

# Programska potpora ugradbenog računalnog sustava za udaljeno prikupljanje fotografija putem satelita

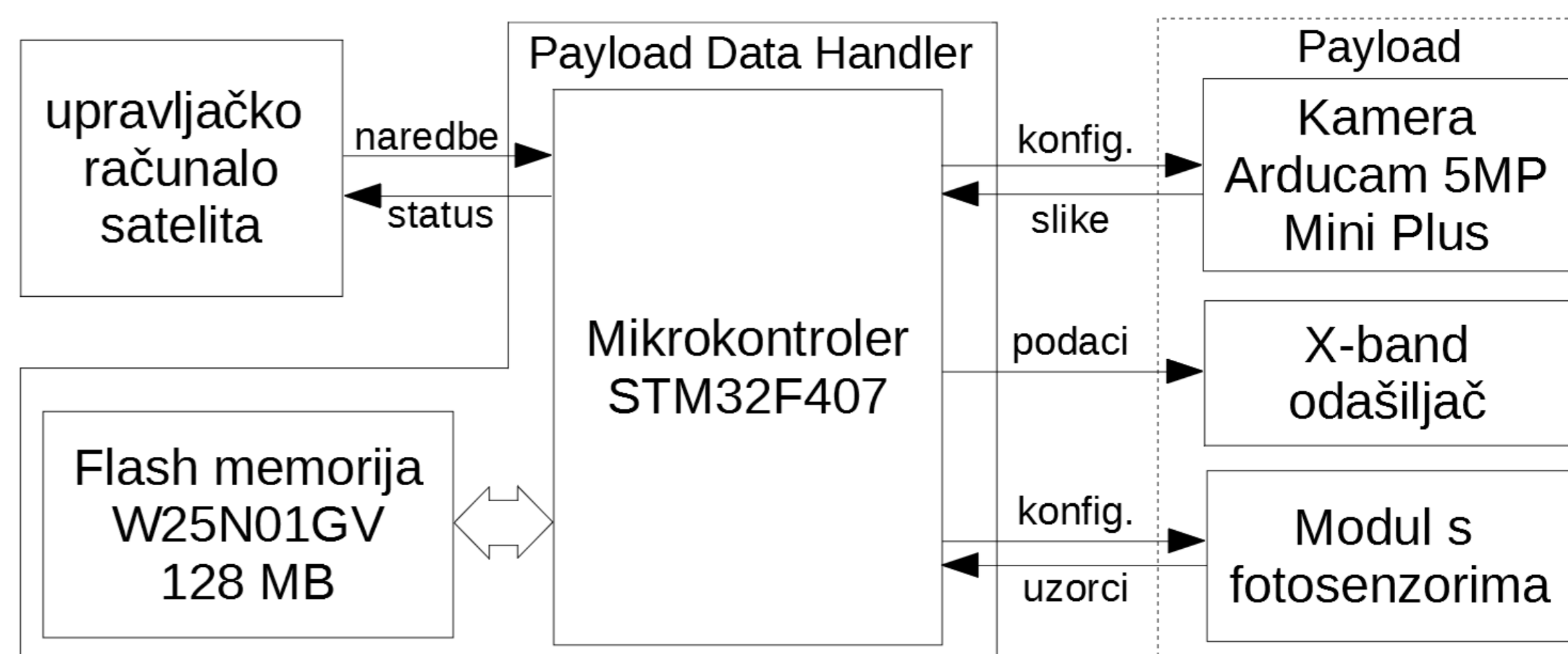


Autor: Goran Petrak Mentor: izv. prof. dr. sc. Hrvoje Džapo  
Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet elektrotehnike i računarstva  
Zavod za elektroničke sustave i obradu informacija



## 1. Uvod i opis problema

FERSAT je naziv za minijaturni satelit koji se trenutno razvija na Fakultetu elektrotehnike i računarstva. Funkcije satelita uključuju prikupljanje fotografija Zemlje, mjerenje svjetlosnog onečišćenja i mjerenje debljine ozonskog sloja. Cilj ovog rada bio je razviti programsku potporu za mikrokontroler unutar satelita koja će omogućiti: prikupljanje fotografija putem kamere, prikupljanje uzoraka s modula s fotosenzorima, pohranu podataka na Flash memoriju, slanje podataka na modul s X-band odašiljačem i interakciju mikrokontrolera s upravljačkim računalom satelita.



