages

REF : SUBSET-026-8
ISSUE : 2.2.2
DATE : 020201

Company	Technical Approval	Management approval
ALCATEL		
ALSTOM		
ANSALDO SIGNAL		
BOMBARDIER		
INVENSYS RAIL		
SIEMENS		

THIS PROJECT IS BEING PART FINANCED BY THE EUROPEAN COMMISSION

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.1 Modification History

Issue Number Date	Section Number	Modification / Description	Author
0.0.1 990715	All	Creation of the document "Clean version" based on SRS Class P Ch. 8	V. Roger
0.0.2 990716	All	Update to SRS Class 1	V. Roger
0.1.0 990727	All	Update considering review comments from ADT and ALS	V. Roger
1.0.0 990729	Version number and editorial changes.	Finalisation meeting, Stuttgart 990729.	HE
1.2.0 990730	Version number	Release version	HE
1.2.1 991124	Sections 8.4 to 8.7	ECSAG comments (on chapter 8) taken into account.	V. Roger
1.2.2 991209	Sections 8.4 to 8.7. Creation of appendix.	Upsate to SRS Class 1 version 2 – First release	V. Roger
1.3.0 991217	Sections 8.4 to 8.7. Suppression of appendix.	Upsate to SRS Class 1 version 2 – Unisig Review (991216)	V. Roger
1.3.1 991220	Section 8.7.14	Add Q_SCALE	P. Rimbaud
2.0.0 991222	Minor editorial changes	Release version	Ch. Frerichs (ed.)
2.0.1 001002	All	Corrections after UNISIG review 15 June 00	P. Rimbaud
2.1.0 001026	Sections 8.4.1, 8.4.2, 8.4.3, 8.4.4, 8.5.1, 8.5.2, 8.5.3, 8.6, 8.7	Corrections after UNISIG review 10/11 October 00	P. Rimbaud
2.2.0	Packet 71 deleted, NID_C 10 bit	UNISIG release	SAB
2.2.2	Packet 71 added, messages 42 and 158 deleted	SUBSET-026 Corrected Paragraphs, Issue 2.2.2	JY. Riou

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.2 Table of Contents

8.1 Modification History 2
8.2 Table of Contents 3
8.3 Introduction 5
8.3.1 Scope and Purpose 5
8.3.2 Definitions 5
8.4 Rules 6
8.4.1 Common Rules 6
8.4.2 Rules for Eurobalise telegrams 7
8.4.3 Rules for Euroloop messages 8
8.4.4 Rules for Euroradio messages 9
8.5 List of radio Messages 13
8.5.1 Introduction 13
8.5.2 Train to Track radio messages 13
8.5.3 Track to Train radio messages 14
8.6 Definition of Radio Messages from Train to Track 15
8.6.1 Message 129: Validated Train Data 15
8.6.2 Message 130: Request for Shunting 15
8.6.3 Message 132: MA Request 15
8.6.4 Message 136: Train Position Report 16
8.6.5 Message 137: Request to Shorten MA is granted 16
8.6.6 Message 138: Request to Shorten MA is rejected 16
8.6.7 Message 146: Acknowledgement 17
8.6.8 Message 147: Acknowledgement of Emergency Stop 17
8.6.9 Message 149: Track Ahead Free Granted 17
8.6.10 Message 150: End of Mission 18
8.6.11 Message 153: Radio in-fill request 18
8.6.12 Message 154: No compatible version 19
8.6.13 Message 155: Initiation of a communication session 19
8.6.14 Message 156: Termination of a communication session 19
8.6.15 Message 157: SoM Position Report 19
8.6.16 Intentionally deleted 20
8.6.17 Message 159: Session established 20
8.7 Definition of Radio Messages from Track to Train 21
8.7.1 Message 2: SR Authorisation 21

