



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



Comune  
di Bologna



PUMS  
BOLOGNA  
METROPOLITANA

M2 C2 Investimento 4.2 "Sviluppo trasporto rapido di massa"

RTI Progettisti:

**SYSTRA**

**SOTECNI**  
SYSTRA GROUP



**AEGIS**  
CANTARELLI + PARTNERS



**STUDIO MATTIOLI**  
Ambiente · Ingegneria · Energia



cooperativa archeologia

## PROGETTO DEFINITIVO DELLA SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE)

### SISTEMA DI SEGNALAMENTO ELABORATI GENERALI

Relazione tecnica specialistica

COMUNE DI BOLOGNA  
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE  
ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO  
ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA

ing. Barbara Baraldi  
arch. Virginia Borrello  
ing. Giulio Cimbali  
geom. Agnese Fero  
ing. Stefania Guadagnini  
geom. Luciano Notte  
ing. Lisa Ombra  
ing. Marco Pesare

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DI COMMESSA  
ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE TECNICO  
ING. ALESSANDRO PIAZZA

SISTEMA TRANVIARIO  
ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO  
ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE A VERDE  
ARCH. NICOLA CANTARELLI

OPERE STRUTTURALI  
ING. STEFANO TORTELLA

SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI  
ING. ANGELA TORTORELLA

AMBIENTE  
PROF. MATTEO MATTIOLI

SICUREZZA  
ARCH. SERGIO MOSCHEO

ARCHEOLOGIA  
DOTT. CRISTINA BIGAZZI

BIM MANAGER  
GEOM. MIRKO CASAROLI

RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
ING. SANTI CAMINITI

IMPIANTI TECNOLOGICI  
ING. SIMONE VILLA

STUDI TRASPORTISTICI  
ING. ANDREA SPINOSA

VIABILITA' INTERFERENTE E SOTTOSERVIZI  
ING. PIETRO CAMINITI

IDRAULICA E IDROLOGIA  
ING. ANDREA BENVENUTI

DEPOSITO  
ING. GIORGIO COLETTI

ARMAMENTO  
ING. MAURIZIO FALZEA

GEOLOGIA E GEOTECNICA  
DOTT. GEOL. ANTONIO PAONE

TRAZIONE ELETTRICA  
ING. DOMENICO D'APOLLONIO

IMPIANTI MECCANICI  
ING. SALVATORE GIUA

COMMESSA		FASE		LOTTO		WBS		DISCIPLINA		TIPO		NUMERO		REV.	SCALA	NOME FILE					
B	3	8	1	C	D	X	0	0	S	E	G	X	X	X	R	T	0	1	B	-	B381C-D-X00-SEG-XXX-RT-01-B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Ago. 2023	PRIMA EMISSIONE	G. IASEVOLI	A. TORTORELLA	S. CAMINITI
B	Febbr. 2024	AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI VALIDAZIONE	G. IASEVOLI	A. TORTORELLA	S. CAMINITI
C					
D					

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	Scopo del documento .....	3
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
1.3	Definizioni ed Acronimi.....	4
1.3.1	Definizioni .....	4
1.3.2	Acronimi.....	4
1.4	Generalità .....	6
1.5	Caratteristiche dell'esercizio .....	7
1.6	sistemi di posto centrale e gestione della priorità semaforica.....	9
1.7	Aree di Manovra e Posti Periferici di Controllo .....	10
1.7.1	Gestione dei capolinea.....	10
1.7.2	Gestione bivi.....	12
1.7.3	Gestione posti di inversione .....	13
1.7.4	Gestione comunicazioni .....	15
1.7.5	Sottopasso tra fermata Saliceto e Della Croce Coperta .....	16
<b>2</b>	<b>POSTI PERIFERICI DI CONTROLLO .....</b>	<b>17</b>
2.1	Il Controllore Tranviario.....	18
2.1.1	Armadio di controllo .....	18
2.1.2	Funzionamento .....	19
2.1.2.1	Modalità operative .....	19
2.1.2.2	Funzioni del sistema .....	20
2.1.3	Logica di instradamento .....	20
2.1.3.1	Definizioni.....	20
2.1.3.2	Diagramma di stato del percorso .....	22
2.1.3.3	Azzeramento del percorso .....	22
2.2	Gli elementi di campo.....	23
2.2.1	Cassa di manovra.....	23
2.2.2	Segnali.....	24

---

2.2.3	Circuiti di binario .....	25
2.2.4	Antenna VETRA per comunicazione terra bordo.....	26
<b>3</b>	<b>SISTEMA DI AUSILIO ALL'ESERCIZIO .....</b>	<b>28</b>
3.1	Priorità semaforica .....	29
3.2	Requisiti minimi funzionali di localizzazione per l'attuazione della priorità semaforica .....	30
<b>4</b>	<b>ALLEGATI – CERTIFICATI SAFETY .....</b>	<b>32</b>
4.1	Train Stop – ALSTOM PEGASUS .....	32
4.2	Posti Periferici di Controllo – B&R Safety products .....	36
4.3	Progettazione a standard CENELEC 50129:2003 – ELEKTROLINE .....	58
4.4	Cassa di manovra – ELEKTROLINE.....	59
4.5	Circuito di Binario – ELEKTROLINE .....	80

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di descrivere il sistema di segnalamento e i correlati sistemi di localizzazione e priorità semaforica per la Linea Tramviaria di Bologna.

### 1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Premesso che in Italia non esiste una normativa specifica per il settore tramviario che definisca gli aspetti tecnici dei sistemi di radiocomando scambi e dei sistemi di segnalamento, quali ad esempio la tipologia di apparati di radiocomando, i segnali a led con relativa simbologia e colore, la sensoristica sul tracciato ecc., nel corso degli anni i vari capitolati pubblici hanno adottato specificità differenti che sono state applicate alle varie tramvie italiane.

In linea generale quindi, in assenza di una normativa specifica ci si può riferire alle seguenti normative:

per quanto riguarda le condizioni ambientali:

per gli apparati di bordo veicolo

CEI EN 50121-3-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane  
Compatibilità elettromagnetica Parte 3-2: Materiale rotabile –  
Apparecchiature. (2017-05)

CEI EN 50155 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane -  
Materiale rotabile - Equipaggiamenti elettronici. (2018-04)

per gli apparati di terra nell'area del sistema tramviario

CEI EN 50121-4 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane  
Compatibilità elettromagnetica Parte 4: Emissione ed immunità delle  
apparecchiature di segnalamento e telecomunicazioni. (2017-05)

CEI EN 50122-1 Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse Parte 1: Provvedimenti di  
protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra. (2012-  
08)

CEI EN 50122-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti  
fissi Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate  
da sistemi di trazione a corrente continua. (2012-02)

er il posizionamento dei segnali



UNI 7156:2020

Tranvie e tranvie veloci - Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario - Altezza della linea aerea di contatto.

per la sicurezza funzionale:

CEI EN 50129

Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Sistemi di telecomunicazione, segnalamento ed elaborazione - Sistemi elettronici di sicurezza per il segnalamento. (2019-03).

Quest'ultima norma può essere applicabile nelle varie declinazioni, ovvero fermarsi a livello dei dispositivi hardware e sistema operativo oppure estendersi all'applicazione software fino ad arrivare all'intero sistema comprendendo anche attività di installazione e manutenzione.

### 1.3 DEFINIZIONI ED ACRONIMI

#### 1.3.1 Definizioni

Definizione	Significato
Automatic Vehicle Location	Insieme di dispositivi a bordo del veicolo che realizzano la funzione di localizzazione dello stesso e ne valutano lo scartamento rispetto ad un orario teorico
Automatic Vehicle Location System	Sistema di localizzazione realizzato dai sistemi di localizzazione di ciascun rotabile della flotta e dal sistema di monitoraggio a posto centrale
Automatic Vehicle Monitoring	Insieme di dispositivi del Posto Centrale di Controllo incaricati di monitorare individualmente la posizione di ciascun veicolo della flotta
Posto Centrale di Controllo	Insieme di dispositivi localizzati nelle sale del deposito di Borgo Panigale che consentono l'operatività e la manutenzione della linea tranviaria
Posto Periferico di Controllo	Insieme di dispositivi localizzati in prossimità delle aree di manovra atti a controllare la libera percorrenza della stessa
Sistema di Ausilio all'Esercizio	Sottoinsieme del Posto Centrale di Controllo dedicato alla operatività della linea tranviaria

TABELLA 1: DEFINIZIONI

#### 1.3.2 Acronimi

Acronimo	Definizione
AVL	Automatic Vehicle Location
AVLS	Automatic Vehicle Location System
AVM	Automatic Vehicle Monitoring
CDB	Circuito di Binario
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano

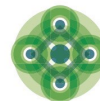


Comune di Bologna

SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA  
(TRATTO NORD LINEA VERDE)

**- PROGETTO DEFINITIVO**

CUP: F31D21000020001



Sostenibilità  
è Bologna

GPS	Global Positioning System
LTE	Long Term Evolution
PCC	Posto Centrale di Controllo
PLC	Programmable Logic Controller
PPC	Posto Periferico di Controllo
PPI	Point Position Indicator
SAE	Sistema di Ausilio all'Esercizio
SG	Stop and Go
SIL	Safety Integrity Level
UNI	Ente Nazionale Italiano Unificazione
UTC	Urban Traffic Controller

TABELLA 2: ACRONIMI

## 1.4 GENERALITÀ

La linea verde si sviluppa in direzione nord da Piazza dell'Unità fino al capolinea Corticella SFM per una lunghezza di 5506,39 m, a cui si aggiunge il capolinea Mille con relativa interconnessione alla Linea Rossa.

La linea si sviluppa a doppio binario con marcia destra lungo tutto il tracciato a meno delle aree di manovra presenti nei seguenti punti singolari

- Biforcazioni
  - in corrispondenza dell'ingresso della Rimessa Via Bentini
  - in corrispondenza dell'interconnessione con Linea Rossa in Piazza dell'Unità
- Comunicazioni doppie in corrispondenza dei capolinea
  - Terminal Mille
  - Terminal Corticella SFM
- Comunicazioni semplici:
  - Via Corticella, in prossimità della Fermata Saliceto
  - Via Corticella, in prossimità della Fermata Pinardi

Al di fuori dei punti singolari la circolazione dei tram è supervisionata da un Sistema di Aiuto all'Esercizio (SAE) localizzato nell'edificio del Posto Centrale di Controllo nel deposito di Borgo Panigale, previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della Linea Rossa, che attraverso il modulo AVM (Automatic vehicle monitoring) segue la localizzazione della flotta e ne garantisce una operatività fluida.

Entro i punti singolari alle funzionalità del SAE si aggiungono i sistemi dei Posti Periferici di Controllo che si occupano di prevenire conflitti nelle aree di manovra.

## 1.5 CARATTERISTICHE DELL'ESERCIZIO

La gestione della circolazione avviene su base oraria.

L'operatore del PCC con funzioni di supervisione avrà a disposizione un collegamento radio con ciascun veicolo per inviare le opportune informazioni al conducente. Il conducente dovrà rispettare l'orario di servizio e condurre il veicolo secondo il regime di guida a vista.

La circolazione lungo la tramvia è fondamentalmente basata sul principio della marcia a vista.

La guida a vista impone al Conducente di procedere in modo da poter fermare prontamente il veicolo nel tratto di visuale libera appena se ne manifesti il bisogno, ed egli è quindi responsabile dell'osservanza dei segnali disposti lungo il tracciato e della distanza tra il proprio veicolo e quello che lo precede.

Tale guida a vista sarà integrata da dispositivi di ausilio quali i segnali a cui il conducente dovrà attenersi per la conduzione del veicolo, ma che comunque non lo sollevano dalle sue responsabilità.

Il senso di normale circolazione dei veicoli prevede la marcia a destra.

L'esecuzione di ogni instradamento prevede tre fasi, ciascuna delle quali viene espletata mediante un certo numero di azioni. Tali fasi sono:

**Prenotazione** avviene tramite transito su un'apposita antenna per la richiesta accesso / comando scambi.

**Verifica** Tale azione viene effettuata dal PPC e consiste nella verifica che non siano in atto prenotazioni o attuazioni di instradamenti conflittuali con quello richiesto.

**Attuazione** Inizia con la movimentazione del Tram e termina con l'occupazione dell'ultimo CDB presente lungo la rotta. Durante l'attuazione avviene la movimentazione da parte del PPC delle casse di manovra elettriche.

Dal momento in cui inizia l'attuazione di un instradamento a quando lo stesso termina, vengono bloccati tutti gli instradamenti con esso incompatibili. Una eventuale prenotazione di instradamento incompatibile con quello in atto o di una rotta già impegnata/prenotata viene presa in consegna dal PPC, memorizzata con criterio FIFO (First In, First Out) e soddisfatta solo al termine dell'instradamento in atto.

Le relazioni tra il sistema di segnalamento tranviario e quello di regolazione semaforica del traffico urbano non sono soggette a sincronizzazione stretta. In particolare, lo stato della semaforizzazione non può in alcun caso essere condizionante per l'aspetto dei segnali di protezione tranviari. Il conducente è tenuto quindi a rispettare entrambe le indicazioni provenienti sia dai segnali di

protezione tranviari scambi sia dai semafori di regolazione del traffico urbano, e, anche in caso di discordanza tra di essi, ad attuare il provvedimento più restrittivo.

## 1.6 SISTEMI DI POSTO CENTRALE E GESTIONE DELLA PRIORITÀ SEMAFORICA

Per assistere il conducente ed assicurare la regolarità del servizio il sistema di SAE si basa sulle informazioni che il modulo di monitoraggio di posizione dei tram AVM riceve ogni 5 secondi dai sistemi di localizzazione AVL a bordo di ciascun rotabile.

Il sistema di localizzazione a bordo del veicolo AVL opera una geolocalizzazione attraverso il sistema GPS, ed il meccanismo di trasmissione è garantito da una connessione dati via rete cellulare. Per consentire di determinare sempre con sufficiente accuratezza la propria posizione, ad esempio dove il segnale GPS non è di qualità apprezzabile, il sistema AVL potrà utilizzare meccanismi quali la navigazione stimata (dead reckoning), la guida inerziale o l'uso di odometri. Il sistema di localizzazione non prevede l'installazione di boe lungo il tracciato.

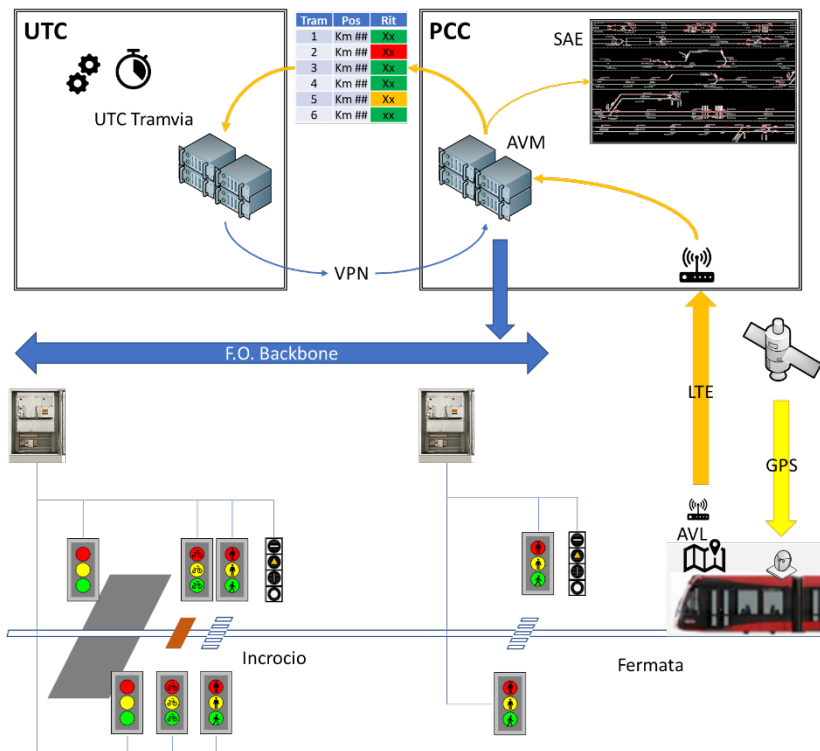


Figura 1: Schema funzionale del sistema di priorità semaforica

L'informazione di posizione di ciascun tram della flotta presente sulla rete, unitamente al relativo indicatore di puntualità, viene trasmessa dal sistema SAE al sistema di controllo del traffico cittadino UTC, dove il sistema di centralizzazione degli impianti semaforici OMNIA fornito dalla ditta SWARCO-MIZAR attualmente in uso, utilizza l'informazione ricevuta attraverso il modulo previsionale dell'UTC tranvia per gestire la priorità semaforica ed informare il tram in arrivo con l'accensione di una lanterna bianca aggiuntiva che prima di impegnare l'incrocio il semaforo sarà disposto al verde.

Attraverso questo meccanismo il sistema di priorità semaforica assicura al tram l'onda verde, così da evitare di fermarsi e ripartire agli incroci, in modo da salvaguardare il rispetto dell'orario teorico e fornire un servizio regolare agli utenti.

Laddove coesistano sistemi semaforici e zone di manovra, come nei casi dei “torna indietro”, il conducente dovrà prestare attenzione ad entrambe le segnalazioni, sia semaforiche che tranviarie, ed attuare la condotta più restrittiva.

## 1.7 AREE DI MANOVRA E POSTI PERIFERICI DI CONTROLLO

In aggiunta al SAE, per la gestione delle aree di manovra lungo linea è previsto l’impiego di Posti Periferici di Controllo per il segnalamento tranviario che regolino l’accesso contemporaneo a tali aree.

Con eccezione dei posti di comunicazione, l’accesso alle aree di manovra avviene a fronte di una richiesta di accesso emessa dal tram indicante anche la posizione eventualmente richiesta per la cassa di manovra presente sul percorso.

L’accesso all’area di manovra e l’impegno delle risorse necessarie al transito del tram sulla stessa, quali gli scambi, viene preso in carico da un controllore che soddisfa i requisiti di sicurezza (SIL3 secondo la norma Cenelec EN501258) necessari a tali funzioni ed installato in prossimità dell’area di manovra esternamente alla banchina di fermata.

Per i posti di comunicazione, che sono tutti impegnati prendendo il deviatore di calcio con una cassa di manovra che non può essere manovrata elettricamente, l’accesso ed il transito nell’area di manovra avvengono sotto responsabilità del conducente, previa segnalazione dello stato di servizio (nominale o provvisorio) attuata mediante un apposito segnale.

Nei seguenti paragrafi viene fornita una descrizione sommaria dell’operatività su ciascuna tipologia di area di manovra.

### 1.7.1 Gestione dei capolinea

Da un punto di vista del segnalamento, la configurazione dei capolinea è la stessa per le due casistiche riscontrabili sulla linea verde (Capolinea Mille, Capolinea Corticella SFM).

Tale configurazione è la stessa riscontrabile su altre tranvie italiane.

I tram possono entrare nell’area di manovra dalla linea attraverso il solo punto di entrata, o dai punti di inversione cabina. Non sono previsti rientri nell’area di manovra dal punto di uscita in linea, né invii di rotabili verso il punto di entrata.

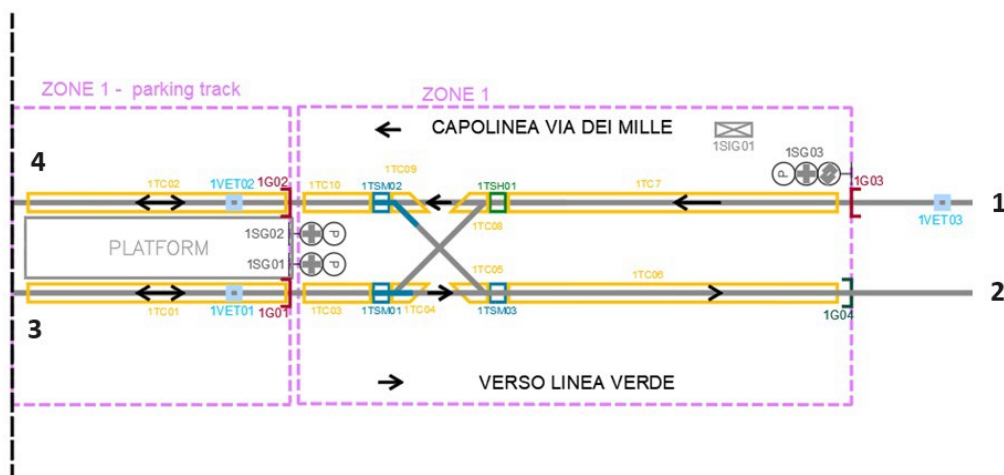


FIGURA 2: PIANO SCHEMATICO TIPOLOGICO DEI CAPOLINEA DELLA LINEA VERDE

I punti di ingresso nell'area di manovra sono dotati di segnale di protezione, completo di indicatore di prenotazione e di istradamento e di dispositivo richiesta accesso.

