

## **SEMBRA** **(SEnsoristica Multi-Bus per Robotica Spaziale)**

**A. Donati**

*Workshop PMI – 1° bando “Materiali, Componenti, Sensori”*

*ASI  
December 17<sup>th</sup>, 2010*

## Company profile

**KAYSER ITALIA SRL is a SME, independent Italian system engineering company incorporated in 1986.**

**Since 1995 the company is 100% property of Dr. Zolesi's family.**

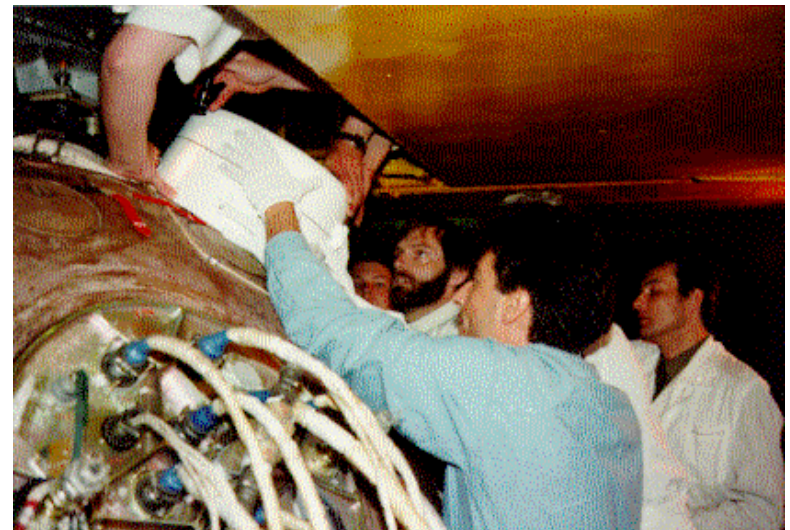
**The company is located in the countryside of Livorno, in the region of Tuscany, 20 Km south from the international airport of Pisa and 90 Km from Florence.**