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.7.2 Message 3: Movement Authority 21
8.7.3 Message 6: Recognition of exit from TRIP mode 22
8.7.4 Message 8: Acknowledgement of Train Data 22
8.7.5 Message 9: Request to Shorten MA 23
8.7.6 Message 15: Conditional Emergency Stop 23
8.7.7 Message 16: Unconditional Emergency Stop 24
8.7.8 Message 18: Revocation of Emergency Stop 24
8.7.9 Message 24: General message 24
8.7.10 Message 27: SH Refused 25
8.7.11 Message 28: SH Authorised 25
8.7.12 Message 32: Configuration Determination 26
8.7.13 Message 33: MA with Shifted Location Reference 26
8.7.14 Message 34: Track Ahead Free Request 27
8.7.15 Message 37: In-fill MA 27
8.7.16 Message 38: Initiation of a communication session 28
8.7.17 Message 39: Acknowledgement of termination of a communication session 28
8.7.18 Message 40: Train Rejected 28
8.7.19 Message 41: Train Accepted 29
8.7.20 Intentionally deleted 29
8.7.21 Message 43: SoM position report confirmed by RBC 29

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.3 Introduction

8.3.1 Scope and Purpose

8.3.1.1 This chapter defines the format and content of messages necessary for ERTMS/ETCS Class 1 functions.

8.3.1.2 Concerning the transmission media, this chapter does not cover considerations such as medium-specific use constraints (ex. distance between track-circuit and balise...), as well as functions (ex. detection of balise reference, time and location stamp, identifying type of receiving balise, Key Management, Releasing/maintaining a radio connection...) and performance of the transmission media.

8.3.2 Definitions

8.3.2.1 Transmission media considered hereafter are standard ERTMS/ETCS transmission media used for Class 1 (Eurobalise, Euroradio and Euroloop).

8.3.2.2 A message includes user data (application level) and protocol data (depending on the transmission medium).

8.3.2.3 A Eurobalise message is the information sent by a balise group (i.e. the message is composed of one or several telegrams, each telegram is transmitted by a Eurobalise). A Eurobalise telegram contains one header and an identified and coherent set of Packets.

8.3.2.4 A Euroradio message contains one header and an identified and coherent set of variables (if needed) and Packets.

8.3.2.5 A Euroloop message contains one header and an identified and coherent set of Packets.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.4 Rules

8.4.1 Common Rules

8.4.1.1 A message (Euroradio/Euroloop) or telegram (Eurobalise) shall be composed of

1. One Header,
2. When needed, a predefined set of variables (only for Radio),
3. When needed, a predefined set of Packets (only for Radio),
4. Optional Packets as needed by application.

8.4.1.2 The transmission order shall respect the order of data elements listed in the message format (from top to bottom).

8.4.1.3 The behaviour of the receiver shall not depend on the sequence of the Packets given by the message.

8.4.1.3.1 Exception for Infill information: The locations given in the packets following packet 136 (Infill Location Reference) shall be referred to the balise group indicated in such packet.

8.4.1.3.2 Note: orientations are in any case always referred to the directionality of balise group (balise transmission), directionality of loop (Euroloop transmission) or directionality of LRBG (radio transmission).

8.4.1.4 It shall be forbidden to send more instances of the same packets type for the same direction in the same message.

8.4.1.4.1 Exception 1: A message can contain several packets 44 (Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system).

8.4.1.4.2 Exception 2: A message can contain several packets 65 (Temporary Speed Restriction). The identities of the corresponding temporary speed restrictions (variable NID_TSR) transmitted in the same message shall be different.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.4.2 Rules for Eurobalise telegrams

8.4.2.1 The format of the telegram to be transmitted by each balise is as follows:

General Format of Balise Telegram

Field No.	VARIABLE	Length (bits)	Remarks
1	Q_UPDOWN	1	Defines the direction of the information: Down-link telegram (train to track) (0) Up-link telegram (track to train) (1)
2	M_VERSION	7	Version of the ERTMS/ETCS language.
3	Q_MEDIA	1	Defines the type of media: Balise (0)
4	N_PIG	3	Position in the group. Defines the position of the balise in the balise group.
5	N_TOTAL	3	Total number of balises in the balise group
6	M_DUP	2	Used to indicate whether the information of the balise is a duplicate of the balise before or after this one.
7	M_MCOUNT	8	Telegram counter (M_MCOUNT) - 8 bits. To enable detection of a change of balise group message during passage of the balise group.
8	NID_C	10	Country or region.
9	NID_BG	14	Identity of the balise group.
10	Q_LINK	1	Marks the balise group as linked (Q_LINK = 1) or unlinked (Q_LINK = 0)
	Information	Variable	This information is composed according to the rules applicable for packets.