La cassa di manovra in corrispondenza del punto di ingresso è manovrata elettricamente, le casse di manovra in corrispondenza con i punti di inversione cabina sono tallonabili, prive di manovra elettrica ed orientate con un ritorno a molla automatico verso il punto di uscita in linea, mentre la cassa di manovra in corrispondenza del punto di uscita è tallonabile e priva di manovra elettrica.

I dispositivi di rilevazione rotabile sono realizzati con circuiti di binario.

A protezione dell'area di manovra, sono stati predisposti due circuiti di binario in corrispondenza delle aree di inversione cabina per prevenire situazioni di disservizio conseguenti ad invii accidentali su binari già occupati e tre circuiti di binario in corrispondenza delle casse di manovra che possono essere percorse di punta, così da potere automatizzare la ripartenza dei controllori a seguito di anomalie.

Non è prevista la sincronizzazione dei segnali di protezione tranviari con i semafori

ID. ROTTA	DIREZIONE		Da	1	4	1	3
		Da	A	4	2	3	2
1-4	IN	1	4				
4-2	OUT	4	2				
1-3	IN	1	3				
3-2	OUT	3	2				

TABELLA 3: MATRICE DELLE INCOMPATIBILITÀ PER I CAPOLINEA



### 1.7.2 Gestione bivi

I bivi consentono di suddividere la linea in due direttrici e realizzare quindi due servizi che condividono un tratto comune.

Da un punto di vista del segnalamento, la configurazione dei bivi si può configurare come la somma di una biforcazione ed una confluenza.

Nella biforcazione il tram entra attraverso il punto di ingresso a ed esce attraverso i punti di uscita b e b'. Nella confluenza il tram entra attraverso i punti di ingresso c e c' ed esce attraverso il punto di uscita d. Non sono previste manovre di rientro nell'area di manovra dai punti di uscita.

I punti di ingresso nell'area di manovra sono dotati di segnale di protezione completo di indicatore di prenotazione e di dispositivo richiesta accesso.

In aggiunta, il punto di ingresso nella biforcazione di istradamento è dotato di segnale di istradamento.

La cassa di manovra in corrispondenza della biforcazione è manovrata elettricamente, la cassa di manovra in corrispondenza della confluenza è tallonabile.

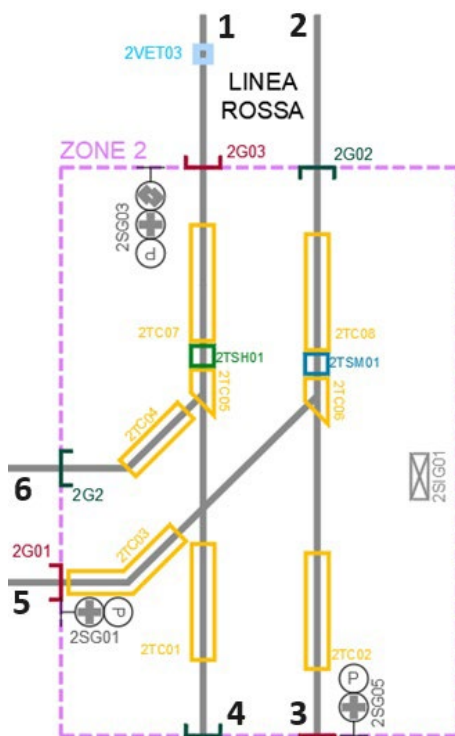


FIGURA 3: PIANO SCHEMATICO DI UN BIVIO

I dispositivi di rilevazione rotabile sono realizzati con circuiti di binario.

A protezione dell'area di manovra, è stato predisposto un circuito di binario in corrispondenza della cassa di manovra della biforcazione, così da potere automatizzare la ripartenza dei controllori a seguito di anomalie.

Non è prevista la sincronizzazione dei segnali di protezione tranviari con i semafori

ID. ROTTA	DIREZIONE		Da	1	5	1	3
		Da	A	6	2	4	2
1-6	IN	1	6				
5-2	OUT	5	2				
1-4	IN	1	4				
3-2	OUT	3	2				

TABELLA 4 MATRICE DELLE INCOMPATIBILITÀ PER I BIVI

Gli istradamenti c'd e cd, compatibili con l'istradamento ab non sono effettuabili simultaneamente poiché convergenti.

### 1.7.3 Gestione posti di inversione

I posti di inversione sono configurazioni in cui uno scambio consente di indirizzare un rotabile verso una convergenza con il binario in senso opposto, consentendo di effettuare un servizio ridotto per i veicoli in provenienza dal punto a senza cambiare cabina di guida.

Nell'area di manovra dell'anello di rientro il tram può entrare attraverso il punto di ingresso dell'anello o attraverso il punto di ingresso del percorso di ritorno.

I tram che entrano nell'anello attraverso il punto di ingresso possono proseguire verso il punto di uscita o rientrare attraverso il punto di uscita del percorso di ritorno.

I tram che entrano nell'anello attraverso il punto di ingresso del percorso di ritorno possono solo uscire attraverso il punto di uscita del percorso di ritorno.

Non sono previsti rientri nell'area di manovra dai punti di uscita.

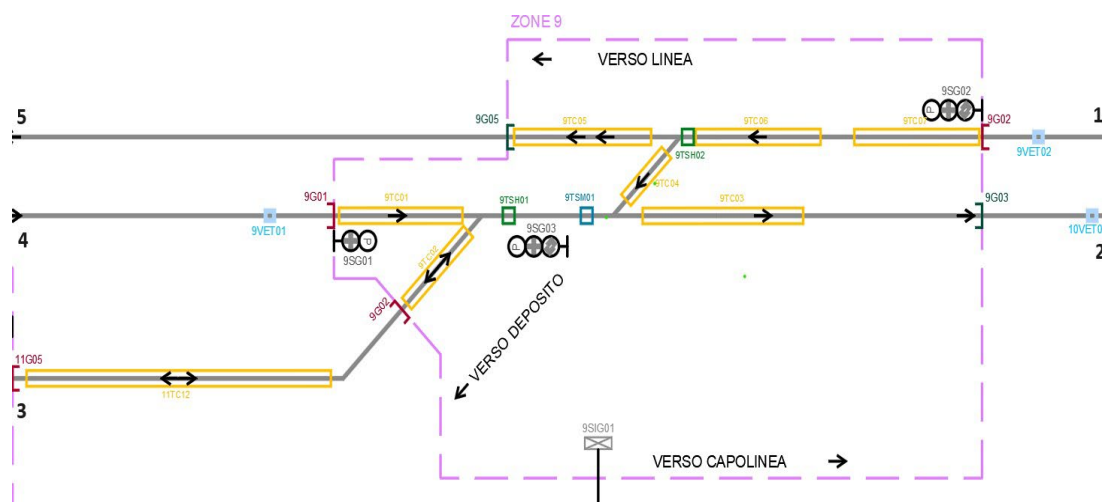


FIGURA 4: PIANO SCHEMATICO DI UN POSTO DI INVERSIONE

Il punto di ingresso dell'anello è dotato di segnale di protezione completo di indicatore di prenotazione e indicatore di direzione e di dispositivo richiesta accesso.

Il punto di ingresso del percorso di ritorno è dotato di segnale di protezione completo di indicatore di prenotazione e di dispositivo richiesta accesso.

La cassa di manovra in corrispondenza del punto di ingresso nell'anello è manovrata elettricamente, la cassa di manovra sul percorso di ritorno è tallonabile e di tipo puramente meccanico, ovvero priva di manovra elettrica.

I dispositivi di rilevazione rotabile sono realizzati con circuiti di binario.

A protezione dell'area di manovra, è stato predisposto un circuito di binario in corrispondenza della cassa di manovra all'ingresso dell'anello, così da potere automatizzare la ripartenza dei controllori a seguito di anomalie.

Non è prevista la sincronizzazione dei segnali di protezione tranviari con i semafori

ID. ROTTA	DIREZIONE		Da	1	1	3	4
		Da	A	5	3	2	2
1-5	IN	1	5				
1-3	OUT	1	3				
3-2	IN	3	2				
4-2	OUT	4	2				

TABELLA 5: MATRICE DELLE INCOMPATIBILITÀ PER I PUNTI DI INVERSIONE

#### 1.7.4 Gestione comunicazioni

I posti di comunicazione sono i punti in cui, attraverso due scambi coniugati, è possibile invertire il senso di marcia per eseguire, ad esempio, un servizio ridotto, o provvisorio. I posti di comunicazione sono detti “rovesciati” quando lo scambio è posizionato nel verso opposto alla direzione di percorrenza e sarà quindi normalmente preso “di calcio”.

Da un punto di vista del segnalamento, la configurazione posti di comunicazione rovesciati è la stessa per le tre casistiche riscontrabili sulla linea verde. Da un punto di vista operativo, i posti di comunicazione sono posti in prossimità di una fermata, così da consentire le operazioni di carico e scarico passeggeri in concomitanza con un servizio ridotto, o “provvisorio”.

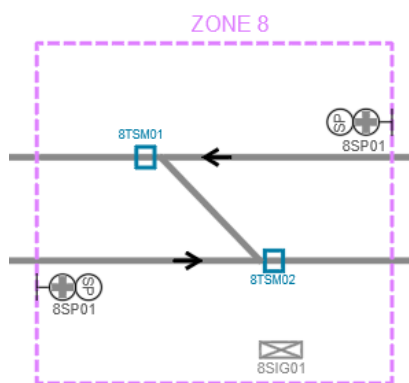


FIGURA 5: PIANO SCHEMATICO DI UN POSTO DI COMUNICAZIONE ROVESCIATO

Prima di entrare nell’area di manovra in un posto di comunicazione rovesciato, il conducente dovrà prestare attenzione all’attivazione del servizio provvisorio, che sarà segnalato attraverso un apposito segnale visibile in testa alla banchina.

Quando il servizio provvisorio è attivo, il tram supererà la cassa di manovra tallonandola, si arresterà, effettuerà il cambio cabina e rientrerà verso la direzione di provenienza trovandola orientata in direzione corretta in virtù del rientro automatico a molla. La manovra sarà effettuata interamente sotto responsabilità del conducente, che si assicurerà visivamente dell’assenza di altri veicoli nell’area di manovra, e pertanto per questa configurazione non esiste la matrice delle incompatibilità non è gestita dal posto periferico di controllo. Quando il servizio provvisorio non è attivo, il tram proseguirà il regolare servizio oltre lo scambio; pertanto, in condizioni di normalità di esercizio i tram talloneranno sempre gli scambi con manovra meccanica e ritorno a molla.

Il segnale di servizio provvisorio potrà essere attivato manualmente dal primo tram che effettuerà il servizio ridotto o remotamente da Posto Centrale, e disattivato con le stesse modalità.

Il posto periferico di controllo avrà la funzione di monitorare l'efficienza della cassa di manovra in modo da prevenire svii accidentali. La presenza di problemi di efficienza della cassa di manovra sarà notificata al conducente mediante l'accensione di un segnale di allarme ed all'operatore di posto centrale che provvederà a sospendere il servizio per accertare la natura di tali problemi.

Si precisa che trattandosi di casse di manovra normalmente percorse di calcio, e percorse di punta solo in fase di manovra di inversione con partenza da fermo dopo un cambio cabina, il controllo di efficienza eseguito sulla posizione non ha fini di sicurezza, ma unicamente diagnostici. Il controllo viene eseguito attraverso appositi tiranti.

Nella zona 12 e zona 3 sono presenti comunicazioni "non rovesciate", le modalità di esercizio di tali zone saranno sviluppate in fase esecutiva secondo le esigenze della Stazione Appaltante.

#### *1.7.5 Sottopasso tra fermata Saliceto e Della Croce Coperta*

Nel sottopasso il sistema di segnalamento è integrato con un sistema di controllo presenza acqua da installarsi all'interno dell'area coperta, il cui intervento interdice il transito dei veicoli attraverso i segnali di attivazione rotta posti agli ingressi dell'area coperta. Ai fini della sicurezza, il sistema di controllo presenza acqua è realizzato mediante la messa in opera di due sensori installati all'interno dell'area coperta. Tali sensori, in grado di rilevare la presenza anche di solo 2-3 cm di acqua dal piano del ferro, sono collegati ai rispettivi trasduttori che convertono il segnale in un contatto rilevato dal sistema attraverso due ingressi digitali in sicurezza (fail safe). Gli stati degli ingressi digitali sono visualizzati al Posto Centrale di Controllo come allarmi sulla pagina del sottopasso: in questo modo gli operatori del PCC possono informare i conducenti dei mezzi dell'intransitabilità del sottopasso. Funzionalmente, quindi, l'impianto di segnalamento segnala in modo automatico al conducente l'inibizione dell'accesso dei veicoli alla tratta coperta del sottopasso in condizioni di emergenza (superamento di un predefinito livello delle acque presenti)

## 2 POSTI PERIFERICI DI CONTROLLO

Il transito dei tram all'interno delle aree di manovra in cui è possibile il loro passaggio da un binario all'altro o in cui tram operanti in senso opposto condividono una stessa rotaia è regolato da un controllore tranviario.

Gli elementi che compongono un posto periferico di controllo ed assoggettati al controllore tranviario sono

- Segnali tranviari
  - Segnali di protezione (Stop/Go) con indicazione di prenotazione
  - Segnali di protezione (Stop/Go) con indicazione di prenotazione e direzione di istradamento
  - Segnali di attivazione servizio provvisorio nel caso di posti di comunicazione
- Sistemi di rilevazione veicoli entro le zone controllate
  - Circuiti di Binario
- Casse di manovra
  - motorizzate con azionamento elettroidraulico, con ammortizzatore idraulico per frenare lo spostamento degli aghi e controlli di posizione su tiranti di controllo indipendenti dai tiranti di manovra per gli scambi in linea che ammettano una selezione di rotte alternative
  - tallonabili con ritorno a molla automatico nella posizione predefinita per casse prese di calcio con un istradamento obbligato quando prese di punta
  - motorizzate con azionamento elettroidraulico con ammortizzatore idraulico per frenare lo spostamento degli aghi e controlli di posizione sui tiranti di manovra per gli scambi in deposito che ammettano una selezione di rotte alternative
- Sistema di richiesta di accesso / manovra scambi
  - Antenna Vetra posizionata a terra prima del segnale di protezione

Il sistema di segnalamento è completato dalla presenza di un dispositivo di “uomo morto” a bordo che sarà oggetto della specifica del materiale rotabile.

## 2.1 IL CONTROLLORE TRANVIARIO

Il controllore tranviario è realizzato da un PLC certificato per l'utilizzo in applicazioni SIL3.

Il livello SIL3 è richiesto per garantire in sicurezza che la cassa di manovra non si muova sotto un tram in transito o che non sia possibile attuare due rotte in conflitto che possano permettere una collisione tra tram.

Per soddisfare il requisito SIL3, saranno installati due circuiti di binario e la sequenza di passaggio sarà controllata dalla parte di sicurezza del PLC.

Il sistema è progettato come Fail-safe, in modo che il guasto di una parte critica non causi un incidente.

In caso di guasto del sistema, il sistema passa alla modalità di inibizione di emergenza in caso di malfunzionamento del sistema di sicurezza.

Il PLC è montato su barra DIN, e attraverso appositi moduli di controllo può essere configurato per controllare in sicurezza gli elementi di campo.

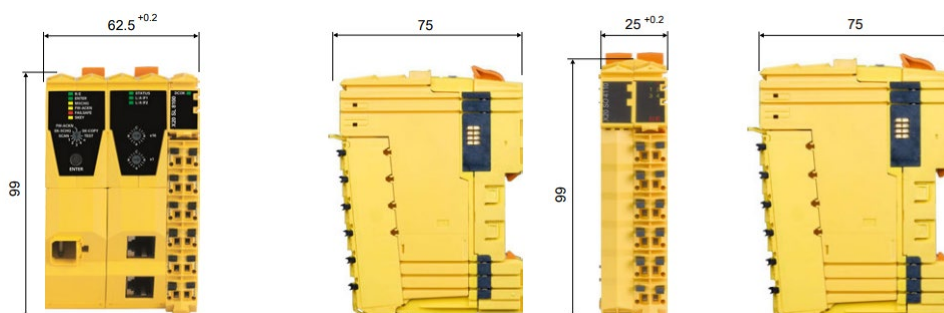


FIGURA 6: CONTROLLORE SIL3 E RELATIVI MODULI DI CONTROLLO

### 2.1.1 Armadio di controllo

Il controllore è racchiuso in un armadio che contiene tutti i componenti di interfaccia del posto periferico di controllo. L'armadio di controllo è alimentato in assoluta continuità attraverso la distribuzione a 230Vac del quadro di fermata e nell'armadio avviene tutta la distribuzione dell'energia agli enti controllati

- Alloggiamento IP65 PolySafe
- Dispositivi e interfacce per il sistema di comunicazione Vetra
- Attrezzature BRC per circuiti di binario
- Uscite per la lampada di segnalazione PPI
- Interfaccia per il controllo della cassa di manovra, compreso il contattore per il motore

- HMI - Pannello tattile da 15 pollici con visualizzazione opzionale
- Pulsanti a sfioramento - commutazione tra gli stati operativi (Normale, Tutto bloccato, Inibizione di emergenza)
- Modem di comunicazione remota
- Convertitore a 230V AC con presa di corrente
- 5 contatti relè senza tensione (riserva per l'interfaccia)
- Contatto porta
- Misura della temperatura

## 2.1.2 Funzionamento

### 2.1.2.1 Modalità operative

Il sistema può essere commutato tra tre modalità operative.

Modalità	Descrizione	Passaggio alla modalità
Normale (NORM)	Il sistema è in stato di funzionamento Almeno uno dei segnali è attivo	Dopo aver premuto il pulsante NORM all'interno dell'armadio (solo dallo stato AB) Utilizzando manualmente il pulsante sul pannello a sfioramento HMI nell'armadio (solo dallo stato AB) Automaticamente (funzione SAR) - solo dallo stato AB
Tutti bloccati (AB)	Il sistema non è in stato di funzionamento Causato da un errore operativo Tutti i segnali hanno la faccia scura, il segnale P80 lampeggia	Per errore di funzionamento Dopo aver premuto il pulsante AB all'interno dell'armadio Utilizzando manualmente il pulsante sul pannello a sfioramento HMI dell'armadio Dopo il ciclo di riaccensione del sistema
Inibizione di emergenza (EI)	Il sistema non è in stato di funzionamento Causato da un errore di un componente critico del sistema (PLC, segnali, rilevatori di punti di commutazione) Tutti i segnali hanno la faccia scura	Per errore del componente Dopo aver premuto il pulsante EI all'interno dell'armadio Utilizzando manualmente il pulsante sul pannello a sfioramento HMI dell'armadio

TABELLA 6: MODALITÀ E CONDIZIONI OPERATIVE



Funzione SAR (System Automatic Recovery) - La funzione ripristina automaticamente lo stato operativo a NORM. Per portare automaticamente il sistema a NORM, tutti i circuiti di binario della zona devono essere liberi per 60 secondi. Durante questo periodo, nessun tram può attraversare la zona.