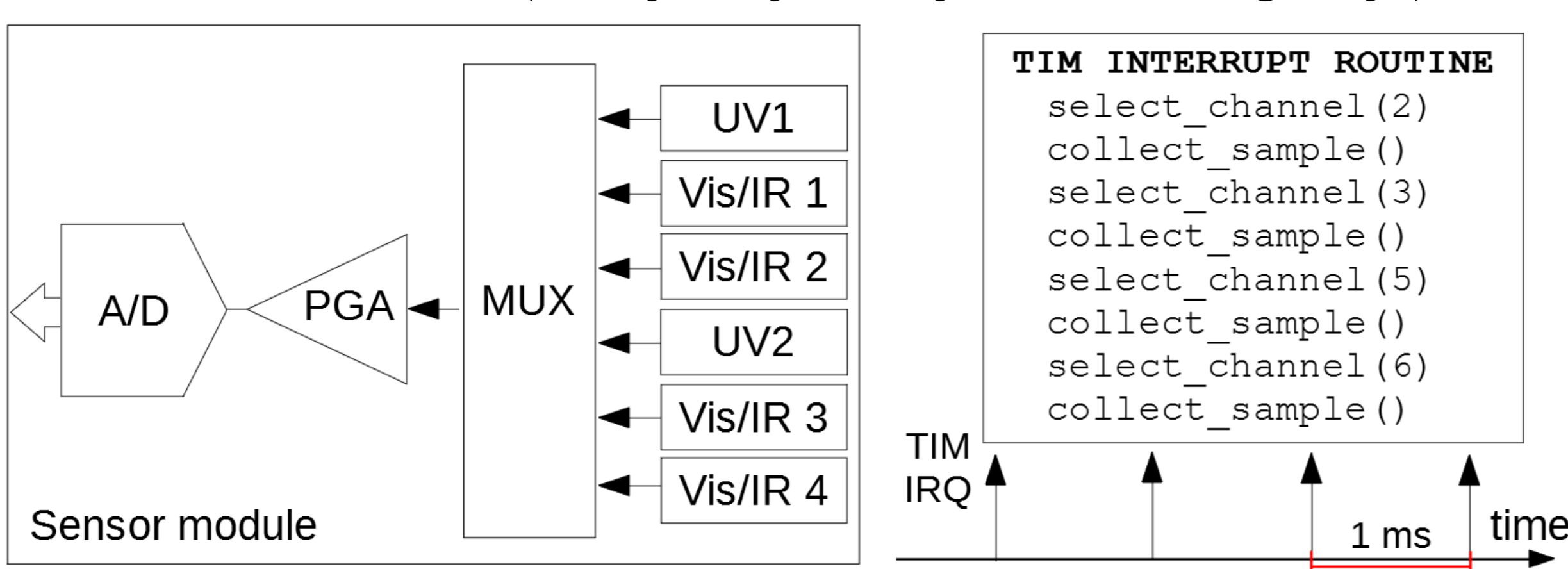
## 2. Opis razvijenog programskog rješenja

**Memorija** Osim upravljačkog programa (*drivera*) za SPI NAND Flash memorijski modul, razvijen je i datotečni sustav sa sljedećim odlikama:

- alokacija blokova temeljena na FAT tablici
- podrška za ujednačenje trošenja blokova (*wear leveling*)
- detekcija i upravljanje neispravnim blokovima (*bad block management*)
- sustav za očuvanje konzistencije metapodataka i podataka u slučaju iznenadnog prekida izvođenja (*journaling*)
- POSIX-like korisničko sučelje: mogućnost stvaranja, pisanja (samo *append*), čitanja i brisanja datoteka

**Kamera** Omogućeno je prikupljanje slika u JPEG i RAW formatu u razlučivosti 2592x1944 točaka (5 megapiksela). Moguće je ručno upravljanje vremenom trajanja ekspozicije.