Number of bits in balise header: 50

8.4.2.2 The user information transmitted by a balise shall contain complete packets, i.e. splitting a packet between two balises is forbidden.

8.4.2.3 The telegram ends with packet 255 "End of Information".

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.4.3 Rules for Euroloop messages

8.4.3.1 The format of the message to be transmitted by each loop is as follows:

General Format of Loop Message

Field No.	VARIABLE	Length (bits)	Remarks
1	Q_UPDOWN	1	Defines the direction of the information: Down-link message (train to track) (0) Up-link message (track to train) (1)
2	M_VERSION	7	Version of the ERTMS/ETCS language.
3	Q_MEDIA	1	Defines the type of media: Loop (1)
4	NID_C	10	Country or region.
5	NID_LOOP	14	Identity of Euroloop.
	Information	Variable	This information is composed according to the rules applicable for packets.

Number of bits in loop header: 33

8.4.3.2 The message ends with packet 255 "End of Information".

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.4.4 Rules for Euroradio messages

8.4.4.1 The message identifier shall be unique (variable NID_MESSAGE).

8.4.4.2 Each message shall precise the length in bytes (variable L_MESSAGE).

8.4.4.2.1 If the computed length of the message is not equal to the length given by L_MESSAGE, the entire message shall be rejected.

8.4.4.3 The messages shall be composed of predefined variables and packets.

8.4.4.4 For some messages, it shall be possible to add optional packets at the end of the message.

8.4.4.4.1 The track to train messages possibly including optional packets are listed hereafter:

Track to Train message	Mess. ID	Optional packets
SR Authorisation	2	63
Movement Authority	3	21, 27, 49, 80, plus common optional packets
Request To Shorten MA	9	21, 27, 80, plus common optional packets
General Message	24	21, 27, plus common optional packets
SH authorised	28	49, plus common optional packets
MA with Shifted Location Reference	33	21, 27, 80, plus common optional packets
In-Fill MA	37	21, 27, 80, plus common optional packets

8.4.4.4.1.1 The common optional packets are the following ones:

Common optional packets
3, 5, 39, 51, 41, 42, 44, 57, 58, 65, 66, 68, 70, 71, 72, 76, 79, 131, 135, 139, 140

8.4.4.4.2 The train to track message 136 (Train Position Report) and 157 (SoM Position Report) may optionally include the following packets:

a) Packet 4 (Error Reporting),

b) Packet 44 (Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system).

8.4.4.4.3 The train to track message 159 (Session Established) may optionally include the following packets:

a) Packet 3 (Onboard Telephone Numbers).

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.4.4.5 If needed to obtain an integer number of bytes, padding shall be added at the end of the message.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.4.4.6 Standard format of a radio message from track to train :

8.4.4.6.1 Format:

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	Message Identification Number
2	L_MESSAGE	Message length including everything (fields 1 to padding).
3	T_TRAIN	Time Stamp from RBC (see chapter 3 – Data Consistency).
4	M_ACK	Indicates whether the message must be acknowledged (or not) by the on-board equipment (message n° 146).
5	NID_LRBG	Identification Number of LRBG.
...	variables as required by NID_MESSAGE	If needed for this message. Used when sending variables which are not included in a packet.
...	packets as required by NID_MESSAGE	If needed for this message.
	Optional packets	Refer to section 8.4.4.4 of this document.
	Padding	If required.

8.4.4.6.2 Note: In section 8.7 giving the contents of the messages, the padding information is intentionally omitted.

8.4.4.7 Standard format of a radio message from train to track:

8.4.4.7.1 Format:

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	Message Identification Number
2	L_MESSAGE	Message length including everything (field 1 to padding).
3	T_TRAIN	Time Stamp from Train (see chapter 3 – Data Consistency).
4	NID_ENGINE	Identity of the train.
5	variables as required by NID_MESSAGE	If needed for this message. Used when sending variables which are not included in a packet.
6	Packet 0 or 1	Train-to-track packet type 0 – Position report, or packet type 1 - Position report based on two balise groups. Not included in messages 146, 154, 155, 156 and 159.
7	Other Packets as required by NID_MESSAGE	(only for message 129)
8	Optional packets	
	Padding	If required.