#### 2.1.2.2 Funzioni del sistema

- Comunicazione con il tram
- Controllo cassa di manovra elettrica
- Rilevamento della posizione della cassa di manovra.
- Rilevamento del tram in un'area controllata
- Blocco della cassa di manovra
- Visualizzazione della posizione della cassa di manovra sul segnale
- Visualizzazione del segnale STOP/GO sul segnale
- Registrazione dei dati sul traffico
- Impostazione dei parametri per il riscaldamento
- Indicazione degli allarmi
- Monitoraggio dello stato di tutti i componenti
- Raccolta e invio di dati per il monitoraggio remoto

#### 2.1.3 Logica di instradamento

##### 2.1.3.1 Definizioni

Termine	Definizione
PERCORSO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Il PERCORSO è il movimento consentito dei tram all'interno della ZONA DI MANOVRA</li><li>• Le rotte sono definite in un disegno di layout del sistema.</li></ul>
Percorso COMPATIBILE con un altro percorso	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gli itinerari sono COMPATIBILI se è sicuro guidare con il tram su tutti gli itinerari all'interno della zona contemporaneamente senza rischiare collisioni.</li></ul>
Percorso INCOMPATIBILE con un altro percorso	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gli itinerari sono COLLIDENTI se esiste un rischio di collisione su tutti gli itinerari all'interno della zona nello stesso momento.</li></ul>
RICHIESTA DI PERCORSO	<ul style="list-style-type: none"><li>• La RICHIESTA DI PERCORSO è un comando che il tram invia per creare un PERCORSO per il movimento di sicurezza attraverso la ZONA DI MANOVRA</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Il comando può essere inviato automaticamente o manualmente.</li> </ul>
SEGMENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Insieme di elementi del sistema per la costruzione di percorsi</li> <li>● Circuiti di binario, direzioni dei punti di commutazione, rilevamento di altri elementi, ecc.</li> </ul>
ZONA DI MANOVRA	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La ZONA DI MANOVRA è l'area controllata dal sistema di segnalazione.</li> <li>● La ZONA DI MANOVRA è delimitata dai suoi PUNTI DI ACCESSO.</li> </ul>
PUNTI DI ACCESSO	<ul style="list-style-type: none"> <li>● I PUNTI DI ACCESSO sono i punti di ingresso/uscita nella ZONA DI MANOVRA.</li> </ul>
PUNTO DI INGRESSO	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Il PUNTO DI INGRESSO è il punto di partenza del percorso, attraverso cui il tram entra nella ZONA DI MANOVRA</li> </ul>
PUNTO DI USCITA	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Il PUNTO DI USCITA è il punto in cui termina il percorso, attraverso cui il tram lascia la ZONA DI MANOVRA</li> </ul>
SEGNALE DI Protezione	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Il segnale di Protezione è il segnale di ingresso principale alla ZONA DI MANOVRA</li> <li>● Il segnale di via libera significa che il percorso è pronto per l'ingresso.</li> <li>● Il segnale di stop indica che il PERCORSO non è pronto per il passaggio.</li> </ul>

Tabella 4: Definizioni

### 2.1.3.2 Diagramma di stato del percorso

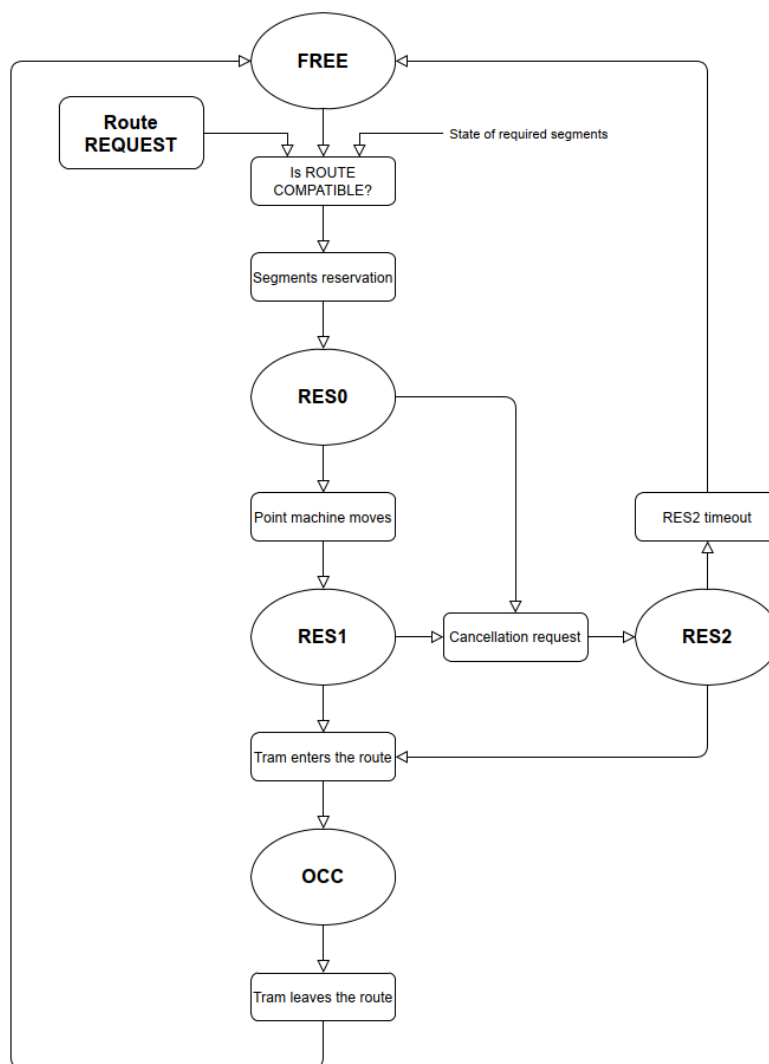


Figura 2: Diagramma di stato del percorso

### 2.1.3.3 Azzeramento del percorso

Il percorso può essere annullato per qualsiasi motivo. Per l'annullamento, la rotta deve trovarsi nello stato RES0 o RES1. Dopo un reset, l'intervallo RES2 inizia a scorrere. Il timeout RES2 viene utilizzato per evitare che il percorso venga annullato appena prima dell'arrivo del tram, che non sarebbe in grado di fermarsi. Se un tram entra nel percorso durante il timeout RES2, il percorso non viene annullato, ma passa allo stato OCC. Se il tram non entra nel percorso durante il timeout RES2, il percorso passa allo stato FREE.

L'azzeramento del percorso cancellerà anche tutte le richieste di percorso.

La cassa di manovra è bloccata se il percorso si trova nello stato RES2 e viene sbloccata quando il percorso passa allo stato FREE.

## 2.2 GLI ELEMENTI DI CAMPO

### 2.2.1 Cassa di manovra

Per il presente progetto è previsto l'utilizzo di casse di manovra di tipo a montaggio centrale, interno ai binari.

Per la linea Verde del Tram di Bologna si prevede l'utilizzo di due tipi di casse di manovra a seconda del loro utilizzo:

- motorizzate con azionamento elettroidraulico, con ammortizzatore idraulico per frenare lo spostamento degli aghi e controlli di posizione su tiranti di controllo indipendenti dai tiranti di manovra per gli scambi in linea che ammettano una selezione di rotte alternative (TSH100)
- tallonabili con ritorno a molla automatico nella posizione predefinita per casse prese di calcio con un istradamento obbligato quando prese di punta (TSM070).

Le due tipologie appartengono alla stessa serie di prodotto, e condividono gli stessi componenti per le funzionalità comuni, al fine di ottimizzare la loro manutenzione durante il ciclo di vita.


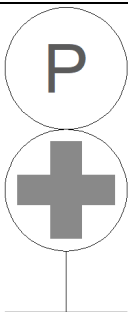
Le casse di manovra sono dotate di sensori di posizione finale aghi realizzati con microswitch di prossimità.

I sensori sono posizionati sui tiranti di manovra dovunque sia presente un meccanismo dotato di azionamento, e sui tiranti di controllo per tutte le casse che li prevedano

I tiranti di controllo sono sempre indipendenti tra loro e dai tiranti di manovra e solidali agli aghi del deviatoio, dai quali vengono trascinati nel loro movimento.

Per le loro caratteristiche costruttive e per le esigenze funzionali della linea, tutte le casse di manovra sono tallonabili, pertanto la velocità di transito sul deviatoio è sempre limitata a 15km/h.

## 2.2.2 Segnali

<p>Il segnale PPI (Point Position Indicator) mostra le seguenti informazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luce superiore: Il segnale "P" informa il conducente che è stata ricevuta la richiesta di passaggio.</li> <li>• Luce centrale: I segnali F0/F1 informano il macchinista se è consentito andare (F1) oltre il segnale di STOP davanti al segnale (F0).</li> </ul> <p>Luce inferiore: Le frecce SINISTRA/DESTRA informano il conducente sulla posizione del punto. Se non c'è nessuna riga che brilla, la cassa di manovra è in posizione centrale.</p>	 <p><b>FIGURA 7: SEGNALE PPI</b></p>
<p>Il segnale SG (Stop Go) mostra le seguenti informazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luce superiore: Il segnale "P" informa il conducente che è stata ricevuta la richiesta di passaggio.</li> <li>• Luce inferiore: I segnali F0/F1 informano il macchinista se è consentito andare (F1) oltre il segnale di STOP davanti al segnale (F0).</li> </ul>	 <p><b>FIGURA 8: SEGNALE SG</b></p>

I segnali sono basati sulla tecnologia LED, che offre una visibilità molto chiara anche su lunghe distanze e in condizioni di luce sfavorevoli (ad esempio, sole diretto).

La lampada di segnalazione PPI è alimentata a 24 V CC dall'armadio di comando. Tutti gli aspetti possono essere regolati in base alle condizioni di illuminazione circostante. Tutti gli aspetti sono dotati di monitoraggio della corrente, che viene utilizzato per rilevare un guasto della lampada.

I segnali hanno un diametro di 200 mm e un grado di protezione IP55.

### 2.2.3 Circuiti di binario

Il circuito di binario è un circuito risonante utilizzato per rilevare un tram. Il tram viene rilevato in base a un cortocircuito dell'asse del veicolo in combinazione con la massa di ferro del telaio del veicolo.

Il circuito di binario è delimitato da due trecce di corto circuito che definiscono la dimensione del circuito di binario e dal condensatore che si trova al centro. La dimensione del condensatore influisce sulle capacità di rilevamento del circuito di binario.

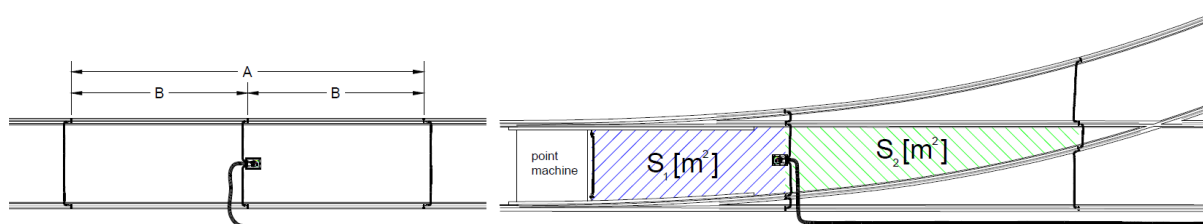


FIGURA 9A: SCHEMA TIPICO REALIZZATIVO DI UN CIRCUITO DI BINARIO IN RETTILINEO E NELL'AREA DEI DEVIATOI

Esternamente, il circuito di binario si manifesta per la sola presenza della cassetta di alloggiamento del condensatore, che può essere posizionata centralmente in mezzo ai binari, oppure lateralmente in corrispondenza dei collegamenti con la rotaia

Il circuito di binario comprende anche un'unità di valutazione situata nell'armadio di controllo, che eccita il circuito di binario e valuta il rilevamento.

L'unità di valutazione BRC può essere installata in configurazione singola, consentendo di raggiungere un livello di sicurezza pari a SIL2 sulla funzione di rilevamento veicolo, o in configurazione duale (BRC/DCS) in cui la presenza di un mutuo controllo tramite relè tra le unità di valutazione e la gestione a livello di controllore dei due segnali complementari BRC STATUS e EMERGENCY INHIBIT consente di raggiungere un livello di sicurezza sulla funzione di rilevazione del veicolo pari a SIL3.

All'interno del progetto della Verde è utilizzata la configurazione BRC/DCS.

In base a quanto descritto, la certificazione SIL3 della funzionalità di rilevamento veicolo è raggiunta, secondo le definizioni della norma CEI EN 51029, a livello di Specific Application e pertanto in questa sede si produrranno unicamente le certificazioni SIL2 a livello di Generic Product, demandando alle fasi di verifica e validazione di applicazione specifiche la produzione delle evidenze necessarie alla certificazione SIL3.

La posizione esatta del circuito di binario viene nella fase di progettazione del progetto e di chiarimento delle funzioni del sistema.

Al momento dell'installazione del sistema, il circuito di binario viene messo a punto anche selezionando le dimensioni corrette del condensatore. Un circuito di binario correttamente sintonizzato rileva in modo affidabile i tram, ma non gli altri veicoli a motore.

Nel sottopasso tra fermata Saliceto e Della Croce Coperta, al fine di poter posare un idoneo sistema di drenaggio verranno installati circuiti di binario tipo TWC TC (Twincap truck circuit), circuiti di binario che permettono la posa in opera di oggetti metallici all'interno del circuito stesso.

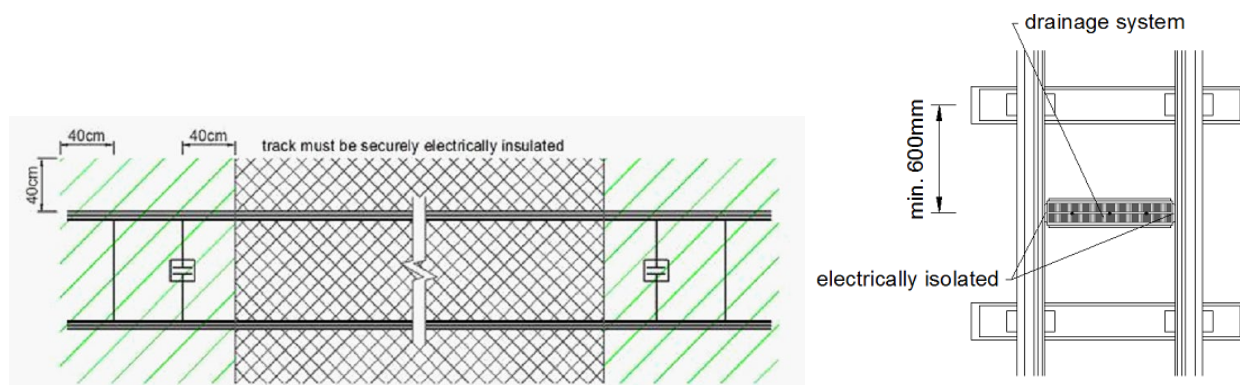


FIGURA 10B: SCHEMA TIPICO REALIZZATIVO DI UN CIRCUITO DI BINARIO TWC CON SISTEMA DI DRENAGGIO

L'area priva di metalli deve essere rispettata alle estremità del circuito di binario, nella parte centrale possono essere presenti oggetti metallici nel binario purchè sia garantito l'isolamento trasversale.

#### 2.2.4 Antenna VETRA per comunicazione terra bordo

Il sistema di comunicazione tram-terra VETRA è un sistema di trasmissione dati via radio a corto raggio che garantisce una trasmissione dati bidirezionale veloce e affidabile tra i tram e i vari sistemi di terra.

Le applicazioni più comuni del sistema sono:

- comando dei sistemi di controllo degli scambi e dei sistemi di segnalamento a bordo del tram
- rilevamento del tram per garantire la priorità del tram, posizionamento nel deposito
- AVLS - Sistema di localizzazione automatica dei veicoli
- invio della posizione e dei limiti di velocità da terra al tram

L'antenna a terra è collegata al controllore di segnalamento tramite una linea RS485 lunga fino a 1km.

La comunicazione avviene tra le antenne VETRA installate a bordo dei tram e le antenne VETRA installate lungo i binari.

Per il login di preferenza verrà utilizzato qualsiasi comando (presenza) del tram sull'area controllata

Il sistema opera nella banda di 2,4GHz, garantendo un raggio di copertura di 2 metri in senso longitudinale alle rotaie e di 1,5 metri in senso trasversale

Il posizionamento dell'antenna di terra è definito in base a criteri di posizionamento relativo rispetto agli altri elementi del sistema di terra e rispetto ad una ipotesi di posizionamento dell'antenna sul rotabile.

Per il progetto della linea Verde è stata presa in considerazione una antenna di bordo installata lungo l'asse del rotabile, distante 1,4m +/- 10% dal primo asse, ed in ogni caso una distanza dall'estremità frontale del veicolo superiore ad 1m, come riportato nella figura seguente.

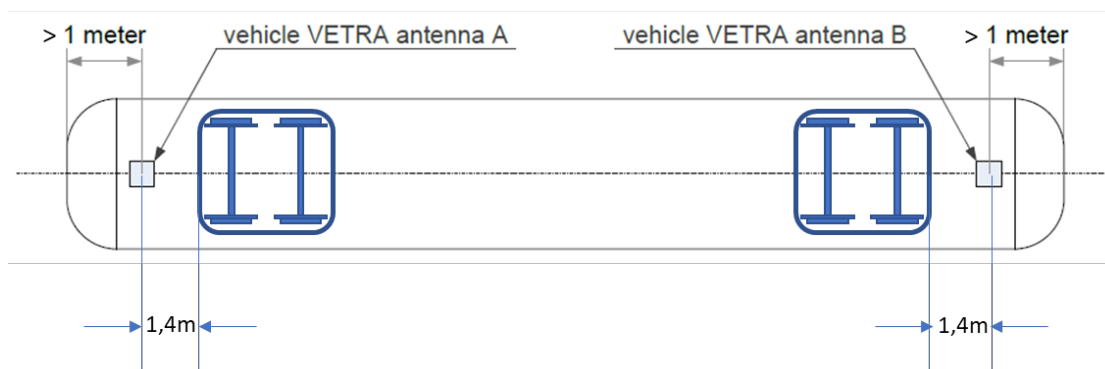


FIGURA 112: POSIZIONE ANTENNA VETRA A BORDO TRAM



### 3 SISTEMA DI AUSILIO ALL'ESERCIZIO

Il sistema di Ausilio all'esercizio (SAE) è uno dei sistemi in cui si articola la postazione di controllo centrale, e si occupa di consentire un elevato grado di automazione alla gestione della linea

Esso si compone di diversi moduli logici che si occupano di recuperare le informazioni rilevanti per l'esercizio dai diversi sottosistemi e presentarli in forma omogenea all'operatore.

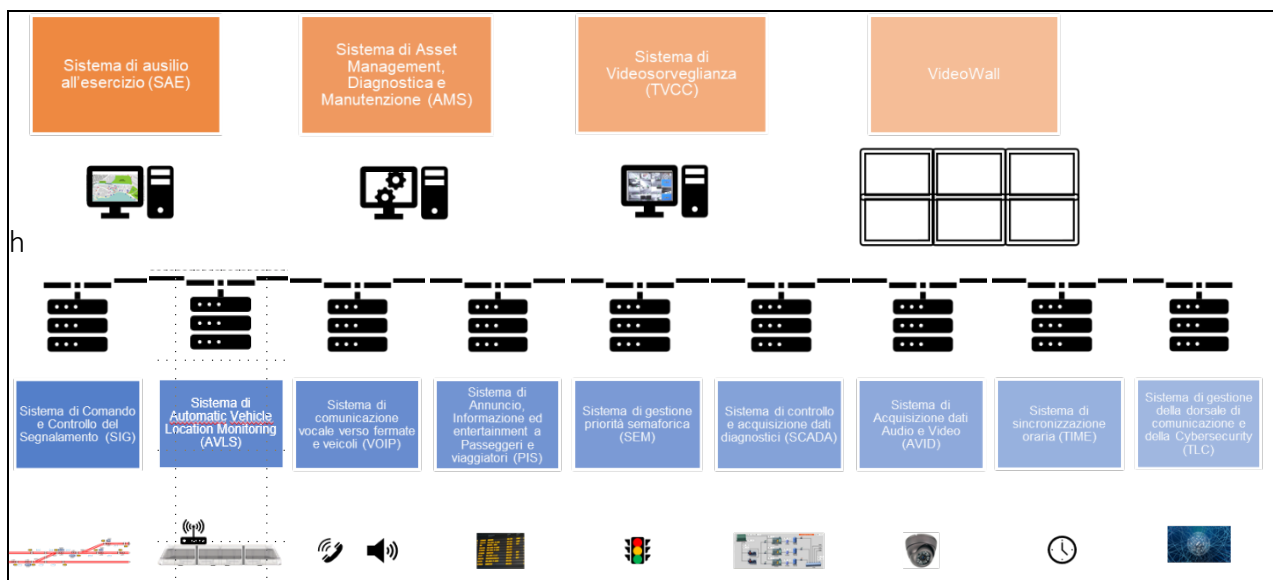


FIGURA 13: COMPOSIZIONE DEI SISTEMI E SOTTOSISTEMI DI POSTO CENTRALE

Sul sistema di ausilio all'esercizio la linea sarà rappresentata attraverso una vista schematica della linea che preveda come nodi sia le fermate che gli incroci semaforici, oltre ai punti singolari della linea quali scambi, deviatori e zone a velocità controllata e su cui sarà possibile tracciare l'avanzamento dei tram attraverso le informazioni scambiate attraverso il modulo di posto centrale AVM del sistema AVLS

Il SAE permette di visualizzare le condizioni del sistema significative per l'esercizio, e di effettuare richieste ai posti periferici di controllo, ma dalla postazione operatore non è possibile influire sulla priorità semaforica.

### 3.1 PRIORITÀ SEMAFORICA

Il sistema di segnalamento tranviario viene completato con un sistema di gestione della priorità semaforica, con il quale non ha tuttavia alcuna relazione funzionale. Tale sistema sarà in linea con quanto già previsto nel progetto della Linea Rossa.

Il sistema di priorità semaforica ha l'obiettivo di garantire la possibilità per il tram di non dover fermarsi e ripartire agli incroci, in modo da salvaguardare il rispetto dell'orario teorico, al fine di fornire un servizio regolare agli utenti.

Il Comune di Bologna è dotato del sistema di centralizzazione degli impianti semaforici OMNIA fornito dalla ditta SWARCO-MIZAR. Il sistema attualmente in uso funziona ad attuazione di piano e, tramite il sistema AVM delle linee del trasporto pubblico, fornisce già un sistema di preferenziamento. Per conseguire i voluti obiettivi di velocità e regolarità (e, conseguentemente, anche di contenimento del costo della capacità), anche la linea tranviaria di progetto dovrà integrarsi con tale sistema di priorità semaforica, da estendersi successivamente all'intera futura rete tranviaria.

Il sistema attualmente in uso presso la centrale semaforica del Comune di Bologna consente la modifica dinamica delle fasi in funzione della previsione del tempo di arrivo dei tram all'intersezione, con inizio sufficientemente anticipato rispetto al momento di arrivo all'intersezione.

Allo stato attuale, i mezzi TPER ricevono la priorità solo quando sono in ritardo, ma questo dipende dal fatto che le richieste non vengono proprio inoltrate se il mezzo viaggia in orario.

