



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

CENTRO DI RICERCA
SUI SISTEMI ELETTRONICI
PER L'INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE
E DELLE TELECOMUNICAZIONI
"ERCOLE DE CASTRO"

Strumenti di navigazione stimata a bordo treno per il traffico ferroviario europeo

– Piano delle attività

- Progetto di ricerca correlato all'incarico di ricerca

Analisi e dimostratori per Strumenti di Programmazione Eurobalise e perfezionamento dei sottosistemi di bordo Odometria e BTM per l'European Vital Computer (EVC)

Il progetto di ricerca di riferimento si inserisce nell'ambito della quasi decennale (dal 2018) collaborazione con RFI finalizzata allo studio, al progetto e alla sperimentazione di alcuni componenti chiave del Sottosistema di Bordo del sistema europeo ERTMS/ETCS "European Rail Traffic Management System/European Train Control System", i cui obiettivi sono sia l'interoperabilità del traffico ferroviario in Europa, sia l'incremento della velocità e del numero di treni sulla linea (*rete ad Alta Velocità/Alta Capacità*). Questo progetto di ricerca punta alla concezione e alla dimostrazione a livello TRL5 di soluzioni sistemistiche innovative con architettura ridondata, destinate a essere installate a bordo e basate sull'impiego di tecnologie stato dell'arte in ambito elettronico, elettromagnetico e di design.

In particolare questo specifico progetto di ricerca si concentra su due obiettivi:

1. la concezione e la verifica, in laboratorio e in campo, di un programmatore universale di balise da installare su un drone ferroviario attualmente allo studio presso RFI
2. l'approfondimento e il perfezionamento di soluzioni innovative di navigazione stimata a bordo treno, già studiate preliminarmente in precedenti collaborazioni con RFI.

- Progetto di ricerca correlato all'incarico di ricerca in inglese:

Analysis and demonstrators of Eurobalise universal programming equipment, after the refinement of on board Odometry and Balise Transmission Modules for the European Vital Computer

This call is part of a long-term collaboration with RFI S.p.A. aimed at the design and testing of some key components of the European ERTMS/ETCS "European Rail Traffic Management System/European Train Control System" specifications, focused on both, european railway traffic interoperability and railway traffic speed and throughput increase.

The proposed project is focused on the development at TRL5 level demonstrators of on-board equipment with redundant architecture, based on state-of-the-art technologies in the electronic, electromagnetic and design areas.

Specifically, this reserach project addresses the following two topics:

1. conception and verification of an *Eurobalise* programmer to be installed on an unmanned railway vehicle
 2. the further development and refinement of previously developed, on-board, dead reckoning based navigation solutions for railway applications
-



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

CENTRO DI RICERCA
SUI SISTEMI ELETTRONICI
PER L'INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE
E DELLE TELECOMUNICAZIONI
"ERCOLE DE CASTRO"

- Descrizione delle attività di assistenza alla ricerca che saranno affidate al titolare dell'incarico:

Il candidato parteciperà alla concezione progettazione, sviluppo e verifica in laboratorio e in campo di un dispositivo di controllo e programmazione delle boe disposte sui binari della rete ferroviaria europea. Il dispositivo sarà un componente essenziale di un minidrone ferroviario anch'esso sperimentale, a cui RFI ipotizza di demandare funzioni di monitoraggio e gestione dell'infrastruttura ferroviaria. Il candidato contribuirà inoltre al perfezionamento di soluzioni innovative di navigazione stimata a bordo treno, già studiate in ARCES e alla attuazione dei relativi piani di test secondo le normative di riferimento.

Gli indicatori di performance (Key performance indicators) su cui il candidato, con le sue competenze, verrà valutato, sono: le prestazioni real time (combinazione di logica programmabile e firmware) la sicurezza (tramite diagnostica in linea, architetture ridondate, fusione di sensori (encoder e accelerometri), la graceful degradation in caso di guasti rilevati, i livelli di integrazione e di flessibilità ottenuti grazie all'impiego di architetture basate su SoC e la conformità con le specifiche dei documenti normativi europei (subset ERTMS-ETCS).

Quindi l'assistenza alla ricerca del candidato si concretizzerà in termini di azioni di concezione, progettazione, sviluppo e verifica in laboratorio e in campo di dimostratori, e includerà anche la pianificazione e l'esecuzione di attività di validazione e verifica nonché l'interazione con terze parti opportunamente selezionate a cui affidare attività non strettamente di ricerca, quali la progettazione di circuiti stampati e la costruzione di prototipi sulla base dei progetti realizzati in ARCES).

- Descrizione delle attività di assistenza alla ricerca che saranno affidate al titolare dell'incarico in inglese:

The candidate will take part to the design, development and testing of a programming device for the buoys located between the rails (balise) of the european railway network. Such a programmer will be a component of an experimental unmanned vehicle developed by RFI. Furthermore the candidate is expected to contribute to the refinement and testing according to the reference regulations of innovative on-board navigation equipment previously designed in ARCES.

The Key performance indicators to be addressed by the candidate with his/her skill and competence are:

- Real time performance based on LP-firmware combination
- system safety to be achieved through in-process diagnostics, redundant architectures, fusion of sensors like encoders and accelerometers and graceful performance degradation upon fault detection
- integration and flexibility levels based on SoC design
- compliance with ERTMS-ETCS specifications.

The required activity includes design and testing of demonstrators, as well as the interaction with external service providers (e.g. pcb design and prototype construction based on ARCES designs).



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

CENTRO DI RICERCA
SUI SISTEMI ELETTRONICI
PER L'INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE
E DELLE TELECOMUNICAZIONI
"ERCOLE DE CASTRO"

Piano delle attività:

Il piano delle attività, calibrato sui 21 mesi di durata dell'incarico, è il seguente:

1. progetto e successiva verifica di un modulo hardware per la programmazione delle boe
2. progetto di logica programmabile e firmware su SoC per il modulo di programmazione di cui sopra
3. validazione del progetto su boe di costruttori diversi
4. caratterizzazione in laboratorio (in ARCES e presso RFI) del sottosistema di scambio energia e informazioni terra-treno (cioè tra boa e sottosistema di bordo) con verifica del rispetto delle prescrizioni europee (focus su payload dei telegrammi e sulla sincronizzazione spazio-temporale)
5. perfezionamento del modello di sensor fusion studiato in precedenti ricerche per la stima della distanza percorsa, con compensazione di effetti legati alle caratteristiche fisiche delle tratte, incluso la sviluppo di una GUI (graphic user interface) ad hoc di ausilio all'esecuzione di simulazioni e misure
6. studio del modello di interazione a minima latenza tra il modulo di ricezione dei telegrammi dalle boe e il modulo odometrico, con sviluppo di una GUI ad hoc di ausilio all'esecuzione di simulazioni e misure
7. Supporto alle attività di sperimentazione in campo (presso i circuiti di test di RFI) dei risultati della ricerca commissionata a ARCES e relativa documentazione

• Piano delle attività in inglese:

The proposed activity plan for the 21 months period is:

1. hardware design and test of one of the modules of the balise programmer
2. PL (programmable logic) and firmware design for the above module
3. Design validation on buoys from different manufacturers
4. Support to Compliance Evaluation of the on-board buoy telepowering and telegram receiving subsystem
5. Refinement of the previously developed sensor fusion model for the on-board odometric module and development of a GUI (graphic user interface) to support its testing and simulation
6. Development of a simulation environment to test the interaction between telegram receiver and odometric module
7. Support to field tests planning, execution and reporting.