8.4.4.7.2 Exception: The position report (packet 0 or packet 1) shall not be included in the following messages:

a) Message 146 (Acknowledgement),

b) Message 154 (No compatible version),

c) Message 155 (Initiation of a communication session),

d) Message 156 (Termination of a communication session),

e) Intentionally deleted

f) Message 159 (Session Established).

8.4.4.7.3 Note: In section 8.6 giving the contents of the messages, the padding information is intentionally omitted.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.5 List of radio Messages

8.5.1 Introduction

8.5.1.1 This section identifies the radio messages with corresponding Message Identifier ("Mes. Id.") and Message Name. It also gives a list of the version-invariant messages.

8.5.1.2 "Type" defines whether message is to be send with normal priority (N) or on the high priority channel (E), as defined in Euroradio specifications.

8.5.2 Train to Track radio messages

Mes. Id.	Message Name	Type	Invariant
129	Validated Train Data	N	No
130	Request for Shunting	N	No
132	MA Request	N	No
136	Train Position Report	N	No
137	Request to shorten MA is granted	N	No
138	Request to shorten MA is rejected	N	No
146	Acknowledgement	N	No
147	Acknowledgement of Emergency Stop	N	No
149	Track Ahead Free Granted	N	No
150	End of Mission	N	No
153	Radio in-fill request	N	No
154	No compatible version	N	Yes
155	Initiation of a communication session	N	Yes
156	Termination of a communication session	N	Yes
157	SoM Position Report	N	No
159	Session Established	N	No

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.5.3 Track to Train radio messages

Mes. Id.	Message Name	Type	Invariant
2	SR Authorisation	N	No
3	Movement Authority	N	No
6	Recognition of exit from TRIP mode	N	No
8	Acknowledgement of Train Data	N	No
9	Request to Shorten MA	N	No
15	Conditional Emergency Stop	E	No
16	Unconditional Emergency Stop	E	No
18	Revocation of Emergency Stop	N	No
24	General message	N	No
27	SH Refused	N	No
28	SH Authorised	N	No
33	MA with Shifted Location Reference	N	No
34	Track Ahead Free Request	N	No
37	In-fill MA	N	No
40	Train Rejected	N	No
32	Configuration Determination	N	Yes
38	Initiation of a communication session	N	Yes
39	Acknowledgement of termination of a communication session	N	Yes
41	Train Accepted	N	No
43	SoM position report confirmed by RBC	N	No

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.6 Definition of Radio Messages from Train to Track

8.6.1 Message 129: Validated Train Data

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	Packet 0 or 1	
6	Train data	Train - track packet type 11.

8.6.2 Message 130: Request for Shunting

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	Packet 0 or 1	

8.6.3 Message 132: MA Request

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	Q_TRACKDEL	
6	Packet 0 or 1	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.6.4 Message 136: Train Position Report

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	Packet 0 or 1	
6	Optional packets	

8.6.5 Message 137: Request to Shorten MA is granted

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	T_TRAIN	Time stamp contained in the request.
6	Packet 0 or 1	

8.6.6 Message 138: Request to Shorten MA is rejected

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	T_TRAIN	Time stamp contained in the request.
6	Packet 0 or 1	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.6.7 Message 146: Acknowledgement

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	T_TRAIN	Time stamp contained in the message that is acknowledged.

8.6.8 Message 147: Acknowledgement of Emergency Stop

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	NID_EM	Identification Number of the acknowledged Emergency Message.
6	Q_EMERGENCYSTOP	Qualifier to indicate whether the train has overpassed the emergency stop location or not when receiving an emergency stop message
7	Packet 0 or 1	

8.6.9 Message 149: Track Ahead Free Granted

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	Packet 0 or 1	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.6.10 Message 150: End of Mission

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	Packet 0 or 1	

8.6.11 Message 153: Radio in-fill request

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_TELEGRAM	
2	L_TELEGRAM	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	NID_C	identity of the country of the "target" main balise group
6	NID_BG	identity of the "target" main balise group
7	Q_INFILL	start; end of in-fill
8	Packet 0 or 1	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.6.12 Message 154: No compatible version