Nel caso del tram invece verrà inviata la localizzazione e sarà un modulo di Utopia incaricato del calcolo previsionale a generare le richieste di priorità ai vari Spot, inoltrandole con un orizzonte di almeno 60 secondi e correggendole se necessario via via che il mezzo si starà avvicinando alla linea di arresto.

Il sistema offre pertanto un'elevatissima probabilità di via libera ai tram, contenendo la penalizzazione dei flussi di traffico ordinario in conflitto con la fase tranviaria.

Contribuirà inoltre alla regolazione della circolazione tranviaria, graduando la priorità in relazione allo stato di anticipo o ritardo di ciascun tram. Potrebbe inoltre essere necessario attuare una particolare forma di priorità tranviaria all'inizio di tratte promiscue libere.

In linea generale la priorità può essere servita in maniera assoluta o in base al ritardo: la scelta che il Comune ritiene opportuna è quella di dare la priorità assoluta sia ai tram che passano in orario sia ai tram in ritardo, assegnando invece una priorità "media" ai tram in anticipo per regolarizzarne la marcia.

In condizioni di normale svolgimento dell'esercizio, il tram che approccia un incrocio regolato da semaforo invia alla centrale di localizzazione, per mezzo della unità AVL integrata di bordo, la propria posizione ed il proprio stato di anticipo o ritardo rispetto al servizio.

Il Server di Localizzazione del PCC, tramite collegamento su VPN dedicato, inoltra tali informazioni alla Centrale di Gestione della rete semaforica della Città di Bologna che genererà la richiesta di priorità secondo le modalità sopra descritte.

I meccanismi predittivi sono una funzione esistente nel sistema Utopia e utilizzata in molti sistemi, ma non sono già installati presso il Comune di Bologna. Si conferma comunque che nel progetto definitivo è stata prevista l'installazione dei moduli in grado di generare le previsioni di arrivo a partire dalle localizzazioni.

La gestione della quarta luce che avvisi il tram della priorità acquisita è eseguita a livello di SPOT.

Se lo SPOT non comunica con la centrale e non è in grado di ricevere informazioni sull'arrivo del tram, non assegnerà la priorità e non accenderà la quarta luce.

In questo caso, il passaggio del tram avverrà pertanto sulla base di logiche locali.

L'informazione di localizzazione del tram fornita dal modulo AVM del SAE alla centrale semaforica del Comune di Bologna sarà usata per la liberazione dell'incrocio una volta che esso abbia superato l'incrocio semaforizzato.

### 3.2 REQUISITI MINIMI FUNZIONALI DI LOCALIZZAZIONE PER L'ATTUAZIONE DELLA PRIORITÀ SEMAFORICA

Al fine di garantire che il Sistema di priorità semaforica in essere presso il Comune di Bologna sia in grado concedere il "via libera" al tram in approccio al dato incrocio semaforizzato, i seguenti requisiti minimi devono essere soddisfatti:

- L'invio delle informazioni di localizzazione sarà effettuato con un criterio misto, ad eventi ed a tempo: viene inviata la posizione quando si verifica l'apertura e la chiusura delle porte, oppure quando siano passati 5 s dall'ultima trasmissione.
- Il Server di localizzazione sarà in grado di elaborare le previsioni di arrivo ai target con una precisione di  $\pm 10$  secondi
- Il server di localizzazione avrà un orizzonte temporale delle previsioni almeno pari a 180 secondi, per permettere alla centrale di priorità semaforica di tarare la fasatura degli impianti semaforici lungo la linea

- Il server di localizzazione sarà in grado di comunicare con la Centrale di priorità secondo le regole di comunicazione previste a progetto definitivo.
- Il server di localizzazione sarà in grado di consumare notifiche di priorità acquisita al fine di presentare nell'interfaccia AVL lo stato dei semafori e della prenotazione della priorità.

## 4 ALLEGATI – CERTIFICATI SAFETY

### 4.1 TRAIN STOP – ALSTOM PEGASUS



Appendix to the certificate n°15100030 issued by Bureau Veritas Certification  
To ALSTOM TRANSPORT S.A.

## P101NG BASELINE 3: CTER and ATP functions

### Product description and certification scope

The P101NG – CTER functions are described in chapter 2.1 of assessment report CB722-15100030-22-R-165-0.

The P101NG – ATP functions are described in chapter 2.1 of assessment report CB722-15100030-22-R-216-0.

The P101NG – CTER functions certification scope and the related product configuration are defined in chapters 2.3 and 2.4 of the assessment report CB722-15100030-22-R-165-0.

The P101NG – ATP functions certification scope and the related product configuration are defined in chapters 2.3 and 2.4 of the assessment report CB722-15100030-22-R-216-0.

CTER hardware and software configuration are called (or identified) as CTER subsystem.

ATP hardware and software configuration are called (or identified) as ATP subsystem.

The CTER Subsystem is in baseline 3.0.5 as defined in the section 1.2.3 of the Generic Product Safety Case A-0000085870 rev F1.

The ATP Subsystem is in baseline 3.0.4 as defined in the section 1.2.6 of the Generic Product Safety Case A-0000094092 rev F1.

Configurations of P101NG Baseline 3 covered by the present certificate are:

### Hardware releases:

BCM-NG	DTR number	CTER and ATP Baseline 3 functions			
		CTER	SMV-V2	CDET	ATP
BCM-NG Configuration 1	DTR2000010309 rev B	Yes	No	No	No
BCM-NG2 Configuration 1	DTR2000026641 rev A	Yes	No	No	No
BCM-NG2 Configuration 1+	DTR2000036187 rev A	Yes	Yes	Yes	No
BCM-NG Configuration 3	DTR2000010311 rev B	Yes	No	No	No
BCM-NG2 Configuration 2	DTR2000036194 rev A	Yes	No	No	Yes
BCM-NG2 Configuration 2+	DTR2000036188 rev A	Yes	Yes	Yes	Yes

### Software release:

Software	Description	Reference	Version	SIL	Comment
Sw CT-ATP	P101NG CT-ATP Safety Software	SwRN : A-0000229453_B	Software code 1.00.35	SIL2	CT and ATP Software running on CoreA/CoreB UCB board.
SW ER	P101NG CT ER Software	SwRN: A-0000076099	Any ER SW release as this software is not safety related	Not Safety related	Software running on CPU of CPU371 board, which is a mezzanine board on UCB Board)

### Software Tools:

Software Description	Related functions	Reference	Version	SIL	Comment
Dataplug CT Bloc - Generation and Verification Tools	CT	SwRN : A-0000092252_C	V3.0.0	Not applicable *	This tool includes a Sw which produces the binary data for CT block downloaded in dataplug, and a Sw which checks these data

*Eric Rouaix*

Software Description	Related functions	Reference	Version	SIL	Comment
Dataplug WD Bloc - Generation and Verification Tools	CT	SwRN: A-0000089822_B	V3.0.0	Not Applicable *	This tool include a Sw which produces the binary data for WD block downloaded in dataplug, and a Sw which check these data
Dataplug ATP Bloc - Generation and Verification Tools	ATP	SwRN : A-0000092253_C	V3.0.0	Not applicable *	This tool includes a Sw which produces the binary data for ATP block downloaded in dataplug, and a Sw which checks these data
Dataplug GLBD Bloc - Generation and Verification Tools	ATP	Sw-RN: A-0000127499-A	V1.0.5	Not applicable *	This tool include a Sw which produces the binary data for GLBD block downloaded in dataplug (depending of applications), and a Sw which check these data
ATP TAG programmation Tool	ATP	Sw-RN: A-0000089541-A	V1.1.1	Not applicable *	This tool include a Sw which writes the binary data in switchable tags and in not switchable tags
ATP TAG generation Tool	ATP	Sw-RN: A-0000089545-C	V3.0.0	Not applicable *	This tool includes a Sw which produces the binary data for messages downloaded in tags (switchable and not switchable tags), and a Sw which checks these data

#### Technical standard applicable versions

P101NG Product has been developed and certified according to version of standards EN 50126:2000 and EN 50129:2003 up to Baseline 2. New versions of standards EN 50126:2017 and EN 50129:2018 have been taken into account only from Baseline 3 of P101NG Product (corresponding to Baseline 3.0.5 of CTER Subsystem). Unchanged parts of P101NG from Baseline 2 are not assessed with respect to EN 50126:2017 and EN 50129:2018.

This is justified by the clause §1 of EN 50126:2017 and clause §6.2.1 of EN 50129:2018 as described in the assessment reports CB722-15100030-22-R-165-0 and CB722-15100030-22-R-216-0 at section 2.5.1.

#### Residual risks, limitations, and conditions of use

CTER Subsystem

##### Conditions of use

P101NG CTER being Generic Product, its use within a specific project is subjected to appropriate System Integration activities and Application Engineering. In particular, Specific Risk Analysis will need to be performed in order to confirm Safety requirements of the generic product are compatible with the one needed for the specific application.

The list constraints exported to the user are listed in the document: « CTER SRAC summary » A-0000085505 rev G and in the chapter 4.5 and 4.6 of the CTER Generic Product Safety Case A-0000085870 rev F1.

Potential evolution of the software ER will not modify the validity of this certificate providing:

- These modifications do not imply a modification of the CT software ;
- These modifications do not lead to implement safety function ;

Regarding the use of the Product for a specific application:

- The proper and correct application of the data preparation process as defined in the document P101NG CT System Parameters Process Description – dataplug (SyPDD) A-0000041856 rev B is under the responsibility of the Specific Project engineering and Safety Team and is outside the scope of this certificate;

*Eric Rouaix*

Bureau Veritas Certification France  
Le Triangle de l'Arche – 9 Cours du Triangle – 92937 Paris La Défense - France

Page 3 / 4



- It is reminded that the compliance to the safety requirements and rules defined in the documents CTER Dataplug Parameters Rules A-0000088697 rev C and P101NG CT System Parameters Process Description – dataplug (SyPDD) A-0000041856 rev B is an integral part of the constraints exported to specific projects.

#### ATP Subsystem

#### Conditions of use

P101NG ATP being a Generic Product, its use within a specific project is subjected to appropriate System Integration activities and Application Engineering. In particular, Specific Risk Analysis will need to be performed in order to confirm Safety requirements of the generic product are compatible with the ones needed for the specific application.

The constraints exported to the user are listed in the document: « ATP SRAC summary » A-0000069875 rev H and in the chapter 4.5 of the ATP Generic Product Safety Case A-0000094092 rev F1.

Regarding the use of the Product for a specific application:

- The proper and correct application of the data preparation process as defined in the document A-0000060579 rev C and A-0000060580 rev D is under the responsibility of the Specific Project engineering and Safety Team and is outside the scope of this certificate;
- It is reminded that the compliance to the safety requirements and rules defined in the documents A-0000075226 rev D, A-0000069441 rev D, and A-0000060579 rev C, A-0000060580 rev D is an integral part of the constraints exported to specific projects.

#### Limitations of use

For the three main ATP functions:

- F1: To protect the train when overshooting restrictive signal,
- F2: To protect the train against over-speed,
- F3: To authorize or prohibit the activation of onboard devices depending on the train location and to secure the power supply mode of the rolling stock when docking function is deployed (F3.6, F3.7 and F3.8 functions)

the table here after gives functional limitations regarding speed sensors configurations:

Deployment Configuration	Function F1	Function F2	Function F3
3 speed sensors	In the scope of this certificate	In the scope of this Certificate	In the scope of this Certificate
2 speed sensors	In the scope of this Certificate	Out of scope of this Certificate*	In the scope of this Certificate with restriction**
1 speed sensors	In the scope of this Certificate	Out of scope of this Certificate*	In the scope of this Certificate with restriction**

\*: Safety Analysis to be done by the application project.

\*\*: Pair of beacons have to be deployed at the beginning and at the end of the dedicated zone.

#### Integration of third parties certificates or reports

No third party assessment has been used

*Eric Rouaix*

"This certificate will not be valid if and when the approved product is modified without any notification of such modification and prior approval by BUREAU VERITAS CERTIFICATION. This certificate is issued in accordance with the General Conditions of Service of BUREAU VERITAS CERTIFICATION. No third party to the contract pursuant to which this document is delivered may assert a claim against BUREAU VERITAS CERTIFICATION for any liability arising out of errors or omissions which may be contained in said document, or for errors of judgment, fault or negligence committed by the personnel of BUREAU VERITAS CERTIFICATION or of its Agents in the establishment or issuance of this document, and/or in connection with any activities for which it may provide, BUREAU VERITAS CERTIFICATION is holding harmless by the client from any claims made by third party."

Bureau Veritas Certification France

Le Triangle de l'Arche – 9 Cours du Triangle – 92937 Paris La Défense - France

Page 4 / 4



## 4.2 POSTI PERIFERICI DI CONTROLLO – B&R SAFETY PRODUCTS

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認證書 ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT



### EG-Baumusterbescheinigung

Nr. M6A 041745 0010 Rev. 02

**Zertifikatsinhaber:** B&R  
Industrial Automation GmbH  
B&R Strasse 1  
5142 Eggelsberg  
ÖSTERREICH

**Produkt:** Automatisierungsgeräte, sicherheitsgerichtete

**Modell(e):** B&R-Safety-System: SafeLOGIC, SafeIO

**Kenndaten:** Versorgungsspannung: 24V  
SIL 3: IEC 61508-1(ed.2)  
IEC 61508-2(ed.2)  
IEC 61508-3(ed.2)  
IEC 61508-4(ed.2)  
IEC 61511-1(ed.2)  
EN 62061:2005/A2:2015  
PL e, Cat. 4: EN ISO 13849-1:2015  
IEC 61131-2(ed.3)

Diese EG-Baumusterbescheinigung bestätigt die Übereinstimmung des bezeichneten Anhang IV-Produktes mit den einschlägigen Bestimmungen gemäß Artikel 12(3) b bzw. 12(4) a der Richtlinie des Rates 2006/42/EG für Maschinen. Prüfgrundlage ist ausschließlich das zur Prüfung vorgestellte Prüfmuster sowie dessen technische Dokumentation. Details siehe bitte: [www.tuvsud.com/ps-zert](http://www.tuvsud.com/ps-zert)

**Prüfbericht Nr.:** BE85343T

**Gültig bis:** 2024-11-26

**Datum,** 2021-11-24



( Guido Neumann )

Seite 1 von 1

TÜV SÜD Product Service GmbH ist benannte Stelle gemäß der Richtlinie des Rates Nr. 2006/42/EG für Maschinen, notifiziert durch Veröffentlichung im Amtsblatt der EG mit der Kennnummer 0123.

TÜV SÜD Product Service GmbH • Zertifizierstelle • Ridlerstraße 65 • 80339 München • Deutschland



## EC-Type Examination Certificate

No. M6A 041745 0010 Rev. 02

**Holder of Certificate:** B&R  
Industrial Automation GmbH  
B&R Strasse 1  
5142 Eggelsberg  
AUSTRIA

**Product:** Automation Equipment, Safety Related

**Model(s):** B&R-Safety-System: SafeLOGIC, SafeIO

**Parameters:**

Power Supply:	24V
SIL3:	IEC 61508-1(ed.2)
	IEC 61508-2(ed.2)
	IEC 61508-3(ed.2)
	IEC 61508-4(ed.2)
	IEC 61511-1(ed.2)
	EN 62061:2005/A2:2015
PL e, Cat. 4:	EN ISO 13849-1:2015
	IEC 61131-2(ed.3)

This EC Type Examination Certificate is issued according to Article 12(3) b or 12(4) a of Council Directive 2006/42/EC relating to machinery. It confirms that the listed Annex-IV equipment complies with the principal protection requirements of the directive. It refers only to the sample submitted to TÜV SÜD Product Service GmbH for testing and certification. For details see: [www.tuvsud.com/ps-cert](http://www.tuvsud.com/ps-cert)

**Test report no.:** BE85343T

**Valid until:** 2024-11-26

**Date,** 2021-11-24



( Guido Neumann )

Page 1 of 1

TÜV SÜD Product Service GmbH is Notified Body according to Council Directive 2006/42/EC relating to machinery, notified by publication in the Official Journal of the EC with identification No.0123.

TÜV SÜD Product Service GmbH • Certification Body • Ridlerstraße 65 • 80339 Munich • Germany

TUV®



List for tracking of the version releases of components of the safety related automation system:  
Liste zur Verfolgung der Versionsfreigaben der Komponenten des sicheren Automatisierungssystems:

**B&R Safety System: SafeLOGIC, SafeIO** EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0010

Manufacturer / Hersteller

Testing body / Prüfstelle

**B&R**  
Industrial Automation GmbH  
B&R Strasse 1  
5142 Eggelsberg, Austria

**TÜV SÜD Rail GmbH**  
Barthstrasse 16  
80339 München, Germany

**B&R Safety System: SafeLOGIC, SafeIO**

EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0010

List of certified SafeLOGIC versions:

Liste der zertifizierten SafeLOGIC Versionen:

No. Nr.	Product name Produktbezeichnung	Certified versions Zertifizierte Versionen		
		Hardware Revision	Firmware Version	Datasheet Version <sup>(1)</sup>
SL.1	X20SL8000 SafeLOGIC Standard	A3, A5, B0 C0, D0, E0, F0, G0, H0	263, 275, 284 296, 297, 299	1.51
SL.2	X20SL8001 SafeLOGIC Plus			
SL.3	X20SL8010 SafeLOGIC Standard, SafeMOTION	B0 C0, D0, E0, F0, G0, H0	274, 284, 296 297, 299	1.51
SL.4	X20SL8011 SafeLOGIC Plus, SafeMOTION			
SL.5	X20SLH000 SafeLOGIC Standard, SERCOS III Interface	B0, C0, D0, E0, F0, G0, G3, G6, G9	275 298	1.30
SL.6	X20SLH001 SafeLOGIC Plus, SERCOS III Interface			
SL.7	X20SLX210 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 2 channel	B0, B2, C0, D0, D3, D5, E0	300, 302, 311, 313, 320, 324, 326, 330, 338	1.141
SL.8	X20SLX410 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 4 channel			
SL.9	X20SLX910 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 20 channel	B0, B2, C0, D0, D3, D5, D7, E0, F0, G0	300, 302, 311, 312, 313, 320, 324, 326, 330, 338	1.142
SL.10	X20SL8100 SafeLOGIC Basic	B0, B2, B4, B5, B6, C0, C3, C5, C7, C9, D0, E0, F0, F3, G0	301, 303, 304, 306, 308, 310, 311, 312, 320, 322, 324, 325, 326, 327, 329, 331, 336, 337, 338, 340, 341	
SL.11	X20SL8101 SafeLOGIC Basic with local X2X	B0, B3, C0, C3, C5, C7, D0, E0, E3, F0, G0	308, 310, 311, 312, 320, 322, 324, 325, 326, 327, 329, 331, 336, 337, 338, 340, 341	1.142
SL.12	X20SL8110 SafeLOGIC Basic with IF – Slot	B3, B5, B7, C0, D0, D3, E0, F0	320, 322, 324, 325, 326, 327, 329, 331, 336, 337, 338, 340, 341	1.142
SL.13	X20SLX811 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 8 channel	B3, B5, C0, C3, D0, D3, E0	320, 321, 322, 324, 326, 330, 335, 338	1.141

<sup>(1)</sup>the certificate scopes all not stated but released minor versions / das Zertifikat beinhaltet alle nicht angegebenen freigegebenen Unterversionen

<sup>(2)</sup>not relevant / nicht relevant

<sup>(3)</sup>xx-yy= reference to column "Hardware Revision" / Referenz zur Spalte "Hardware Revision"

It is not accepted to reproduce any part of this list without prior written authorization of TÜV SÜD Rail GmbH

Diese Liste darf ohne die schriftliche Genehmigung der TÜV SÜD Rail GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden

Version 1.10.35

2022-11-23

Page Seite 1 / 6



List for tracking of the version releases of components of the safety related automation system:  
Liste zur Verfolgung der Versionsfreigaben der Komponenten des sicheren Automatisierungssystems:

**B&R Safety System: SafeLOGIC, SafeIO** **EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0010**

Rail

SL.14	X20SLX806 SafeLOGIC with 8 channel SI, 6 channel SO	B3, B5, C0, C3, D0, E0, E3, F0	321, 322, 324, 326, 330, 335, 338	1.141
SL.15	X20SLX842 SafeLOGIC with 8 channel SI, 6 channel SO	B3, B5, C0, C3, D0, E0, E3, F0, G0		
SL.16	X20SLX402 SafeLOGIC with 4 channel SI, 2 channel SO	B1, B3, C0, C3, D0, E0, E3, F0		
SL.17	X20SLH000-1 SafeLOGIC Basic, SERCOS III Interface	C0	337, 341	1.141
SL.18	X20SLH001-1 SafeLOGIC Basic, SERCOS III Interface			
Tool.1	SCMar openSAFETY Configuration Manager for X20SLX devices	---	300, 310, 312, 313, 321, 324, 325, 326, 327, 328	---
Tool.2	AsSafety Library Control & Configuration Services for SafeLOGIC devices	---	300, 301, 302, 320, 321, 323, 324	---
Tool.3	SafeTableCheck Library Check & Configuration Services for Table handling	---	320	---
Tool.4	MpSafetyX mapp Technology for extended safety functions	---	320	---
Tool.5	SRP Help Tool Configuration Tool for SafeDesigner Robotic Libraries	---	3.61.0 3.70.0	---
cSL.1	X20cSLX210 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 2 channel	C0, D0, D3, D5, E0	300, 302, 311, 313, 320, 324, 326, 330, 338	1.141
cSL.2	X20cSLX410 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 4 channel			
cSL.3	X20cSLX910 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 20 channel	D3, D5, D7, E0, F0, G0	300, 302, 311, 312, 313, 320, 324, 326, 330, 338	1.142
cSL.4	X20cSL8100 SafeLOGIC Basic	B0, B7 C3, C5, C7, C9, D0, E0, F0, F3, G0	301, 303, 304, 306, 308, 310, 311, 312, 320, 322, 324, 325, 326, 327, 329, 331, 336, 337, 338, 340	
cSL.5	X20cSL8101 SafeLOGIC Basic with local X2X	C0, C3, C5, C7, D0, D3, F0, G0	308, 310, 311, 312, 320, 322, 324, 325, 326, 327, 329, 331, 336, 337, 338, 340	1.142
cSL.7	X20cSL8110 SafeLOGIC Basic with IF – Slot	C0, F0	320, 322, 324, 325, 326, 327, 329, 331, 336, 337, 338, 340	1.142
cSL.11	X20cSLX402 SafeLOGIC with 4 channel SI, 2 channel SO	D0, E0, E3, F0	324, 326, 330, 335, 338	1.141

List of certified SafeDESIGNER versions:  
Liste der zertifizierten SafeDESIGNER Versionen:

No. Nr.	Product name Produktbezeichnung	Certified versions Zertifizierte Versionen <sup>(1)</sup>
SD.1	SafeDESIGNER SafeDESIGNER Engineering Version	2.58, 2.59, 2.70, 2.71, 2.80, 2.81, 2.82, 2.83 2.90, 2.91, 3.0.16, 3.0.17, 3.0.18 3.1.0, 3.3.0, 3.4.0, 3.4.1, 3.4.2 4.1.0, 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3
SD.2	SafeDESIGNER SafeDESIGNER Maintenance Version	4.2.0, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5, 4.2.6 4.3.0, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 4.4.0, 4.4.1

<sup>(1)</sup>the certificate scopes all not stated but released minor versions / das Zertifikat beinhaltet alle nicht angegebenen freigegebenen Unterversionen  
<sup>(2)</sup>not relevant / nicht relevant  
<sup>(3)</sup>xx-yy= reference to column "Hardware Revision" / Referenz zur Spalte "Hardware Revision"  
It is not accepted to reproduce any part of this list without prior written authorization of TÜV SÜD Rail GmbH  
Diese Liste darf ohne die schriftliche Genehmigung der TÜV SÜD Rail GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden



Rail

List for tracking of the version releases of components of the safety related automation system:  
Liste zur Verfolgung der Versionsfreigaben der Komponenten des sicheren Automatisierungssystems:

**B&R Safety System: SafeLOGIC, SafeIO EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0010**

List of certified SafeDESIGNER Libraries:

Liste der zertifizierten SafeDESIGNER Bibliotheken:

No. Nr.	Product name Produktbezeichnung	Certified versions Zertifizierte Versionen	
		Library Name	Library Version
LIB.1	SafeDESIGNER PLCopen Library	PLCopen_SF	Version 1.00 from 09/14/07 09:09:21 Version 1.1 from 04/05/17 11:34:16
LIB.2	SafeDESIGNER Motion Library	PLCopen_Motion_SF	Version 1.1 from 12/07/09 14:09:58
LIB.3	SafeDESIGNER Motion Library, Extension for positioning functions	PLCopen_Motion_SF_2	Version 2.0 from 02/16/11 11:28:33 Version 2.1 from 02/09/12 10:31:01 Version 2.2 from 10/22/12 14:20:54 Version 3.0 from 07/05/13 08:11:42 Version 4.0 from 01/27/14 11:45:47
LIB.4	SafeDESIGNER Table Library	Table_SF	Version 1.1 from 12/14/11 13:20:22 Version 1.2 from 11/08/12 17:54:56 Version 1.3 from 07/04/13 15:25:25 Version 1.4 from 07/26/17 12:44:34
LIB.5	SafeDESIGNER Robotic Library	RoboticCtrl_SF	Version 1.0 from 02/15/12 09:30:15 Version 1.13 from 11/08/12 17:38:46 Version 1.22 from 10/03/13 14:22:56
		RoboticCtrl_SF_2	Version 0.70 from 12/16/14 12:53:40 Version 0.71 from 12/03/15 10:04:48
		RoboticCtrl_SF_3	Version 1.0 from 04/11/16 15:49:47 Version 2.0 from 09/19/16 13:17:10
		RoboticCtrl_SF_4	Version 1.0 from 04/12/18 15:53:40
LIB.6	SafeDESIGNER Utilities Library	Utilities_SF	Version 1.0 from 07/26/13 11:16:27 Version 1.1 from 03/18/15 14:25:30 Version 1.2 from 09/30/16 07:48:59 Version 1.3 from 05/31/17 09:49:14
LIB.7	openSAFETY Motion Profile Support 3 <sup>rd</sup> party drive accessibility	openSAFETY_Motion_SF	Version 1.0 from 07/06/16 09:28:15
LIB.8	openSAFETY Motion Profile Support B&R drives extensions	openSAFETY_BuR_Motion_SF	Version 1.0 from 08/29/16 16:14:40
LIB.9	SafeDESIGNER PROFIsafe Library	ProfiSafe_SF	Version 1.0 from 05/06/15 09:42:23 Version 1.1 from 06/19/17 13:31:48 Version 1.2 from 09/15/17 08:17:30
LIB.10	SafeDESIGNER SafeOPTION Library	SafeOPTION_SF	Version 1.0 from 12/14/16 08:31:57
LIB.11	SafeDESIGNER Mathematics Library	Math_Utilities_SF	Version 1.0 from 03/01/17 10:28:11
LIB.12	SafeDESIGNER User1 Utilities Library	User1_Utilities_SF	Version 1.0 from 08/08/17 13:01:22
LIB.13	SafeDESIGNER Lightcurtain Library	LightCurtain_SF	Version 1.2 from= 11/10/17 12:44:34 Version 1.3 from= 01/26/18 14:32:16
LIB.14	SafeDESIGNER DATAtoSafeDATA Transformation Library	DATA_to_SafeDATA_SF	Version 1.0 from 01/11/18 13:44:58
LIB.15	SafeDESIGNER Press Library	PLCopen_Press_SF	Version 1.0 from 10/10/14 08:34:06

<sup>(1)</sup>the certificate scopes all not stated but released minor versions / das Zertifikat beinhaltet alle nicht angegebenen freigegebenen Unterversionen  
<sup>(2)</sup>not relevant / nicht relevant  
<sup>(3)</sup>xx-yy= reference to column "Hardware Revision" / Referenz zur Spalte "Hardware Revision"  
It is not accepted to reproduce any part of this list without prior written authorization of TÜV SÜD Rail GmbH  
Diese Liste darf ohne die schriftliche Genehmigung der TÜV SÜD Rail GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden



List for tracking of the version releases of components of the safety related automation system:  
Liste zur Verfolgung der Versionsfreigaben der Komponenten des sicheren Automatisierungssystems:

**B&R Safety System: SafeLOGIC, SafeIO EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0010**

Rail

List of certified SafeIO versions:

Liste der zertifizierten SafeIO Versionen:

No. Nr.	Product name Produktbezeichnung	Certified versions Zertifizierte Versionen		
		Hardware Revision	Firmware Version	Datasheet Version <sup>(1)</sup>
SA.1	X20SA4430 Safe Analog Input, 2x2 channel	B0, C0, D0, D3, E0, E3, F0	295, 301, 302, 311, 321, 322, 330, 331, 333, 334	1.141
SA.2	X20ST4492 Safe Temperature Input, 2x2 channel	B0, B2, B3, B5 C0, C3, D0	295, 301, 302, 311, 321, 322, 330, 331, 333, 334	1.141
SI.1	X20SI2100 Safe Digital Input, 2 channel	A9, B0, C0, D0, D3, E0, E5, F0, G0, H0, I0, J0, J3, J5, J7, K0, L0	259, 260, 262, 272, 273, 275, 281, 290, 300, 301, 305, 320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
SI.2	X20SI4100 Safe Digital Input, 4 channel			
SI.3	X20SI9100 Safe Digital Input, 20 channel			
SI.4	9AX2X.01-000 Safe Digital Input, 8 channel SI	B0, B3, B5, B9, BA, C0	320, 322, 325, 330, 570	1.140
SI.5	9APLK.01-000 Safe Digital Input, 8 channel SI	B0, B3, B5, B9, BA, C0		
SI.6	X20SI8110 Safe Digital Mixed with 8 channel SI	B0, B3, B5, B7, C0, D0, E0, E3, F0	320, 322, 325, 330, 332, 333	1.141
SI.7	B050006543xx-yy <sup>(2)</sup> Safe Digital Input, 8 channel SI	00-03, 00-04, 00-05, 00-07, 00-08	320, 322, 325, 330, 570	1.140
SI.8	B050006677xx-yy <sup>(2)</sup> Safe Digital Input, 8 channel SI	00-03, 00-04, 00-05, 00-07, 00-08		
SI.9	X20SI4110 Safe Digital Mixed with 4 channel SI	B0, C0, D0	333	2.15
SO.1	X20SO2110 Safe Digital Output, 2 channel, 0.5 A	A9, B0, C0, C3, C6, D0, D3, E0, E5, F0, G0, H0, I0, I3, J0, J3, K0, L0, M0	260, 261, 262, 274, 275, 280, 281, 300, 320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
SO.2	X20SO2120 Safe Digital Output, 2 channel, 2 A			
SO.3	X20SO4110 Safe Digital Output, 4 channel, 0.5 A			
SO.4	X20SO4120 Safe Digital Output, 4 channel, 2 A			
SO.5	X20SO6300 Safe Digital Output, 6 channel, 0.2 A	B2, C0, D0, D3, D5, E0, F0	295, 300, 320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
SO.6	X20SO2530 Safe Digital Output, 2 channel relay SO, 240 V	B0, C0, D0, E0, E3, E6, E9, F0, G0, H0, I0	291, 300, 320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
SO.7	X20SP1130 Safe Digital Output, 1 channel, 10 A, Power Supply	B2, B3, B4, B7, B9, C0, D0	293, 300, 320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
SO.8	X20SO6530 Safe Digital Output, 6 channel relay SO, 240 V	B0, B3, B5, C0	540, 541	1.141
SC.1	X20SC2432 Safe Digital Mixed, 2 channel SI, 2 channel relay 6 A	B0, B1, C0, C5, D0, E0, F0, G0, G3, G5, G7, H0, I0, J0	271, 272, 273, 281, 290, 300, 301, 305, 320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
SC.2	X20SC2212 Safe Digital Mixed, 6 channel SI, 2 channel SO, 0.5 A	B1, B4, C0, C3, C5, C7, D0, E0	290, 300, 301, 305, 320, 326, 330, 331, 332, 333	1.141

<sup>(1)</sup> the certificate scopes all not stated but released minor versions / das Zertifikat beinhaltet alle nicht angegebenen freigegebenen Unterversionen

<sup>(2)</sup> not relevant / nicht relevant

<sup>(3)</sup> xx-yy= reference to column "Hardware Revision" / Referenz zur Spalte "Hardware Revision"

It is not accepted to reproduce any part of this list without prior written authorization of TÜV SÜD Rail GmbH  
Diese Liste darf ohne die schriftliche Genehmigung der TÜV SÜD Rail GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden



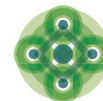


Comune di Bologna

## SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE)

- PROGETTO DEFINITIVO

CUP: F31D21000020001



Sostenibilità  
è Bologna



Rail

List for tracking of the version releases of components of the safety related automation system:  
Liste zur Verfolgung der Versionsfreigaben der Komponenten des sicheren Automatisierungssystems:

**B&R Safety System: SafeLOGIC, SafeIO EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0010**

SC.3	X20SC0806 Safe Digital Mixed with 8 channel SI, 6 channel SO	B0, B3, B5, B7, C0, D0, E0, E3, F0, G0	320, 322, 325, 330, 332, 333	1.141
SC.4	X20SC0842 Safe Digital Mixed with 8 channel SI, 6 channel SO	B0, B3, B5, C0, D0, E0, E3, F0, G0, H0		
SC.5	X20SC0402 Safe Digital Mixed with 4 channel SI, 2 channel SO	B0, B3, B5, B7, C0, D0, E0, E3, F0, G0		
SD.1	X20SD1207 safe digital counter module, 1 failsafe counter channel, 7 kHz, 24 VDC	B6, B7, B8, B9 C0, C3, C5, D0, D3	297, 300, 301, 310, 320, 326, 330, 331, 332, 333, 334, 335	1.143
SRT.1	X20SRT806 ReAction for Safety with 8 channel SI, 6 channel SO	B5, B7, C0, D0, E0	320, 327, 330, 331, 332, 333	1.141
SRT.2	X20SRT842 ReAction for Safety with 8 channel SI, 6 channel SO	B5, B7, C0, D0, E0, F0		
SRT.3	X20SRT402 ReAction for Safety with 4 channel SI, 2 channel SO	B3, B5, C0, D0, E0		
X67.1	X67SC4122.L12 Safe Digital Mixed, 8 channel SI, 4 channel SO 2 A	A6, B0, B2, C0, D0, E0, E3, E5, F0, F3, G0, H0, I0	272, 280, 290, 300, 301, 305, 320, 322, 325, 330, 332, 333	1.141
X67.2	X67SI8103 Safe Digital Input, 8 channel SI	B0, B2, C0, D0, D3, D5, D7, E0, F0, G0	290, 300, 301, 305, 320, 325, 326, 330, 331, 332, 333	1.141
cSA.1	X20cSA4430 Safe Analog Input, 2x2 channel	C0, D0, D3, E0, E3, F0, F3	295, 301, 302, 311, 321, 322, 330, 331, 333, 334	1.141
cSA.2	X20cST4492 Safe Temperature Input, 2x2 channel	C0, C3, D0	295, 301, 302, 311, 321, 322, 330, 333, 334	1.141
cSI.1	X20cSI2100 Safe Digital Input, 2 channel	I0, J0, J3, J5, J7, K0, L0	259, 260, 262, 272, 273, 275, 281, 290, 300, 301, 305, 320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
cSI.2	X20cSI4100 Safe Digital Input, 4 channel			
cSI.3	X20cSI9100 Safe Digital Input, 20 channel	F0, F3, F5, F7, G0, H0, I0		
cSI.4	X20cSI8110 Safe Digital Mixed with 8 channel SI	E0, E3	325, 330, 332, 333	1.141
cSO.1	X20cSO2110 Safe Digital Output, 2 channel, 0.5 A	I0, I3, J0, J3, K0, L0, M0	260, 261, 262, 274, 275, 280, 300, 320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
cSO.2	X20cSO2120 Safe Digital Output, 2 channel, 2 A			
cSO.3	X20cSO4110 Safe Digital Output, 4 channel, 0.5 A			
cSO.4	X20cSO4120 Safe Digital Output, 4 channel, 2 A			
cSO.5	X20cSO6300 Safe Digital Output, 6 channel, 0.2 A	D0, D3, D5, E0, F0	295, 300, 320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
cSO.6	X20cSO2530 Safe Digital Output, 2 channel relay SO, 240 V	B3, B5, F0, G0, H0, I0	320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
cSO.7	X20cSP1130 Safe Digital Output, 1 channel, 10 A, Power Supply	B4, B7, B9, C0, D0	293, 300, 320, 325, 330, 331, 332	1.141
cSO.8	X20cSO6530 Safe Digital Output, 6 channel relay SO, 240 V	B0, C0	540, 541	2.14
cSC.1	X20cSC2432 Safe Digital Mixed, 2 channel SI, 2 channel relay 6 A	G0, G3, G5, G7, H0, I0, J0	271, 272, 273, 281, 290, 300, 301, 305, 320, 325, 330, 331, 332, 333	1.141
cSC.2	X20cSC2212 Safe Digital Mixed, 6 channel SI, 2 channel SO, 0.5 A	B3, B5, C0, C3, C5, C7, D0, E0	290, 300, 301, 305, 320, 326, 330, 331, 332, 333	1.141
cSD.1	X20cSD1207 safe digital counter module, 1 failsafe counter channel, 7 kHz, 24 VDC	C0, C3, C5, D0	297, 300, 301, 310, 320, 325, 330, 331, 332, 333, 334, 335	1.143

(1) the certificate scopes all not stated but released minor versions / das Zertifikat beinhaltet alle nicht angegebenen freigegebenen Unterversionen

(2) not relevant / nicht relevant

(3) xx-yy= reference to column "Hardware Revision" / Referenz zur Spalte "Hardware Revision"

It is not accepted to reproduce any part of this list without prior written authorization of TÜV SÜD Rail GmbH  
Diese Liste darf ohne die schriftliche Genehmigung der TÜV SÜD Rail GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden

Version 1.10.35

2022-11-23

Page Seite 5 / 6



List for tracking of the version releases of components of the safety related automation system:  
Liste zur Verfolgung der Versionsfreigaben der Komponenten des sicheren Automatisierungssystems:

**B&R Safety System: SafeLOGIC, SafeIO** **EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0010**

Rail

cSRT.1	X20cSRT806 ReAction for Safety with 8 channel SI, 6 channel SO	C0, D0, E0	327, 330, 331, 332	1.141
cSRT.3	X20cSRT402 ReAction for Safety with 4 channel SI, 2 channel SO	C0, D0, E0		

	Release by Test Body: Freigabe Prüfstelle:	Release by Certification Body: Freigabe Zertifizierstelle:	Release by Manufacturer: Freigabe Hersteller:
Date: Datum:	Klaus	Digital unterschrieben von Christian Dirmeyer Datum: 2022.11.24 11:24:11 +01'00'	Dietmar Bruckner
Signature: Unterschrift:	Leupold		Manfred Kuecher

<sup>(1)</sup> the certificate scopes all not stated but released minor versions / das Zertifikat beinhaltet alle nicht angegebenen freigegebenen Unterversionen  
<sup>(2)</sup> not relevant / nicht relevant  
<sup>(3)</sup> xx-yy= reference to column "Hardware Revision" / Referenz zur Spalte "Hardware Revision"  
It is not accepted to reproduce any part of this list without prior written authorization of TÜV SÜD Rail GmbH  
Diese Liste darf ohne die schriftliche Genehmigung der TÜV SÜD Rail GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden





Comune di Bologna

SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA  
(TRATTO NORD LINEA VERDE)

- PROGETTO DEFINITIVO

CUP: F31D21000020001



Sostenibilità  
è Bologna



Product Service

## EG-Baumusterbescheinigung

Nr. M6A 041745 0013 Rev. 00

Zertifikatsinhaber:

**B&R**

**Industrial Automation GmbH**

B&R Strasse 1  
5142 Eggelsberg  
ÖSTERREICH

Produkt:

**Sicherheitsgerichtete programmierbare  
elektronische Systeme**

Modell(e):

**B&R-Safety-System: mappSafety**

Kenndaten:

Sicherheits-	bis zu SIL 3	(IEC 61508:2010)
kennzahlen		(IEC 61511-1:2016)
		(EN 61800-5-2:2007)
	bis zu Cat 4, PL e	(EN ISO 13849-1:2015)
	bis zu SIL CL 3	(EN 62061:2005/A2:2015)

Diese EG-Baumusterbescheinigung bestätigt die Übereinstimmung des bezeichneten Anhang IV-Produktes mit den einschlägigen Bestimmungen gemäß Artikel 12(3) b bzw. 12(4) a der Richtlinie des Rates 2006/42/EG für Maschinen. Prüfgrundlage ist ausschließlich das zur Prüfung vorgestellte Prüfmuster sowie dessen technische Dokumentation. Umseitige Hinweise sind zu beachten.

Prüfbericht Nr.:

BE94015C

Gültig bis: 2024-06-03

Datum, 2019-06-04

(Guido Neumann)

Seite 1 von 1

TÜV SÜD Product Service GmbH ist benannte Stelle gemäß der Richtlinie des Rates Nr. 2006/42/EG für Maschinen, notifiziert durch Veröffentlichung im Amtsblatt der EG mit der Kennnummer 0123.

TÜV SÜD Product Service GmbH • Zertifizierstelle • Ridlerstraße 65 • 80339 München • Deutschland

TÜV®

#### Zertifizierungsvertrag

Grundlage für die Zertifikatserteilung ist die Prüf- und Zertifizierungsordnung von TÜV SÜD Product Service.  
Mit Erhalt des Zertifikates erkennt der Zertifikatsinhaber die jeweils gültige Fassung der Prüf- und Zertifizierungsordnung an ([www.tuev-sued.de/ps\\_regulations](http://www.tuev-sued.de/ps_regulations)) und wird somit Partner im Zertifizierungssystem von TÜV SÜD Product Service.