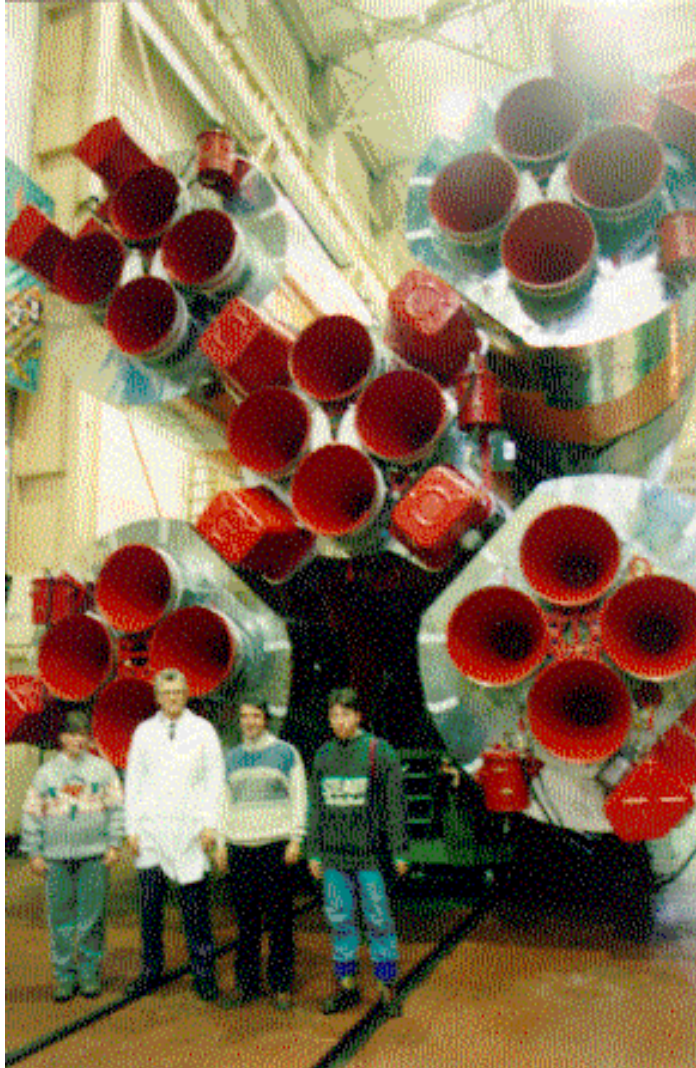
## Company profile

In a modern building, the company has 5000 sq. meters of property, organized into offices, meeting rooms, conference rooms, laboratories, clean room, manufacturing, inspection and integration area. The working area is surrounded by a property of 22.000 sq. meters of Mediterranean forest.

Kayser Italia area of business is the study, design, manufacturing, integration, testing and commissioning of H/W and S/W systems and subsystems for space applications.



## Company profile



The company has extensive expertise in the design and manufacturing of experiments and payloads, related Ground Support Equipment and Mission Operations and Support for ESA and ASI, both as prime-contractor, as well as sub-contractor.

Today, the Company has a record of participation to 47 space missions with 76 payloads, ranging from sounding rockets, to unmanned Russian satellites, to Shuttle, and ISS.

Specific expertise has been matured in the field of Life and Physical sciences.

Year	Balloon	Parabolic		Sounding Rockets		Russian Satellites		STS		ISS	
		Project	Mission	Project	Mission	Project	Mission	Project	Mission	Project	Mission
1988	LAPEX										
1989				MITE	MASER 4						
1990											
1991											
1992						BIOPAN 0	FOTON 8				
1992						BIOBOX 1	BION 10				
1993				SM	TEXUS 31	TEMISAT	TZYCLON				
1994						BIOPAN 1	FOTON 9				
1995						BIOBOX 2	FOTON 10				
1996		GABRIEL	CESNA	GABRIEL	MASER 7			BIORACK	STS 76		
1997						BIOPAN 2	FOTON 11	BIORACK	STS 81		
						BIOBOX 3		BIORACK	STS 84		
								MOMO	STS 84		
1998								MOMO 2	STS 95		
								BIOBOX 4			
1999				GABRIEL 2	MASER 8	BIOPAN 3	FOTON 12				
						FLUIDPAC					
2000	BIRBA	ARIEL	A300			MITA	COSMOS	MOMO 3	STS 101		
2001	BIRBA	HPA	A300								
2002	BIRBA					FLUIDPAC	FOTON M1			CHIRO	TM34 MARCO POLO
						ARIEL					
						BIOPAN 4					
						PHOTO 1/2					
2003								BIOBOX 5	STS 107	HPA	SOYUZ 12P INCR.7
								OCLAST			
								STROMA			
2004										MATROSHKA	SOYUZ 14P INCR.8
										HPA	
2005						FLUIDPAC	FOTON M2			HPA	ENEIDE
						ARIEL				VINO	
						BIOPAN 5				VSV	
						POT				GOAL	
						SCORPI-T					
						PHOTO2					
2006						PAMELA	RESURS DK1			STROMA	SOYUZ 12S
2007						BIOBOX 6	FOTON M3	ELITE	STS 118	BIO-3	SOYUZ 15S
						eOSTEO/eEristo		HPA	STS120		ESPERIA
						BIOPAN 6		SPORE			
						PHOTO2					
						ASI LIFE					
2008										ELITE	INCR.16
										ELITE	INCR .17
										BIO-4	SOYUZ 17S
2009										YING B1 & B2	SOYUZ 20S
										ECCO	HTV-1
2010										ECCO	STS-131
										PADIAC	SOYUZ 24S
										SPHINX	PROGRESS 40P

# Missions

# Project summary

**Subject:** definition of a new communication bus standard for networks of low data-rate sensors and actuators, with layouts spanning over tens to one-hundred meters.