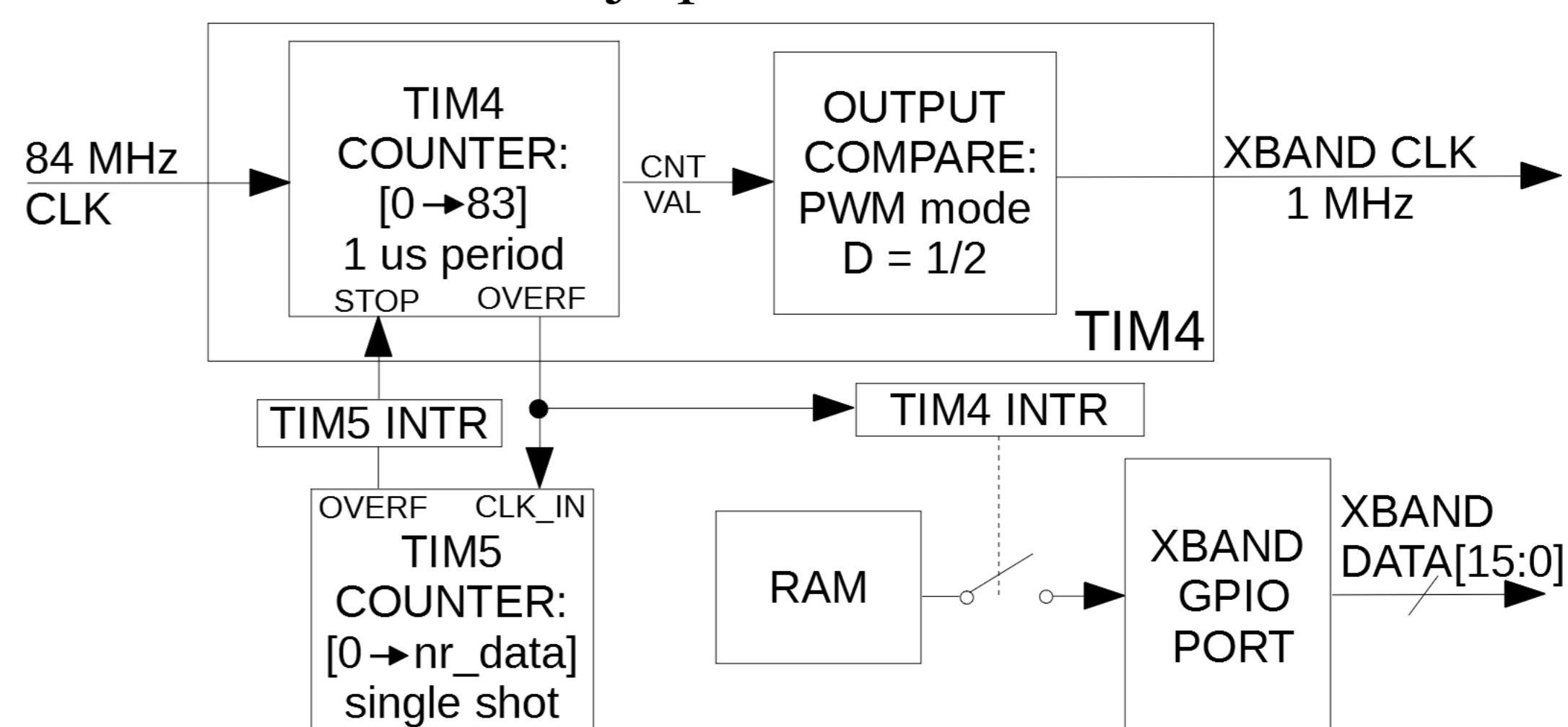
**Modul s fotosenzorima** Postoje dva moda rada: istovremeno uzorkovanje četiriju kanala sa sensorima IR/vidljive svjetlosti frekvencijom 1 kHz (za postupak spektralnog razlučenja) i uzorkovanje dvaju kanala s UV sensorima,  $f_s=2$  Hz (za mjerenje debljine ozonskog sloja).