#### Prinzipielle Voraussetzung für die Gültigkeit des Zertifikates:

- Gültigkeit der zitierten normativen Prüfgrundlage(n) ist gegeben und zusätzlich bei Zertifikaten mit Berechtigung zur Verwendung eines Prüfzeichens bzw. bei Zertifikaten für QM-Systeme:
- Voraussetzungen für vorschriftsmäßige Fertigung werden eingehalten.
- Die Fertigungs- bzw. Betriebsstätten werden regelmäßig überwacht.

#### Certification contract

Certification is based on the TÜV SÜD Product Service Testing and Certification Regulations. On receipt of the certificate the certificate holder agrees to the current version of the Testing and Certification Regulations ([www.tuv-sud.com/ps\\_regulations](http://www.tuv-sud.com/ps_regulations)) and thus becomes partner in the TÜV SÜD Product Service Certification System.

#### Requirements for the validity of the certificate in principle:

- Validity of the quoted test standard(s)  
In addition, for certificates with the right to use a certification mark and for QM certificates:
- Conditions for an adequate manufacturing are maintained
- Regular surveillance of the facility is performed

#### 认证合约

认证基于 TÜV SÜD 产品服务《测试及认证准则》。  
获得证书即表明证书持有者接受当前版本的《测试及认证准则》(见 [www.tuv-sud.com/ps\\_regulations](http://www.tuv-sud.com/ps_regulations)) 并成为 TÜV SÜD 产品服务认证系统内的合作伙伴。

#### 维持证书有效性的原则要求：

- 认证所依据标准的有效性  
此外，对于授权可使用认证标志的证书和质量管理体系证书：
- 保持充分的生产条件
- 生产场地通过定期的监督

#### 認証契約

認証は TÜV SÜD Product Service の試験認証規約に基づく。認証書保持者は認証書を受領することにより最新の試験認証規約([www.tuv-sud.com/ps\\_regulations](http://www.tuv-sud.com/ps_regulations))に同意したものとする。  
その結果、TÜV SÜD Product Service 認証システムのパートナーとなる。

#### 認証書の有効性に関する原則的な要求事項

- 引用している試験規格が有効である  
さらに認証マークの使用を許諾された認証書や品質マネジメント認証書は：
- 適切な製造の条件を維持している
- 定期的な工場監査を実施している

#### Contrato de certificação

A certificação se baseia nos Regulamentos de Testes e Certificação do Grupo TÜV SÜD. Ao receber o certificado, o Fornecedor, titular do certificado concorda com a versão atual dos Regulamentos de Testes e Certificação do Grupo TÜV SÜD ([www.tuv-sud.com/ps\\_regulations](http://www.tuv-sud.com/ps_regulations)) e assim, torna-se parceiro no Sistema de Certificação de Produtos e Serviços TÜV SÜD.

#### Requisitos para a validade do certificado (em princípio):

- Validade da(s) norma(s) de ensaio(s) referenciada(s).  
Adicionalmente, para os certificados com o direito ao uso da marca de certificação e para certificados de SG:
- Condições de fabricação adequada estão mantidas.
- Auditoria de monitoração realizada regularmente.

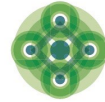


Comune di Bologna

SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA  
(TRATTO NORD LINEA VERDE)

- PROGETTO DEFINITIVO

CUP: F31D21000020001



Sostenibilità  
è Bologna



Product Service

## EC-Type Examination Certificate

No. M6A 041745 0013 Rev. 00

Holder of Certificate: **B&R**

**Industrial Automation GmbH**

B&R Strasse 1  
5142 Eggelsberg  
AUSTRIA

Product:

**Safety Related Programmable Electronic System**

Model(s):

**B&R-Safety-System: mappSafety**

Parameters:

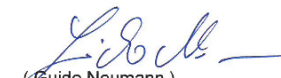
Safety-parameters	up to SIL 3	(IEC 61508:2010) (IEC 61511-1:2016) (EN 61800-5-2:2007)
	up to Cat 4, PL e	(EN ISO 13849-1:2015)
	up to SIL CL 3	(EN 62061:2005/A2:2015)

This EC Type Examination Certificate is issued according to Article 12(3) b or 12(4) a of Council Directive 2006/42/EC relating to machinery. It confirms that the listed Annex-IV equipment complies with the principal protection requirements of the directive. It refers only to the sample submitted to TÜV SÜD Product Service GmbH for testing and certification. See also notes overleaf.

Test report no.: BE94015C

Valid until: 2024-06-03

Date, 2019-06-04

  
(Guido Neumann)

Page 1 of 1

TÜV SÜD Product Service GmbH is Notified Body according to Council Directive 2006/42/EC relating to machinery, notified by publication in the Official Journal of the EC with identification No.0123.

TÜV SÜD Product Service GmbH • Certification Body • Ridlerstraße 65 • 80339 Munich • Germany

TÜV®

#### Zertifizierungsvertrag

Grundlage für die Zertifikatserteilung ist die Prüf- und Zertifizierungsordnung von TÜV SÜD Product Service.

Mit Erhalt des Zertifikates erkennt der Zertifikatsinhaber die jeweils gültige Fassung der Prüf- und Zertifizierungsordnung an ([www.tuev-sued.de/ps\\_regulations](http://www.tuev-sued.de/ps_regulations)) und wird somit Partner im Zertifizierungssystem von TÜV SÜD Product Service.

#### Prinzipielle Voraussetzung für die Gültigkeit des Zertifikates:

- Gültigkeit der zitierten normativen Prüfgrundlage(n) ist gegeben und zusätzlich bei Zertifikaten mit Berechtigung zur Verwendung eines Prüfzeichens bzw. bei Zertifikaten für QM-Systeme:
- Voraussetzungen für vorchriftsmäßige Fertigung werden eingehalten.
- Die Fertigungs- bzw. Betriebsstätten werden regelmäßig überwacht.

#### Certification contract

Certification is based on the TÜV SÜD Product Service Testing and Certification Regulations. On receipt of the certificate the certificate holder agrees to the current version of the Testing and Certification Regulations ([www.tuv-sud.com/ps\\_regulations](http://www.tuv-sud.com/ps_regulations)) and thus becomes partner in the TÜV SÜD Product Service Certification System.

#### Requirements for the validity of the certificate in principle:

- Validity of the quoted test standard(s) In addition, for certificates with the right to use a certification mark and for QM certificates:
- Conditions for an adequate manufacturing are maintained
- Regular surveillance of the facility is performed

#### 认证合约

认证基于 TÜV SÜD 产品服务《测试及认证准则》。获得证书即表明证书持有者接受当前版本的《测试及认证准则》(见 [www.tuv-sud.com/ps\\_regulations](http://www.tuv-sud.com/ps_regulations)) 并成为 TÜV SÜD 产品服务认证系统内的合作伙伴。

#### 维持证书有效性的原则要求：

- 认证所依据标准的有效性
- 此外，对于授权可使用认证标志的证书和质量管理体系证书：
- 保持充分的生产条件
  - 生产场地通过定期的监督

#### 認証契約

認証は TÜV SÜD Product Service の試験認証規約に基づく。認証書保持者は認証書を受領することにより最新の試験認証規約([www.tuv-sud.com/ps\\_regulations](http://www.tuv-sud.com/ps_regulations))に同意したものとする。その結果、TÜV SÜD Product Service 認証システムのパートナーとなる。

#### 認証書の有効性に関する原則的な要求事項

- 引用している試験規格が有効である
- さらに認証マークの使用を許諾された認証書や品質マネジメント認証書は：
- 適切な製造の条件を維持している
  - 定期的な工場監査を実施している

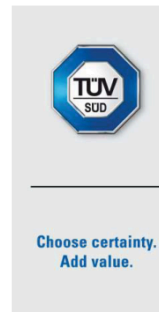
#### Contrato de certificação

A certificação se baseia nos Regulamentos de Testes e Certificação do Grupo TÜV SÜD. Ao receber o certificado, o Fornecedor, titular do certificado concorda com a versão atual dos Regulamentos de Testes e Certificação do Grupo TÜV SÜD ([www.tuv-sud.com/ps\\_regulations](http://www.tuv-sud.com/ps_regulations)) e assim, torna-se parceiro no Sistema de Certificação de Produtos e Serviços TÜV SÜD.

#### Requisitos para a validade do certificado (em princípio):

- Validade da(s) norma(s) de ensaio(s) referenciada(s).
- Adicionalmente, para os certificados com o direito ao uso da marca de certificação e para certificados de SG:
- Condições de fabricação adequada estão mantidas.
  - Auditoria de monitoração realizada regularmente.





**Report  
on the  
Certificate  
M6A 041745 0013 Rev. 00  
Safety Related Programmable  
Electronic System  
B&R-Safety-System: mappSafety**

**Manufacturer:**

**B&R Industrial Automation GmbH  
B&R Strasse 1  
A-5142 Eggelsberg**

**Report No.: BE94015 C  
Revision 1.0 dated 2019-06-04**

**Testing Body:**

**TÜV SÜD Rail GmbH  
Barthstraße 16  
D-80339 München**

**Certification Body:**

**TÜV Süd Product Service GmbH  
Ridlerstraße 65  
D-80339 München**

Dissemination, distribution, copying or any other use of information in this report  
in part is strictly prohibited.



#### Revision Log

Revision	Name	Date	Changes/History
1.0	K. Leupold	2019-06-04	Initial



Content	Page
1 Purpose and Scope.....	4
2 System Components.....	4
3 Certification .....	4
3.1 Certification Process .....	4
3.2 Certification Documentation.....	4
3.3 Standards and Guidelines.....	5
4 Testing Results .....	6
4.1 Functional Safety .....	6
5 General conditions and restrictions .....	6
5.1 Safety manual.....	6
6 Certificate Number .....	6



## 1 Purpose and Scope

TÜV SÜD Rail GmbH has been contracted by B&R Industrial Automation GmbH to certify the B&R-Safety-System: mappSafety.

The report on the certificate is a set of the user-related results of all steps made during verification and validation of the B&R-Safety-System: mappSafety. It is based on the standards and guidelines listed in chapter 3 and documented in the documents listed in chapter 3.2.

## 2 System Components

The different modules of the B&R safety system mappSafety covered by this certificate are listed in the Annex A1 to this report.

## 3 Certification

### 3.1 Certification Process

The certification of the drive system was done according to the regulations and standards listed in clause 3.3 of this document. This will certify the successful completion of the following test segments:

- I. Functional Safety
  - a. Hardware analysis including estimation of safe failure fraction
  - b. Software analysis
  - c. Descriptive safety as given by the Safety Manual
- II. Basic Safety including electrical safety
  - a. Environmental Stress Testing
  - b. Climatic and temperature stress
  - c. Mechanical stress
- III. Electromagnetic Compatibility
  - a. Electromagnetic susceptibility
- IV. Product-related Quality Management in manufacturing and product care

### 3.2 Certification Documentation

- Annex A1 (BE94015C\_A1) of this certification report
- EC-Type Examination M6A 17 02 41745 010: SafeLOGIC, SafeIO
- EC-Type Examination M6A 17 02 41745 009: ACOPOS P3 SafeMOTION EnDat 2.2
- EC-Type Examination M6A 16 12 41745 008: ACOPOSmotor SafeMOTION EnDat 2.2
- EC-Type Examination 01/205/5445.00/15 (TÜV Rheinland): ACOPOSmulti SafeMOTION EnDat 2.2
- EC-Type Examination 01/205/5358.01/15 (TÜV Rheinland): ACOPOSmulti SafeMOTION SinCos

TÜV SÜD Rail GmbH  
Rail Automation  
Barthstraße 16  
D-80339 München  
Phone: ++49 89 5190-3212; Fax: -2933

Test report no. BE94015C  
Revision 1.0  
K. Leupold  
2019-06-04  
Page 4 of 6





### 3.3 Standards and Guidelines

#### 3.3.1 European directives

The testing was performed using the following directive:

2006/42/EC	DIRECTIVE 2006/42/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC (recast)
------------	--

#### 3.3.2 Product standard

The testing was performed using the following product standard:

EN 61800-5-2:2007	Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5.2: Safety requirements -Functional
-------------------	---

#### 3.3.3 Functional Safety

The testing for functional safety is to be performed using the following standards and guidelines:

IEC 61508-1:2010	Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems Part 1: General requirements
IEC 61508-2:2010	Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems
IEC 61508-3:2010	Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems Part 3: Software requirements
IEC 61508-4:2010	Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems Part 4: Definitions and abbreviations
IEC 62061:2005/A1:2012	Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems
EN ISO 13849-1:2015	Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design
IEC 61511-1: 2016	Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 1: Hardware and software requirements

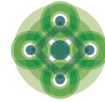


Comune di Bologna

## SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE)

**- PROGETTO DEFINITIVO**

CUP: F31D21000020001



Sostenibilità  
è Bologna

Page 6 of 6



## 4 Testing Results

### 4.1 Functional Safety

The tests performed and quality assurance measures implemented by the manufacturer have shown that the B&R-Safety-System: mappSafety complies with the testing criteria specified in clause 3.3. The result of the assessment is documented in the technical reports listed in chapter 3.2.

## 5 General conditions and restrictions

### 5.1 Safety manual

Conditions of use, prescription of acceptance tests and proof tests are given in the following safety manuals:

- “Sicherheitstechnik mappSafety“

The information, recommendations, specifications and safety instructions given in the belonging manuals shall be read and understood.

## 6 Certificate Number

This report specifies technical details and implementation conditions required for the application of the Safety Related Programmable Electronic System mappSAFETY by B&R Industrial Automation GmbH on the certificates:

**M6A 041745 0013 Rev. 00**

Munich, 2019-06-04

*Guido Neumann*

Digital  
unterschieden von  
Guido Neumann  
Datum: 2019.06.04  
16:59:12 +02'00'

G. Neumann  
Rail Automation  
Technical Certifier

TÜV SÜD Rail GmbH  
Rail Automation  
Barthstraße 16  
D-80339 München  
Phone: ++49 89 5190-3212; Fax: -2933

Test report no. BE94015C  
Revision 1.0  
K. Leupold  
2019-06-04  
Page 6 of 6



List for tracking of the version releases of components of the safety related automation system:

Liste zur Verfolgung der Versionsfreigaben der Komponenten des sicheren Automatisierungssystems:

B&R Safety System: mappSAFETY EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0013 Rev. 00

Manufacturer / Hersteller

**B&R Industrial Automation GmbH**

**B&R Strasse 1  
5142 Eggelsberg, Austria**

Testing body / Prüfstelle

**TÜV SÜD Rail GmbH**

**Barthstrasse 16  
80339 München, Germany**

**Annex 1  
of the  
Report to the Certificate  
M6A 041745 0013 Rev. 00  
B&R Safety System: mappSAFETY**

**Report No.: BE94015C  
Revision 1.21 of the annex, dated 2022-11-23**

<sup>(1)</sup>x=0-99, the certificate scopes all minor versions / das Zertifikat beinhaltet alle Unterversionen

<sup>(2)</sup>not relevant / nicht relevant

It is not accepted to reproduce any part of this list without prior written authorization of TÜV SÜD Rail GmbH  
Diese Liste darf ohne die schriftliche Genehmigung der TÜV SÜD Rail GmbH nicht auszugweise vervielfältigt werden



List for tracking of the version releases of components of the safety related automation system:  
Liste zur Verfolgung der Versionsfreigaben der Komponenten des sicheren Automatisierungssystems:

**B&R Safety System: mappSAFETY EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0013 Rev. 00**

List of certified mappSAFETY versions:  
Liste der zertifizierten mappSAFETY Versionen:

No. Nr.	Product group Produktgruppe	mappSAFETY Version									
ID 1	mapp Safety Technology Package	5.7.0	5.8.0 5.8.1	5.9.0 5.9.1	5.10.0 5.10.1	5.11.0 5.11.1	5.12.0 5.12.1 5.12.2	5.13.0	5.14.0 5.14.1	5.15.0	5.16.0
		5.17.0	5.18.0	5.19.0	5.20.0	5.21.0					
ID 2	SafeDESIGNER	5.7.0	5.8.0 5.8.1	5.9.0 5.9.1	5.10.0 5.10.1	5.11.0 5.11.1	5.12.0 5.12.1 5.12.2	5.13.0	5.14.0 5.14.1	5.15.0	5.16.0
		5.17.0	5.18.0	5.19.0	5.20.0	5.21.0					

List of certified AS-Hardwareupgrades / Firmware versions:  
Liste der zertifizierten AS-Hardwareupgrades / Firmware Versionen:

No. Nr.	Product group Produktgruppe	Versionen									
ID 1	SafeLOGIC Generation 2	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 571	2.2.1.x FW: 571	2.3.0.x FW: 572	2.4.0.x FW: 573	2.4.1.x FW: 574	2.4.2.x FW: 575	2.5.0.x FW: 577		
		2.6.0.x FW: 578									
ID 2	SafeLOGIC - X Generation 1	2.1.0.x FW: 570	2.1.0.x FW: 591	2.4.1.x FW: 591							
ID 3	SafeLOGIC - X Generation 2	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 580	2.4.0.x FW: 590	2.4.1.x FW: 590	2.4.2.x FW: 590					
ID 4	SCMar	FW: 570	FW: 591								
ID 5	Safe Analog Input Modules	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 571	2.3.0.x FW: 572	2.4.0.x FW: 573	2.5.0.x FW: 574					
ID 6	Safe Digital Input Modules	2.1.0.x FW: 570 <sup>1</sup>	2.2.0.x FW: 571	2.3.0.x FW: 572	2.3.1.x FW: 573	2.4.0.x FW: 574					
ID 7	Safe Digital Output Modules	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 571	2.2.1.x FW: 572	2.4.0.x FW: 573						
ID 8	Safe Combined Modules Generation 1	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 571	2.3.0.x FW: 573 <sup>2</sup>	2.4.0.x FW: 574						
ID 9	Safe Combined Modules Generation 2	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 571	2.3.0.x FW: 572	2.3.1.x FW: 573	2.4.0.x FW: 574					
ID 10	Safe Relais Modules	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 571	2.3.0.x FW: 572	2.4.0.x FW: 573 <sup>3</sup>	2.4.1.x FW: 574	2.5.0.x FW: 575				
ID 11	Safe Powersupply Modules	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 571	2.3.0.x FW: 572	2.3.1.x FW: 573	2.4.0.x FW: 574					
ID 12	Safe Counter Modules	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 572	2.3.0.x FW: 573	2.3.1.x FW: 574	2.4.0.x FW: 575	2.5.0.x FW: 576	2.5.0.x FW: 577			
ID 13	Safe reaction Technology Modules Generation 1	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 571	2.3.0.x FW: 573	2.4.0.x FW: 574	2.4.1.x FW: 575					
ID 14	ACOPOS P3 SafeMOTION	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 590	2.3.0.x FW: 600	2.4.0.x FW: 611						
ID 15	ACOPOSmulti SafeMOTION EnDat2.2	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 570	2.4.0.x FW: 611							
ID 16	ACOPOSmulti SafeMOTION SinCos	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 570	2.4.0.x FW: 611							
ID 17	ACOPOSmotor SafeMOTION	2.1.0.x FW: 570	2.2.0.x FW: 570	2.4.0.x FW: 611							
ID 18	SafeLOGIC for Mobile Automation	2.1.0.x FW: 572	2.2.0.x FW: 573	2.3.0.x FW: 574	2.4.0.x FW: 575	2.5.0.x FW: 576	2.5.1.x FW: 576				

<sup>1</sup> For 9AX2X.01-000 and 9APLK.01-000 currently only FW570 implemented

<sup>2</sup> Only created for X20SC2212.