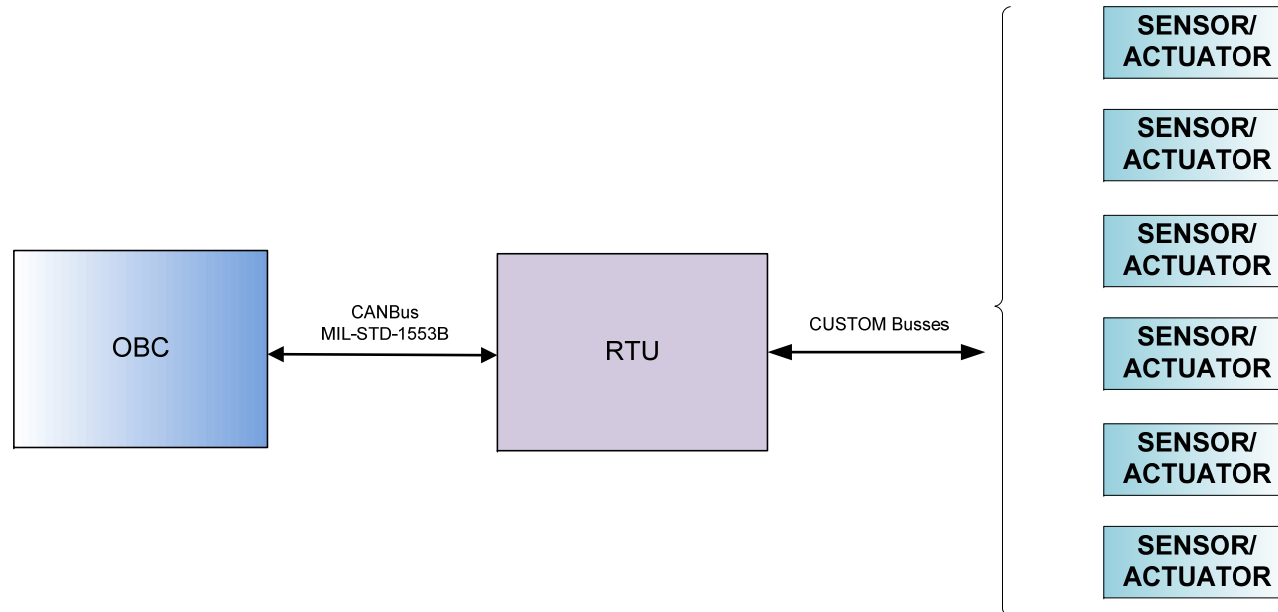
**Benefits:** cabling simplification and mass and volume harness reduction;  
better ground testability of flight system, with great economical advantages in terms of mission cost savings.

**Applications:** Space robotics  
Telecom satellites  
All space platforms and applications requiring large amount of sensors/actuators

# Background

L'architettura tipica di una piattaforma robotica, prevede l'accesso a un gran numero di sensori/attuatori (S/A) distribuiti, a basso data-rate (100kbps) e di tipo eterogeneo

Allo scopo viene generalmente impiegata una Remote Terminal Unit (RTU), che consiste in un data bridge interposto tra l'On Board Computer (OBC, tramite un Bus 'Tier1' quale CAN Bus o MIL-STD-1553B) e i S/A, acquisiti su diversi Bus dedicati, e cablati con connessioni individuali verso la RTU, tipicamente in una configurazione a stella



# Motivazioni

**Crescente interesse per l'adozione di Bus standard verso una classe di S/A semplici, per impieghi a basso data-rate, quali sensori di temperatura, pressione, corrente, deformazione, attuatori di vario genere (switch di potenza, RF, ecc...)**

**Motivazioni principali :**

- **Semplificazione dei Cablaggi – un unico bus per molti sensori**
- **Consequente semplificazione della dislocazione dei sensori e quindi di progetto, assemblaggio e integrazione**
- **Riduzione delle masse e dei volumi al lancio**
- **Riduzione della potenza elettrica dissipata dai bus con conseguente riduzione di masse e volumi delle unità di generazione e conservazione di energia (panelli solari, batterie)**
- **Testabilità a terra semplificata**