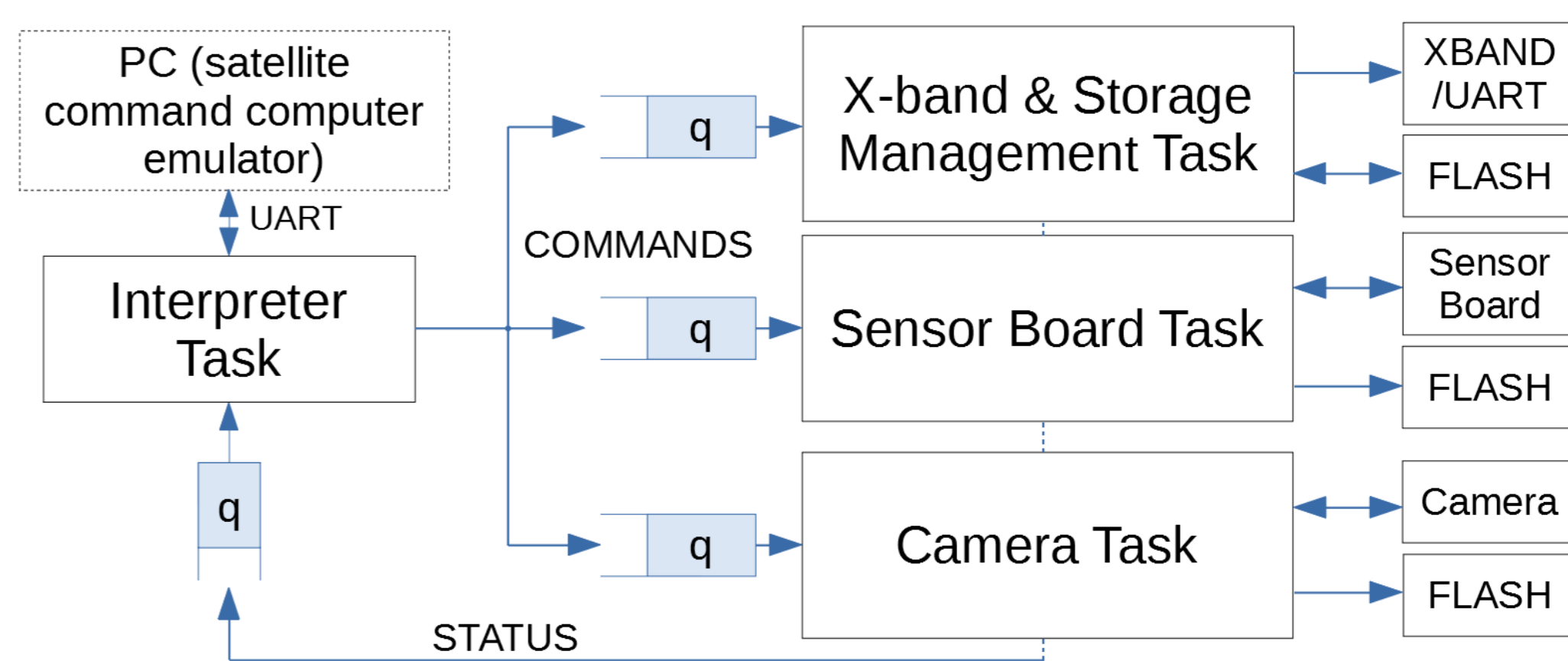
## 3. Verifikacija funkcionalnosti

Datotečni sustav pokazao je robusnu funkcionalnost u nizu testnih slučajeva. Slike s kamere uspješno su preuzete na računalo. Signali za X-band odašiljač verificirani su osciloskopom. Slikovne datoteke je putem odašiljača moguće slati efektivnom brzinom od 9.6 Mbit/s. Programsku potporu za modul s fotosenzorima bilo je moguće verificirati samo djelomično zbog problema sa sklopovljem modula.

**X-band odašiljač** Modul X-band odašiljača povezan je s mikrokontrolerom putem CLK linije i podatkovne DATA linije širine 16 bita. Mikrokontroler postavlja podatak na padajući brid takta, a modul odašiljača ga uzorkuje na rastući brid. Brzina slanja podataka iznosi 16 Mbit/s.



**Ostvarenje višezadačnosti** Programski moduli ujedinjeni su u cjelinu korištenjem operacijskog sustava FreeRTOS, koristeći kooperativnu višezadačnost. Omogućeno je povezivanje s osobnim računalom putem kojeg je moguće izdavati naredbe i preuzimati prikupljene podatke.



## 4. Zaključak

U sklopu ovog rada razvijena je programska potpora za ugradbeni računalni sustav satelita. Omogućeno je prikupljanje fotografija i podataka sa senzora, pohrana na Flash memoriju uz korištenje datotečnog sustava te slanje podataka na odašiljač. Upravljanje sustavom moguće je putem osobnog računala, a prilagodbom tog sučelja moći će se ostvariti interakcija sustava s upravljačkim računalom satelita.