<sup>3</sup> Only created for X90RO440.04-S1

<sup>1)</sup> x=0-99, the certificate scopes all minor versions / das Zertifikat beinhaltet alle Unterversionen

<sup>2)</sup> not relevant / nicht relevant

It is not accepted to reproduce any part of this list without prior written authorization of TÜV SÜD Rail GmbH  
Diese Liste darf ohne die schriftliche Genehmigung der TÜV SÜD Rail GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden

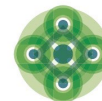


Comune di Bologna

## SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE)

- PROGETTO DEFINITIVO

CUP: F31D21000020001



Sostenibilità  
è Bologna



Rail

List for tracking of the version releases of components of the safety related automation system:  
Liste zur Verfolgung der Versionsfreigaben der Komponenten des sicheren Automatisierungssystems:

**B&R Safety System: mappSAFETY EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0013 Rev. 00**

### Explanation of product groups: Erklärung der Produktgruppen

Product name / Product group Produktbezeichnung / Produktgruppe	Consists of: Besteht aus:
mapp Safety Technology Package	<ul style="list-style-type: none"> <li>MpSfDomMgr SafeDOMAINmanager Library</li> <li>SfDomDrv SafeDOMAINdriver Library</li> <li>SfDomain SafeDOMAIN Library</li> <li>Sicherheitstechnik-GER Documentation of mapp Safety</li> </ul>
SafeDESIGNER <sup>4</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SafeDESIGNER SafeDESIGNER Engineering Tool</li> <li>PLCopen_SF SafeDESIGNER PLCopen Library</li> <li>Table_SF SafeDESIGNER Table Library</li> <li>RoboticCtrl_SF_4 SafeDESIGNER Robotic Library</li> <li>Utilities_SF SafeDESIGNER Utilities Library</li> <li>openSAFETY_BuR_Motion_SF openSAFETY Motion Profile Support</li> <li>ProfiSafe_SF SafeDESIGNER PROFIsafe Library</li> <li>Math_Utilities_SF SafeDESIGNER Mathematics Library</li> <li>LightCurtain_SF SafeDESIGNER Lightcurtain Library</li> <li>DATA_to_SafeDATA_SF SafeDESIGNER DATAToSafeDATA Library</li> <li>PLCopen_Press_SF SafeDESIGNER Press Library</li> <li>CANopen_Safety_SF SafeDESIGNER CANopen Safety Library</li> </ul>
SafeLOGIC Generation 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>X20SL8100 SafeLOGIC Basic</li> <li>X20SL8101 SafeLOGIC Basic with local X2X</li> <li>X20SL8110 SafeLOGIC Basic with IF - Slot</li> <li>X20cSL8100 coated SafeLOGIC Basic</li> <li>X20cSL8101 coated SafeLOGIC Basic with local X2X</li> </ul> <p><b>Certified hardware revisions: see EC-Type examination: M6A 041745 0010</b></p>
SafeLOGIC for Mobile Automation	<ul style="list-style-type: none"> <li>X90SL104.48-S1 mobile SafeLOGIC with 24 Channel SI, 24 channel SO</li> </ul> <p><b>Certified hardware revisions: see EC-Type examination: M6A 041745 0015</b></p>
SafeLOGIC - X Generation 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>X20SLX210 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 2 channel</li> <li>X20SLX410 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 4 channel</li> <li>X20SLX910 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 20 channel</li> <li>X20cSLX410 coated SafeLOGIC with Safe Digital Input, 4 channel</li> <li>X20cSLX910 coated SafeLOGIC with Safe Digital Input, 20 channel</li> </ul> <p><b>Certified hardware revisions: see EC-Type examination: M6A 041745 0010</b></p>
SafeLOGIC - X Generation 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>X20SLX811 SafeLOGIC with Safe Digital Input, 8 channel</li> <li>X20SLX806 SafeLOGIC with 8 channel SI, 6 channel SO</li> <li>X20SLX842 SafeLOGIC with 8 channel SI, 6 channel SO</li> <li>X20SLX402 SafeLOGIC with 4 channel SI, 2 channel SO</li> <li>X20cSLX402 coated SafeLOGIC with 4 channel SI, 2 channel SO</li> </ul> <p><b>Certified hardware revisions: see EC-Type examination: M6A 041745 0010</b></p>
SCMar	<ul style="list-style-type: none"> <li>openSAFETY Configuration Manager for SafeLOGIC - X devices</li> </ul>
Safe Analog Input Modules	<ul style="list-style-type: none"> <li>X20SA4430 Safe Analog Input, 2x2 channel</li> <li>X20ST4492 Safe Temperature Input, 2x2 channel</li> <li>X20cSA4430 coated Safe Analog Input, 2x2 channel</li> </ul> <p><b>Certified hardware revisions: see EC-Type examination: M6A 041745 0010</b></p>
Safe Digital Input Modules	<ul style="list-style-type: none"> <li>X20SI2100 Safe Digital Input, 2 channel</li> <li>X20SI4100 Safe Digital Input, 4 channel</li> <li>X20SI9100 Safe Digital Input, 20 channel</li> <li>9AX2X.01-000 Safe Digital Input, 8 channel SI</li> <li>9APLK.01-000 Safe Digital Input, 8 channel SI</li> <li>B050006543xx-yy Safe Digital Input, 8 channel SI</li> <li>B05000677xx-yy Safe Digital Input, 8 channel SI</li> <li>X67SI8103 Safe Digital Input, 8 channel SI</li> <li>X20cSI4100 coated Safe Digital Input, 4 channel</li> <li>X20cSI9100 coated Safe Digital Input, 20 channel</li> </ul> <p><b>Certified hardware revisions: see EC-Type examination: M6A 041745 0010</b></p>

<sup>4</sup> System requirements of safety related libraries are documented in the dedicated user manuals.

<sup>(1)</sup> x=0-99, the certificate scopes all minor versions / das Zertifikat beinhaltet alle Unterversionen

<sup>(2)</sup> not relevant / nicht relevant

It is not accepted to reproduce any part of this list without prior written authorization of TÜV SÜD Rail GmbH  
Diese Liste darf ohne die schriftliche Genehmigung der TÜV SÜD Rail GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden



List for tracking of the version releases of components of the safety related automation system:  
Liste zur Verfolgung der Versionsfreigaben der Komponenten des sicheren Automatisierungssystems:

**B&R Safety System: mappSAFETY EC-Type Examination Certificate No. M6A 041745 0013 Rev. 00**

Rail

Safe Digital Output Modules	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X20SO2110</li> <li>• X20SO2120</li> <li>• X20SO4110</li> <li>• X20SO4120</li> <li>• X20SO6300</li> <li>• X20cSO4110</li> <li>• X20cSO4120</li> <li>• X20cSO6300</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Safe Digital Output, 2 channel, 0.5 A</li> <li>Safe Digital Output, 2 channel, 2 A</li> <li>Safe Digital Output, 4 channel, 0.5 A</li> <li>Safe Digital Output, 4 channel, 2 A</li> <li>Safe Digital Output, 6 channel, 0.2 A</li> <li>coated Safe Digital Output, 4 channel, 0.5 A</li> <li>coated Safe Digital Output, 4 channel, 2 A</li> <li>coated Safe Digital Output, 6 channel, 0.2 A</li> </ul>
Safe Combined Modules Generation 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X20SC2212</li> <li>• X67SC4122.L12</li> <li>• X20cSC2212</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Safe Digital Mixed, 6 channel SI, 2 channel SO, 0.5 A</li> <li>Safe Digital Mixed, 8 channel SI, 4 channel SO 2 A</li> <li>coated Safe Digital Mixed, 6 channel SI, 2 channel SO, 0.5 A</li> </ul>
Safe Combined Modules Generation 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X20SC0806</li> <li>• X20SC0842</li> <li>• X20SC0402</li> <li>• X20SI8110</li> <li>• X20SI4110</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Safe Digital Mixed with 8 channel SI, 6 channel SO</li> <li>Safe Digital Mixed with 8 channel SI, 6 channel SO</li> <li>Safe Digital Mixed with 4 channel SI, 2 channel SO</li> <li>Safe Digital Mixed with 8 channel SI</li> <li>Safe Digital Mixed with 4 channel SI</li> </ul>
Safe Relais Modules	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X20SC2432</li> <li>• X20SO2530</li> <li>• X20SO6530</li> <li>• X20cSO6530</li> <li>• X20cSC2432</li> <li>• X20cSO2530</li> <li>• X90RO440.04-S1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Safe Digital Mixed, 2 channel SI, 2 channel relay 6 A</li> <li>Safe Digital Output, 2 channel relay SO, 240 V</li> <li>Safe Digital Output, 6 channel relay SO, 240 V</li> <li>coated Safe Digital Output, 6 channel relay SO, 240 V</li> <li>coated Safe Digital Mixed, 2 channel SI, 2 channel relay 6 A</li> <li>coated Safe Digital Output, 2 channel relay SO, 240 V</li> <li>mobile Safe Digital Output, 4 channel relay SO, 9-48 V</li> </ul>
Safe Powersupply Modules	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X20SP1130</li> </ul>	Safe Digital Output, 1 channel, 10 A, Power Supply
Safe Counter Modules	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X20SD1207</li> <li>• X20cSD1207</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>safe digital counter module, 1 failsafe counter channel, 7 kHz, 24 VDC</li> <li>coated safe digital counter module, 1 failsafe counter channel, 7 kHz, 24 VDC</li> </ul>
Safe reaction Technology Modules Generation 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X20SRT806</li> <li>• X20SRT842</li> <li>• X20SRT402</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ReAction for Safety with 8 channel SI, 6 channel SO</li> <li>ReAction for Safety with 8 channel SI, 6 channel SO</li> <li>ReAction for Safety with 4 channel SI, 2 channel SO</li> </ul>
ACOPOS P3 SafeMOTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8ESMC59314</li> <li>• 8ESMC59315</li> <li>• 8ESMC59316</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ACOPOS P3 SafeMOTION EnDat2.2 - 1 Axis servo drive</li> <li>ACOPOS P3 SafeMOTION EnDat2.2 - 2 Axis servo drive</li> <li>ACOPOS P3 SafeMOTION EnDat2.2 - 3 Axis servo drive</li> </ul>
ACOPOSMulti SafeMOTION EnDat 2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8BVSU2SAFE1-1</li> </ul>	ACOPOSMulti SafeMOTION EnDat2.2
ACOPOSMulti SafeMOTION SinCos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8BVSU2_21ENC1-1</li> </ul>	ACOPOSMulti SafeMOTION SinCos
ACOPOSmotor SafeMOTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8DSMC59534</li> </ul>	ACOPOSmotor SafeMOTION EnDat2.2

	Release by Test Body: Freigabe Prüfstelle:	Release by Certification Body: Freigabe Zertifizierstelle:	Release by Manufacturer: Freigabe Hersteller:
Date: Datum:	Klaus	Digital unterschieden von Christien Dirmeier Datum: 2022.11.24 11:26:39 +01'00'	Dietmar Bruckner 2022.11.30 08:14:40 +01'00'
Signature: Unterschrift:	Leupold		Manfred Kuecher 2022.12.01 11:50:10 +01'00'

(1) x=0-99, the certificate scopes all minor versions / das Zertifikat beinhaltet alle Unterversionen

(2) not relevant / nicht relevant

It is not accepted to reproduce any part of this list without prior written authorization of TÜV SÜD Rail GmbH  
Diese Liste darf ohne die schriftliche Genehmigung der TÜV SÜD Rail GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden

Version 1.21

2022-11-23

Page Seite 4 / 4



#### 4.3 PROGETTAZIONE A STANDARD CENELEC 50129:2003 – ELEKTROLINE



#### 4.4 CASSA DI MANOVRA – ELEKTROLINE



**Assessment  
of the Tram Switch Machine TSH  
for SIL 3 classification  
in accordance with EN 61508**

Report no.: 2014/3/08



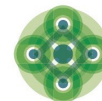


Comune di Bologna

SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA  
(TRATTO NORD LINEA VERDE)

**- PROGETTO DEFINITIVO**

CUP: F31D21000020001



Sostenibilità  
è Bologna



DR. GRABAND  
& PARTNER GmbH

**Report no.:** 2014/3/08

**Subject:** Assessment of the Tram Switch Machine TSH  
for SIL 3 classification in accordance with EN 61508

**Customer:** Elektroline Inc.  
K Ládví 1805/20  
18400 Prague  
CZECH REPUBLIC

**Contractor:** DR. GRABAND & PARTNER GmbH  
Heinrich-Büssing-Ring 25  
D-38102 Braunschweig  
GERMANY

**Assessor:** Dipl.-Ing. Axel Schulz-Klingner  
☎ +49 531/27383-33  
☎ +49 531/27383-808  
✉ Axel.Schulz-Klingner@graband-bs.de

**Participation:** Frank Strobelt  
☎ +49 531/27383-59  
☎ +49 531/27383-808  
✉ Frank.Strobelt@graband-bs.de

**Number of pages:** - 20 -

Report TSH SIL 3  
GP-Sk

2014/3/08

2008-10-10  
page 1 of 20



## Contents

1	Abbreviations.....	3
2	General .....	4
3	Description of the Switch Machine, Type TSH.....	5
4	Fundamentals.....	6
4.1	Standards and guidelines .....	6
4.2	Safety related functions .....	7
4.3	Requirements .....	8
4.3.1	Required technique/measure.....	9
4.3.2	Implementation of required technique/measure .....	11
5	Assessment.....	13
5.1	Basic documents .....	13
5.2	Accomplishment.....	17
6	Conditions .....	18
7	Overall Result.....	20

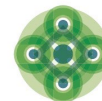


Comune di Bologna

SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA  
(TRATTO NORD LINEA VERDE)

- PROGETTO DEFINITIVO

CUP: F31D21000020001



Sostenibilità  
è Bologna



DR. GRABAND  
& PARTNER GmbH

## 1 ABBREVIATIONS

EN	European Norm
FC	Fault Control
FP	Fault Prevention
GP	DR. GRABAND & PARTNER GmbH
HR	Highly recommended
IP	International Protection Rating (also: Ingress Protection Rating)
M	Mandatory
R	Recommended
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability, Safety
SIL	Safety Integrity Level
TSC 3	Tram Switch Control System
TSH	Tram Switch Machine

Report TSH SIL 3  
GP-Sk

2014/3/08

2008-10-10  
page 3 of 20



## 2 GENERAL

Elektroline Inc. is a manufacturer for point controller, point machines and equipment since several years. In the past the point controller and point machines were developed to assure a point switch crossing with max. 15 km/h. Growing requirements make it necessary to adjust the point controller, the point machines and the related outdoor equipment, like signal lamps and track circuits, for higher crossing speeds. So Elektroline Inc. developed a point machine named Switch Machine TSH.

The Switch Machine TSH will be used in light rail and tramway networks.

The positioning to desired position will be controlled by a point controller or by means of manually operated lever. The switch machine is intended for implementation with all standard light-rail or tramway switch point systems and shall be operated with standard control systems.

The Switch Machine shall fulfil the safety-related standards of a SIL 3 system in accordance with EN 61508. This report is supposed to examine that the required safety related standards are fulfilled.

This report is restricted for the Switch machine TSH, only. External equipment has not been part of the assessment.



### 3 DESCRIPTION OF THE SWITCH MACHINE, TYPE TSH

The Switch Machine TSH is designed for positioning of switch points for such kind of traffic like light rail or tramway. The Switch Machine provides the following basic functions:

- Positioning of the switch tongues
- Thrust of the switch tongues at correct terminal position
- Locking of the throw rod at correct terminal position
- Fix locking of control rod of adjacent switch tongue
- Possibility of exceptional forced positioning (bursting – in trailing direction) without damage to the switch machine.
- Compact – one box
- Structural height 200mm
- Actuating through hydraulic system with electric motor 230 V AC or 3 x 400 V AC or 600V DC or 750 V DC
- Cover IP67
- Safety Integrity Level 3 (SIL 3)
- Tongue's lift 35 mm – 70 mm
- Stainless

In conjunction with the control system the following functions are available:

- Signalling that the throw and control rods are locked in position
- Signalling that the control rods are at correct terminal position
- Detection and signalling that the lever for manual positioning has been inserted enabling to block the automatic positioning while the lever is inserted



## 4 FUNDAMENTALS

### 4.1 Standards and guidelines

Assessment was based on the following standards:

- EN 61508-1 Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems Part 1: General requirements, 11/2002
- EN 61508-2 Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems, 12/2002
- EN 61508-4 Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems Part 4: Definitions and abbreviations, 11/2002
- EN 61508-6 Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems Part 6: Application guideline for EN 61508-2 and EN 61508-3, 06/2003

The following documents were also used for the purpose of assessment:

- EN 50129 Railway applications, Communication, signalling and processing systems, safety related electronic systems for signalling, German Version EN 50129:2003
- EN 50126 Railway applications, Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)



#### 4.2 Safety related functions

Safety related functions of the Tram Switch TSH are:

- Thrust of switch tongues at correct terminal position
- Locking of the throw rod at correct terminal position
- Fix locking of control rod of adjacent switch tongue
- Possibility of exceptional forced positioning (bursting – in trailing direction) without damage to the switch machine

A dangerous malfunction (failure or drop out during operation according to EN 61508-2, Annex A1) is a failure of the Tram Switch Machine (TSH), which will impede the execution of the safety related functions. Therefore, the following malfunctions have to be classified as safety relevant:

- Control and information about the switch tongue position
- Control and information about the throw rod position
- Control and information about the control rod locking of adjacent switch tongue
- Operation and control of bolting



#### 4.3 Requirements

For Safety Integrity Level 3 (SIL 3) according to EN 61508-2 the following techniques or measures have to be used as means of fault prevention (FP) and fault control (FC). Only the requirements applicable for the Tram Switch Machine TSH are listed.

In the column "Activity of measure" of the following tables, abbreviations are used as described below

- HR The technique or measure is **highly recommended** for this safety integrity level. If this technique or measure is not used then the rationale for not using it shall be detailed.
- R The technique or measure is **recommended** for this safety integrity level.
- M The use of the technique or measure is **mandatory** for this safety integrity level.

Low / medium / high: The techniques or measures shall be used to the extend necessary to give at least the described effectiveness against systematic failures according to EN 61508, part 2, table B.6.





#### 4.3.1 Required technique/measure

No.	Technique/measure	Reference	Activity of measure
<b>Techniques and measures to avoid mistakes during specification of E/E/PE design requirements</b>		EN 61508, Part 2, Table B.1	
FP 1	Project management		HR/medium
FP 2	Documentation		HR/medium
FP 3	Separation of E/E/PE system safety function from non safety functions		HR/medium
FP 4	Structured specification		HR/medium
FP 5	Inspection of the specification		HR/medium
FP 6	Checklists		R/medium
<b>Techniques and measures to avoid introducing faults during E/E/PE system design and development</b>		EN 61508, Part 2, Table B.2	
FP 7	Observance of guidelines and standards		M/medium
FP 8	Project management		M/medium
FP 9	Documentation		M/medium
FP 10	Structured design		HR/medium
FP 11	Modularisation		HR/medium
FP 12	Use of well-tried elements		R/medium
FP 13	Semi-formal-methods		HR/medium
FP 14	Checklists		R/medium
<b>Techniques and measures to avoid faults during E/E/PE system integration</b>		EN 61508, Part 2, Table B.3	
FP 15	Functional testing		M/high
FP 16	Project management		M/medium
FP 17	Documentation		M/medium
FP 18	Field experience		R/medium
<b>Techniques and measures to avoid faults and failures during E/E/PE system operation and maintenance procedures</b>		EN 61508, Part 2, Table B.4	
FP 19	Operation and maintenance instruction		HR/high
FP 20	User friendliness		HR/high
FP 21	Maintenance friendliness		HR/high
FP 22	Project management		M/medium
FP 23	Documentation		M/medium
FP 24	Limited operation possibilities		HR/medium
FP 25	Protection against operator mistakes		HR/medium



DR. GRABAND  
& PARTNER GmbH

No.	Technique/measure	Reference	Activity of measure
<b>Techniques and measures to avoid faults during E/E/PE system safety validation</b>		EN 61508, Part 2, Table B.5	
FP 26	Functional testing		HR/high
FP 27	Functional testing under environment conditions		HR/high
FP 28	Interference surge immunity testing		HR/high
FP 29	Fault insertion testing (when required diagnostic coverage $\geq 90\%$ )		HR/high
FP 30	Project management		M/medium
FP 31	Documentation		M/medium
FP 32	Simulation and failure analysis		R/medium
FP 33	Expended functional testing		HR/medium
FP 34	Fault insertion testing (when required diagnostic coverage $\geq 90\%$ )		R/medium

Table 3.3-1: Technique and measures to avoid faults – SIL 3

No.	Technique/measure	Reference	Activity of measure
Technique and measures to control systematic failures caused by hardware during operation		EN 61508, Part 2, Table A.15	
FC 1	Failure detection by on-line monitoring		R/medium
Technique and measures to control systematic failures caused by environmental stress or influences		EN 61508, Part 2, Table A.16	
FC 2	Measures against voltage breakdown, voltage variations, overvoltage, low voltage		M/medium
FC 3	Separation of electrical energy lines from information lines		M
FC 4	Measures against the physical environment (for example, temperature, humidity, water, vibration, dust, corrosive substances)		M/high
FC 6	Failure detection by on-line monitoring		R/medium
Technique and measures to control systematic operation failures		EN 61508, Part 2, Table A.17	
FC 7	Modification protection		M/high
FC 8	Failure detection by on-line monitoring		R/medium

Table 3.3-2: Technique and measures of fault control – SIL 3

#### 4.3.2 Implementation of required technique/measure

Techniques and measures used by Elektroline Inc. for the Tram Switch Machine TSH are listed in the following table:

No.	Requirement for SIL 3	Activity of technique/measure
FP 1, FP 8, FP 16, FP 22, FP 30	Project management	The project management is part of the quality management of Elektroline Inc. Prague (see/5/).
FP 2, FP 9, FP 17, FP 23, FP 31	Documentation	The documentation is part of the quality management of Elektroline Inc. Prague (see/5/ ).
FP 3	Separation of E/E/PE system safety function from non safety functions	Not applicable
FP 4	Structured specification	These measures are part of the quality management of Elektroline Inc. Prague (see/5/).
FP 5	Inspection of the specification	
FP 6, FP 14	Checklists	
FP 7	Observance of guidelines and standards	
FP 10	Structured design	Not applicable
FP 11	Modularisation	
FP 12	Use of well-tried elements	Usage of tested mechanical elements and electronical sensors detecting the locked position of the tounge controlled by TSC3 or similar
FP 13	Semi-formal-methods	Semi-formal-methods are part of the quality management of Elektroline Inc. Prague (see/5/).
FP 15, FP 26	Functional testing	Has been done during design and development
FP 18	Field experience	Feedback on field experience about TSC 3 is available at Elektroline (see /20/, /21/ and /22/). Information collection and storing is part of the quality management of Elektroline Inc. Prague (see/5/).
FP 19	Operation and maintenance instruction	Described in the Technical and Business Conditions (see /26/) as well as in the Maintenance Guide (see /27/)
FP 20	User friendliness	
FP 21	Maintenance friendliness	
FP 24	Limited operation possibilities	Failure will be detected by the TSC 3 or a similar system and will result in blocking.