# Motivazioni

**Un esempio (considerando che ogni sensore sia cablato individualmente verso la RTU in una configurazione a stella):**

**EXOMARS (modulo Carrier, modulo Descent/Landing e Rover) prevede un totale di circa 370 segnali point-to-point provenienti da:**

- **sensori di temperatura**
- **segnali analogici e digitali**
- **segnali di comando e controllo**

**distribuiti a due unità di tipo RTU.**

**Supponendo cablaggi twisted pair di sezione AWG26, si ricava una massa presunta per i cablaggi di circa 3.7 Kg/m.**

**Questi cablaggi possono essere ridotti del 90% dall'introduzione di un Bus digitale che accolga più sensori (fino a un centinaio), in alcuni casi anche da una connessione di tipo wireless della rete di sensori.**

# Architettura

## Architettura proposta

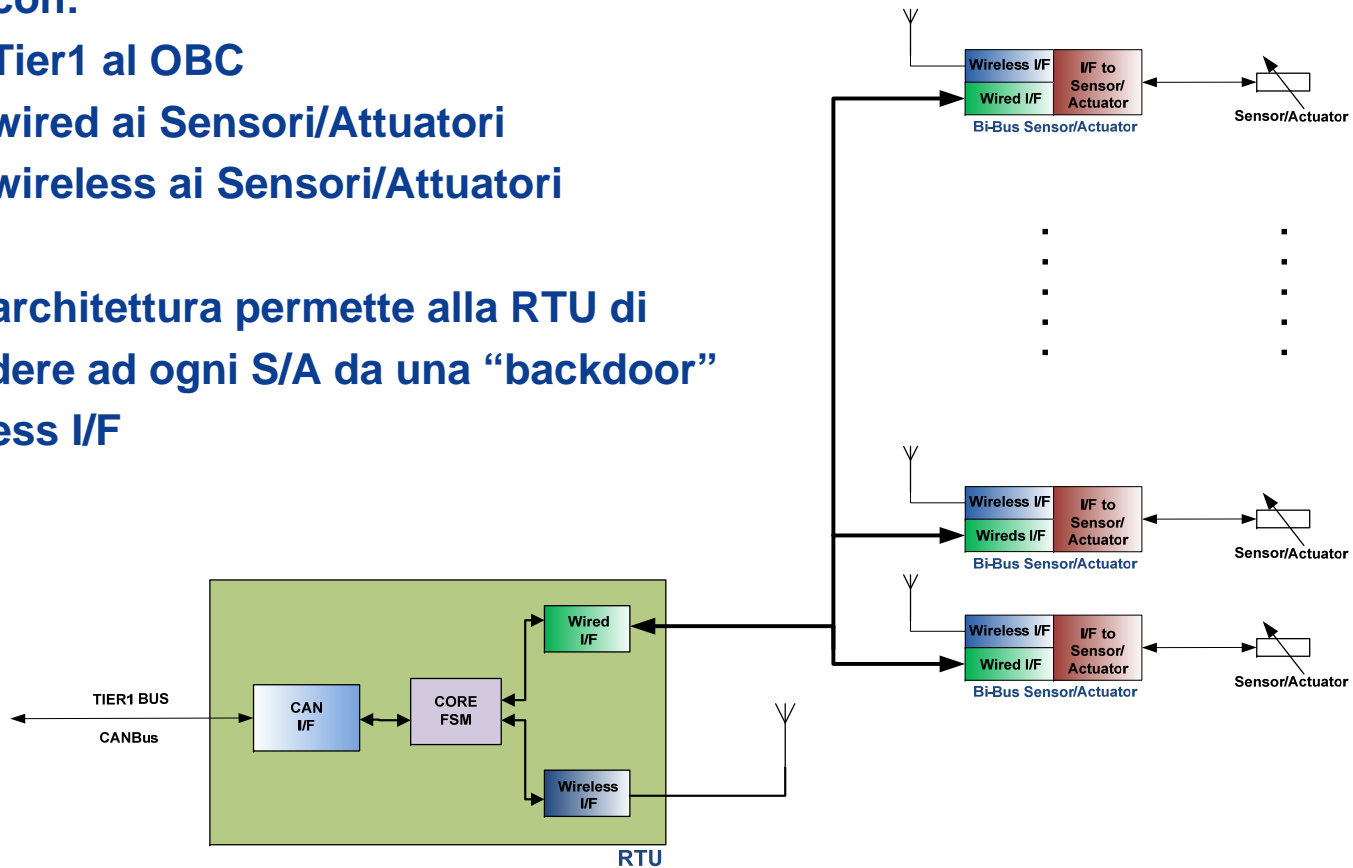
RTU con:

1 I/F Tier1 al OBC

1 I/F wired ai Sensori/Attuatori

1 I/F wireless ai Sensori/Attuatori

Tale architettura permette alla RTU di accedere ad ogni S/A da una “backdoor” wireless I/F



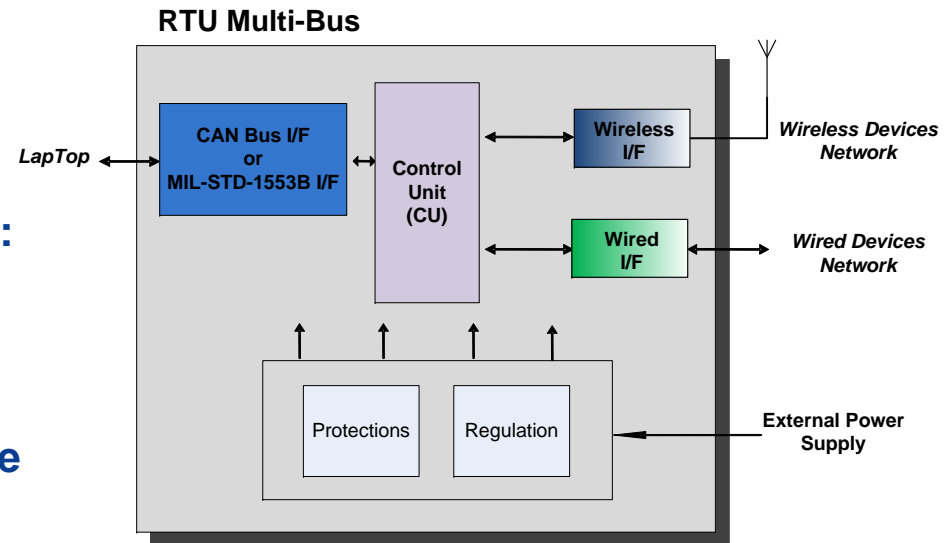
## RTU “MULTI-BUS”

**Control Unit (CU):** controllo del sistema, interfaccia di comando e controllo (e.g. CAN Bus), comunicazione wireless/wired con i sensori sulle due interfacce per l’acquisizione/attuazione delle periferiche

**Interfaccia CANBus:** implementa la comunicazione con l’OBC

**Interfaccia wired e interfaccia wireless:** implementano le interfacce selezionate, con i relativi moduli transceiver

**Unità di alimentazione dell’elettronica e dei sensori:** filtraggio e regolazione delle alimentazioni della RTU e dei sensori, protezione con funzioni di controllo della corrente assorbita e di interruzione in caso di cortocircuito



# Architettura

## SENSORE/ATTUATORE “MULTI-BUS”

### *interfaccia wireless*

Sviluppata sulla base di protocolli esistenti, con opportuna ottimizzazione.

Firmware ad hoc , ottimizzazione dei task di comunicazione, riduzione del consumo, elevato bit-rate.

### *Interfaccia wired*

Permette l'integrazione del modulo all'interno del bus standard di comunicazione .