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	

8.6.13 Message 155: Initiation of a communication session

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	

8.6.14 Message 156: Termination of a communication session

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	

8.6.15 Message 157: SoM Position Report

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	Q_STATUS	
6	Packet 0 or 1	
7	Optional packets	

8.6.16 Intentionally deleted

8.6.17 Message 159: Session established

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	Optional Packet	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.7 Definition of Radio Messages from Track to Train

8.7.1 Message 2: SR Authorisation

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	Q_SCALE	
7	D_SR	
8	Optional packets	

8.7.2 Message 3: Movement Authority

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	Level 2/3 Movement Authority	Packet 15
7	Optional packets	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.7.3 Message 6: Recognition of exit from TRIP mode

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	

8.7.4 Message 8: Acknowledgement of Train Data

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	T_TRAIN	Reference to received train data message

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.7.5 Message 9: Request to Shorten MA

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	Level 2/3 Movement Authority	Packet 15
7	Optional packets	

8.7.6 Message 15: Conditional Emergency Stop

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	NID_EM	Identification Number of the Emergency Stop Message.
7	Q_SCALE	
8	Q_DIR	
9	D_EMERGENCYSTOP	Distance between LRBG and the position reference to the emergency stop.

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.7.7 Message 16: Unconditional Emergency Stop

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	NID_EM	Identification Number of the Emergency Stop Message.

8.7.8 Message 18: Revocation of Emergency Stop

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	NID_EM	Identification Number of the Emergency Stop Message.

8.7.9 Message 24: General message

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	Optional packets	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.7.10 Message 27: SH Refused

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	T_TRAIN	Time stamp of the shunting request.

8.7.11 Message 28: SH Authorised

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	T_TRAIN	Time stamp of the shunting request.
7	Optional packets	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.7.12 Message 32: Configuration Determination

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	M_VERSION	Version of the ERTMS/ETCS language.

8.7.13 Message 33: MA with Shifted Location Reference

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	Q_SCALE	
7	D_REF	Reference Distance
8	Level 2/3 Movement Authority	Packet 15
9	Optional packets	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.7.14 Message 34: Track Ahead Free Request

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	Q_SCALE	
7	Q_DIR	
8	D_TAFDISPLAY	
9	L_TAFDISPLAY	

8.7.15 Message 37: In-fill MA

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	
6	Infill Location Reference	Packet 136
7	Level 1 Movement Authority	Packet 12
8	Optional packets	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.7.16 Message 38: Initiation of a communication session

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	(unknown)
4	M_ACK	(yes)
5	NID_LRBG	(unknown)

8.7.17 Message 39: Acknowledgement of termination of a communication session

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	(no)
5	NID_LRBG	

8.7.18 Message 40: Train Rejected

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

8.7.19 Message 41: Train Accepted

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	

8.7.20 Intentionally deleted

8.7.21 Message 43: SoM position report confirmed by RBC

Field No.	VARIABLE	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	M_ACK	
5	NID_LRBG	

© This document is the property of
ALCATEL * ALSTOM * ANSALDO SIGNAL * BOMBARDIER * INVENSYS RAIL * SIEMENS

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นาย เอกสิทธิ์ ศรีมุกดา
วัน เดือน ปี เกิด	16 กรกฎาคม พ.ศ. 2511
สถานที่เกิด	จังหวัด สกลนคร
ประวัติการศึกษา	ระดับปริญญาตรีจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ภาควิชาฟิสิกส์อุตสาหกรรม และอุปกรณ์การแพทย์
ประวัติการทำงาน	
ส.ค. 2535 – ส.ค. 2537	บริษัท ไลต์ออน อินดัสตรี (ประเทศไทย) จำกัด
ส.ค. 2537 – ส.ค. 2538	บริษัท แมกทริก จำกัด
ส.ค. 2538 – ส.ค. 2541	บริษัท อวาตา จำกัด
ก.ค. 2542 – ปัจจุบัน	บริษัท บอมบาร์ดิเอ ทรานสปอตเทชั่น (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้