No.	Requirement for SIL 3	Activity of technique/measure
FP 25	Protection against operator mistakes	Failure will be detected by the TSC 3 or a similar system and will result in blocking.
FP 27	Functional testing under environment conditions	Field tests take place at the Elektroline courtyard. Results from systems in service in Prague and Liberec are collected and evaluated by Elektroline
FP 28	Interference surge immunity testing	Not applicable
FP 29, FP 34	Fault insertion testing (when required diagnostic coverage $\geq 90\%$ )	These tests procedures have been used during development and inspection
FP 32	Simulation and failure analysis	
FP 33	Expended functional testing	

Table 3.3-3 Adopted technique/measure to avoid faults – SIL 3

No.	Requirement for SIL 3	Activity of technique/measure
FC 1	Failure detection by on-line monitoring	See /26/
FC 2	Measures against voltage breakdown, voltage variations, overvoltage, low voltage	See /26/
FC 3	Separation of electrical energy lines from information lines	See /26/
FC 4	Measures against the physical environment (for example, temperature, humidity, water, vibration, dust, corrosive substances)	See /26/
FC 6, FC 8	Failure detection by on-line monitoring	See /26/
FC 7	Modification protection	See /26/

Table 3.3-4 Adopted technique/measure of fault control – SIL 3





## 5 ASSESSMENT

### 5.1 Basic documents

The following documents have been used for the purpose of assessment and they are attached to this assessment report (except /26/):

- /1/ Elektroline a.s.  
Switch Machine – Required Specification, Version 1.00, dated 16.5.2005  
Author: Zdeněk Mrázek
- /2/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH" – System Definition, Version 1.00, dated 23.1.2008  
Author: Jiří Cerman
- /3/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH" – Quality Management Report,  
Version 1.00, dated 23.1.2008, Author: Jiří Cerman
- /4/ Elektroline a.s.  
The Guide of Integrated System (Czech Language), Chapter 4  
Version 8, dated 9.5.2007, Author: Pavel Bechyňák
- /5/ SGS Société Générale de Surveillance SA Systems & Servicesn Certification  
Technoparkstrasse 1 8005 Zurich Switzerland. Certification for the following activities:  
Design, engineering, production and installation of railway and public traffic lines, control  
systems, power distributions to 35KV and other systems, equipments and products  
Revisions and checking of electric equipments.
  - CH05/0464 ISO 14001:2004
  - CH03/0414 ISO 9001:2000
  - CH06/0417 ISO 18001:1999
- /6/ Elektroline a.s.  
Organization Structure, dated 01.01.2008

Report TSH SIL 3  
GP-Sk

2014/3/08

2008-10-10  
page 13 of 20



- /7/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH" – Safety Management Report, version 1.00, dated 23.1.2008  
Author: Jiří Cerman
- /8/ Elektroline a.s.  
Example of project form Nr 72 (Czech Language)
- /9/ Elektroline a.s.  
Running quality checks (an example, Czech language)  
dated 2008
- /10/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Functional and Technical Safety Report – Overview, Version 1.00, dated 23.1.2008  
Author: Jiří Cerman
- /11/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Functional and Technical Safety Report – Assurance of correct functional operation  
-System architecture description, Version 1.00, dated 30.4.2008  
Author: Jiří Cerman
- /12/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Functional and Technical Safety Report – Assurance of correct functional operation  
-Definition of interfaces: Man-machine interface, Version 1.00, dated 30.4.2008  
Author: Jiří Cerman
- /13/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Functional and Technical Safety Report – Assurance of correct functional operation  
-Definition of interfaces: System interface, Version 1.00, dated 30.4.2008  
Author: Jiří Cerman



- /14/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Fulfilment of System Requirements Specification  
Version 1.00, dated 30.4.2008, Author: Jiří Cerman
- /15/ Výzkuný Ústav Železniční, a.s.  
Railway Research Institute, j.s.r.  
VUZ Testing Laboratory, ZL RST Section (Rolling Stock Section)  
Novodvorská 1698, 142 01 Prague 4 – Braník  
Technical Report, VUZ RST – 016/2006  
Measurement of trust force and parting force  
TSH 100C Elektrohydraulic Switch Machine, Pototype No. 3  
dated July 12, 2006
- /16/ Výzkuný Ústav Železniční, a.s.  
Railway Research Institute, j.s.r.  
VUZ Testing Laboratory, ZL RST Section (Rolling Stock Section)  
Novodvorská 1698, 142 01 Prague 4 – Braník  
Technical Report, VUZ RST – 018/2006  
Assessment of product compliance with business and technical requirements  
TSH 100C Elektrohydraulic Switch Machine, Pototype No. 3  
dated July 12, 2006
- /17/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Fulfilment of Safety Requirements Specification – Risk Analysis  
Version 1.00, dated 30.4.2008, Author: Vojtěch Moravec
- /18/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Fulfilment of Safety Requirements Specification – Entries from tests on trial switch  
machine at workshop (Czech language)  
dated 30.4.2008 (entries between 15.11.2005 and 16.04.2008)  
Author: Vojtěch Moravec





- /19/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Fulfilment of Safety Requirements Specification – Entries from operation at Liberec -  
Vratislavice (Czech language), (entries between 31.07.2006 and 18.12.2007)  
Author: Vojtěch Moravec
- /20/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Fulfilment of Safety Requirements Specification – Entries from operation at Praha -  
Petřiny (Czech language), (entries between 21.03.2007 and 10.04.2008)  
Author: Vojtěch Moravec
- /21/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Safety Related Application Conditions, Version 1.00, dated 3.5.2008  
Author: Jiří Cerman
- /22/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Safety Qualification Tests, Version 1.00, dated 3.5.2008  
Author: Jiří Cerman
- /23/ Elektroline a.s.  
Switch Machine, Type "TSH"  
Conclusion, Version 1.00, dated 3.5.2008  
Author: Jiří Cerman
- /24/ Elektroline a.s.  
Electrohydraulic Switch Machine with Locked Control Rods – TSH 106 LCL  
Technical and Business Conditions, Version 1.01, dated 23.1.2008  
Author: Vojtěch Moravec



/25/ Elektroline a.s.

Electrohydraulic Switch Machine with Locked Control Rods – TSH 1xx LCL  
Maintenance Guide (partly in Czech language), dated 5.12.2007  
Author: Vojtěch Moravec

/26/ DR. GRABAND & PARTNER GmbH

Assessment of the Tram Switch Control System TSC 3 for SIL 3 Classification in  
accordance with EN 61508, Report no.: 2014/1/08  
dated 18.07.2008  
Authors: Frank Strobelt, Dr.-Ing. Hans Günther

## 5.2 Accomplishment

The assessment occurred in following steps:

- (1) Study of available documentation as listed in chapter 5.1
- (2) Preparation and discussion of a questionnaire  
Questions were answered in written and during the meeting on 4<sup>th</sup> September 2008
- (3) Inspection and function tests at a laboratory: Used were Tram Switch Machines (TSH) at the laborator and at the courtyard of Elektroline Inc. in Prague
- (4) Observation of the Tram Switch Machine (TSH) in Prague Petřiny.  
Inspection and observation took place in Prague on 4<sup>th</sup> September 2008. During the inspection functional test were done based on the Functional and Technical Safety Reports and test listings (see /16/ and /19/).



## 6 RESULTS

### 6.1 General Conditions

The general conditions of the Tram Switch Machine TSH are described in the documents /1/ and /2/, /26/ and /27/.

The fulfilment of the conditions described in these documents are demonstrated through the tests at the Elektrolin laboratories and at the courtyard (see /20 and through the entries in documents /21/ and /23/.

The fulfilment of the conditions were also demonstrated to GP during several visits in Prague, especially during the meeting on 4<sup>th</sup> September 2008 (see also chapter 5.5).

### 6.2 Measures of Fault Protection

The general conditions of the Tram Switch Machine TSH are described in the documents /1/ and /2/, /26/ and /27/.

#### 6.2.1 Mechanical Conditions

To guarantee that the throw rods fulfil the requirements tests and measures were done by the Czech Railway Research Institute, j.s.r. (Výzkumný Ústav Železniční, a.s.). Results of these tests and measures are documented in /17/ and /18/.

These documents state that the Tram Switch Machine fulfils the requirements.

Further mechanical tests and measure did not take place.

#### 6.2.2 Safety Control

To work in an SIL 3 environment the Tram Switch Machine TSH need to be controlled by the SIL 3 Tram Switch Control System TSC 3 or by a similar system. Assessment report no. 2014/1/08 of GP shows that the controlling of the Tram Switch Machine TSH is done by the TSC 3 system on a SIL 3 level. This includes also the electronical control

- of the switch tongue position

Report TSH SIL 3  
GP-Sk

2014/3/08

2008-10-10  
page 18 of 20



- and information about the throw rod position
- and information about the control rod locking of adjacent switch tongue
- and operation of the bolting

## 7 CONDITIONS

For manufacturing and operation of the Tram Switch Machine of Elektroline Inc. the following Safety Relevant Regulations (SRR) must be considered:

- SRR 1: To run the Tram Switch Machine under SIL 3 conditions the Tram Switch Machine (TSH) need to be controlled by a SIL 3 superior control system like the Tram Switch Control System (TSC 3) or similar.
- SRR 2: The Tram Switch Machine needs a periodical maintenance every 6 month. Results have to be documented and be kept following the normal quality procedures of Elektroline or of the operating company.
- SRR 4: For changing of safety relevant functions in case of maintenance the same practice as for the development has to be used.



## 8 OVERALL RESULT

The Tram Switch Machine (TSH) is a point machine to be used light-rail and tramway networks. It fulfils the requirements of a SIL 3 system if it is controlled by a SIL 3 superior control system like the Tram Switch Control System (TSC 3) or similar.

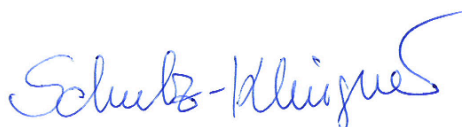
The assessment was based on the documentation made available by Elektroline and as listed in chapter 5.1.

The assessment took into account the mechanical tests performed by the Výzkuný Ústav Železniční, a.s., VUZ Testing Laboratory, ZL RST Section (Rolling Stock Section), Novodvorská 1698, 142 01 Prague 4 – Braník (see /17/ and /18/). Additional mechanical tests did not take place.

The assessment took also into account the Assessment of the Tram Switch Control System TSC 3 for SIL 3 classification, as accomplished by GP (see /26/).

The Technical and Business Conditions /24/ as well as the Maintenance Guide /25/ and the Report no. 2014/1/08 (see /26/) have to be taken into account.

Braunschweig, 10<sup>th</sup> October 2008



Axel Schulz-Klingner

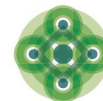


Comune di Bologna

SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA  
(TRATTO NORD LINEA VERDE)

- PROGETTO DEFINITIVO

CUP: F31D21000020001



Sostenibilità  
è Bologna

#### 4.5 CIRCUITO DI BINARIO – ELEKTROLINE



Assessment Report  
Blocking Resonant Circuit BRC

Certificate No.: 3588/2/19



**Certificate No.:** 3588/2/19

**Project:** Assessment of the Blocking Resonant Circuit BRC according to EN 61508  
SIL 2

**Client:** Elektroline Inc.  
K Ládví 1805/20  
18400 Prague  
CZECH REPUBLIC

**Contractor:** Dr. Graband & Partner GmbH  
Efeuweg 9  
38104 Braunschweig

**Assessor:** Dipl.-Inform. Lars Tüpkker  
☎ 0531/27383-57  
☎ 0531/27383-99  
✉ Lars.Tuepker@graband.de

**Support:** Frank Strobelt

**Seitenzahl:** - 10 -



GRABAND ist akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17020:2012 als  
Inspektionsstelle Typ A für Inspektionen in den Bereichen;  
Schienengebundener Verkehr,  
Automatisierungstechnik und Automotive





Inhalt:

1	Introduction .....	3
2	Changes .....	4
3	Basis .....	5
3.1	Normative References .....	5
3.2	Input Documents .....	5
3.3	Inspection object .....	6
4	Procedure of Inspection .....	7
5	Result of Inspection .....	8
5.1	Constraints and Restrictions .....	9
5.2	Compatibility .....	9
6	Overall Result .....	10



## 1 Introduction

Elektroline Inc. is a manufacturer for point controller, point machines and equipment for several years. A part of this equipment is the Blocking Resonant Circuit Unit, called BRC.

The BRC has to recognize the attendance of the bogey or the bulk of a tram and report it to the point controller. It has to be examined if the BRC fulfils this function in accordance with the standards of a SIL 2-System based on EN 61508.

The BRC has been developed and assessed in 2010. This report bases on the 2010 assessment and only considers the current maintenance procedure and the impact of the current changes on the systems safety.

The Dr. Graband & Partner GmbH as independent inspection body is charged to assess the changes in the current maintenance process according to EN 61508. This report contains details about the conditions, the procedure and the result of the assessment.



## 2 Changes

Detailed Information about the Hardware and Software changes can be found in Software change log /12/ and hardware change log /13/. Impact analyses were carried out and documented in /14/.

Most hardware changes were caused by experiences from operation or by obsolescence of electrical parts. The changes were comprehensively categorized in safety relevant and not safety relevant.

The safety relevant hardware changes were:

- Q4 Thyristor replaced with bistable relay K3
- Q4 transistor, R85 and D57 diode added for relay K3 excitation, fuse F1 omitted
- R265 added to CPU port P1.6 to recognize HW version
- U44, R264 added to get signal ADCONV5
- Added U47, R272, R273, C110 and J3 - modification of AC signal IN sufficient amplitude detection

As the complete safety function is implemented in hardware the software changes are not safety relevant.



### 3 Basis

#### 3.1 Normative References

- /1/ EN 61508-1 Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems Part 1: General requirements, 11/2002
- /2/ EN 50129:2003  
"Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signalling"

#### 3.2 Input Documents

- /3/ Quality Management Report, Certificate CZ15/0031/QE, SGS Societe Generale de Surveillance SA, valid from 28 June 2018 until 26 June 2021
- /4/ Assessment Report, Blocking Resonant Circuit BRC, (SIL 2 classification)  
Dr. Graband & Partner GmbH, Report No. 2014/1/10 from 20.12.2010
- /5/ BRC type test report  
Electrotechnical testing institute, Pod Lisem 129, 171 02 Praha 8 – Troja  
Report No. 604478-01/07, Date 11.11.2016
- /6/ Elektroline Blocking Circuit (BRC) – Description  
Version 3.1, date 8.1.2019
- /7/ BRC – safety analysis  
Version 3.2, date 31.1.2019
- /8/ BRC track circuit - User Manual  
Version 2.14, date 8.1.2019
- /9/ BRC7 Block Diagram  
Rev. 02, dated November 28, 2018, Elektroline Inc. Czech Republic.
- /10/ BRC6 Blocking Resonant Circuit, Sheet 1-4,  
Rev. 00, dated 17.4.2015, Elektroline Inc. Czech Republic.

Assessment Report BRC

3588/2/19

11.02.2019  
Page 5 of 10



- /11/ BRC7 Blocking Resonant Circuit, Sheet 1-4,  
Rev. 00, dated 29.11.2016, Elektroline Inc. Czech Republic.
- /12/ BRC - SW Revisions Change Log, Document ID EID00000715  
Version 1.0, Date 10.05.2018
- /13/ BRC - HW Revisions Change Log, Document ID EID00000716  
Version 1.1, Date 10.05.2018
- /14/ BRC HW Changes - Impact Analysis, Document ID EID00000763  
Version 1.1, Date 23.11.2018
- /15/ Explanation of BRC HW changes  
Version 1.0, Date October 22, 2018
- /16/ Catalogue of test cases for BRC failure (SW 1.37), Part-No.: TC2014.0400.44,  
Revision 02, Date 07/19/2016, DR. GRABAND & PARTNER GmbH
- /17/ Catalogue of test cases for BRC failure (SW 1.44), Part-No.: EID00000816,  
Revision 01, Date 12/19/2018
- /18/ BRCg1 Statistics  
Document ID: EID00000809, Revision 1.0, Date 23.11.2018

### 3.3 Inspection object

This assessment report is valid for the following combinations of hardware and software:

Name	HW revision	SW revision	SW checksum
BRC/N	BRC6	1.37	0x3F65
BRC/W	BRC7	1.37	0x3F65
	BRC7	1.44	0x5E30

The BRC unit is available in two different sizes. The card is the same. The only difference is the width of the front platter. BRC/N comes with a 20mm platter, BRC/W with a 30mm version. The Software update from 1.37 to 1.44 only contains comfort functions for setup and is not necessarily to be executed.



#### 4 Procedure of Inspection

The assessment includes the examination of the maintenance process steps according to EN 61508 /1/ as well as the assessment of the influence of the changes on the functional safety.

Errors and questions that occur are sent as error reports and are thus made available to the developers responsible for correcting the errors. These are answered by the responsible developers, the results are checked by the assessor and, after a positive result of the work, documented and closed.

The assessment is based on the review of the submitted development documents.  
If necessary, discussions are held with individual developers.

At 3.5.2018 and 4.5.2018, the assessor was able to gain an insight into development, production and testing on site at Elektroline Prague. The processes and procedures are considered sufficient.



## 5 Result of Inspection

The submitted documents were reviewed. The assessment activities were especially focused on the change descriptions, the change impact analysis and the appropriate embedding of maintenance into the development process according to EN 61508 /1/.

The following documents have been generated to describe and analyze the changes in contrast to the original BRC assessment /4/:

- Software Changelog /12/
- Hardware Changelog /13/
- Hardware Change Explanation /15/
- BRC Changes Impact analysis /14/

The changes have been incorporated into the following product development documents:

- System Description /6/
- Safety Analysis /7/
- Block Diagram /9/
- Schematic /11/

The impact analysis, together with the adapted safety analysis, comes to the comprehensible conclusion that the changes have no negative influence on the hazard rates and the effectiveness of the measures for fault protection and fault control described in /4/.

Tests on the function of the BRC were carried out as field tests documented in a statistical report /18/ to prove that the changes had no retroactive effect. In addition, the tests to control hardware failures /16/, /17/ in interaction with the software were repeated for each software version.

The user manual /8/ has been completely revised. The various installation options are described better and more concretely. The commissioning process itself is also described in more detail to avoid errors on the part of the user.

The tests for climatically and electromagnetically acceptability have been repeated by an independent laboratory /5/. The results are therefore accepted and are taken into account in this assessment.





From the point of view of the assessors, a usage in systems according to EN 50129 /2/ up to a SIL Level of SIL 2 is possible if appropriate integration tests are carried out.

### 5.1 Constraints and Restrictions

- During installation and operation the instructions from the user manual /8/ have to be strictly adhered to.
- The Conditions and Constraints from the user manual /8/ chapter 9.2 have to be adhered to.
- After setup routine the blocking function has to be checked.

Constraints and Restrictions from /4/:

- The Dip switches on the front panel have to be covered and protected against readjusting after automatically setup.
- Blocking Resonant Circuit Unit (BRC) needs a periodical maintenance as described in /8/ every 6 month. Results have to be documented and kept following the normal quality procedures of Elektroline or of the operating company.
- In case of a software modification the test cases of the "Catalogue of test cases for BRC failure" /8/ have to be repeated. The catalogues have to be modified with the new revision, date, author and the reason of revision. The current checksum of the modified software has to be documented. These tests can only be done and signed by an accredited company or institution.
- For changing of safety relevant functions in case of maintenance the same practice as for the development has to be used.

### 5.2 Compatibility

The BRC1 /4/ can be replaced by the BRC6 or BRC7 with the software revisions described in chapter 3.3. The installation process has to be redone according to the user manual /8/.



## 6 Overall Result

The inspection of the maintenance of BRC following EN 61508 /1/ has following result:

- The changes on BRC system have been performed with a maintenance process following EN 61508 /1/ SIL 2.
- The statements from /4/ regarding the safety functions, development process and the measures of fault protection and fault control remain valid.
- The assessment is valid for the BRC6 and BRC7 described in 3.3
- The Constraints and Restrictions in 5.1 have to be considered.
- BRC6 and BRC7 can be used in Systems developed according EN 50129 /2/ by performing appropriate integration tests, if the THR of single BRC according to SIL 2 is sufficient.

Braunschweig, 11.02.2019



Dipl.-Inform. Lars Tüpker