Assicura l'alimentazione del sistema.

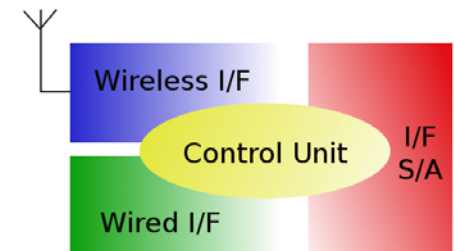
### *Interfaccia sensore/attuatore*

Possibilità di acquisire sia canali analogici che digitali .

Pilotaggio dei componenti con controlli in analogico e digitale.

### *Unità di controllo*

Implementazione come un singolo elemento o più elementi distribuiti tra le varie interfacce.



# Vantaggi

1. **Adozione di una connessione comune per tutti i S/A → semplificazione dell'interazione di sistema e test, e riduce massa, volume, potenza, quindi costi.**
2. **La doppia connettività (wired / wireless) offre:**
  - **La possibilità di testare le potenzialità della rete di sensori wireless in un ambiente simulato che permette la comparazione funzionale diretta con l'interfaccia digitale wired**
  - **Maggiore testabilità “a terra” delle unità assemblate e integrate (accesso non invasivo e veloce, test più complessi e completi, accesso a tutti i sensori con un loopback attraverso la connessione wireless senza interferire con le condizioni di test)**
  - **L'emulazione dei S/A per la verifica dei parametri di configurazione del software di bordo, di sistema e di sottosistema (power, thermal, TC/TM, ecc)**

# Classi di reti

**Classi di reti di sensori attuatori di interesse :**

- 1. Reti Intra-veicolari (per il controllo dei parametri strutturali ed ambientali del sistema, temperature, pressioni, correnti, accelerazioni).**
- 2. Inter-veicolari (Landers planetari, rovers, sistemi robotici, flotte di Satelliti e orbiters che necessitano di un'inter-operatività funzionale)**
- 3. Reti di micro-sensori generici (integrano l'interfaccia verso il sensore, una minima capacità elaborativa e un'interfaccia di comunicazione wireless, quindi dispositivi semplici, a bassissimo consumo e di massa molto ridotta)**

# Requisiti

**Requisiti per la selezione del tipo di Protocollo wired :**

- **Riduzione dei cablaggi, con conseguente riduzione della massa e volume**
- **Riduzione dei consumi elettrici**
- **Riduzione della complessità dei sistemi**
- **Data rate compatibile con le applicazioni**
- **Riduzione dei disturbi EMC (bassa suscettibilità e bassa emissione)**

# Requisiti

## Requisiti per la selezione del tipo di protocollo wireless:

- **Semplicità di implementazione e integrazione su piattaforme in uso**
- **Range di applicazione relativo alle distanze tipiche intra-veicolari**
- **Necessità di un protocollo a bassa potenza per applicazioni con wireless a batteria, laddove il sensore è progettato per avere vita media confrontabile con quella della missione**

# SEMBRA vs. cabl. punto-punto

## Punti di forza:

- **Semplificazione dei cablaggi**
- **Semplificazione della dislocazione dei sensori**
- **Semplificazione del progetto, assemblaggio e integrazione**
- **Riduzione delle masse e dei volumi dell'harness**
- **Riduzione delle masse e dei volumi dell'elettronica associata**
- **Riduzione della potenza elettrica richiesta**
- **Riduzione della massa e volume delle unità di generazione e conservazione di energia (panelli solari, batterie)**
- **Semplificazione della testabilità a terra**

## Punti di debolezza

- **Potenziati disturbi elettromagnetici introdotti dalle interfacce wireless**
- **Possibilità di failure dovuta alla presenza di un unico bus di comunicazione**
- **Non adatto per applicazioni real-time ad alto data rate**

## Opportunità:

- **Potenzialità per l'utilizzo di COTS**
- **Possibilità applicative in altri ambiti spazio e non**

**Thank you for your attention**