**TЕХНОЛОГИЧНО УЧИЛИЩЕ ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ**



**към ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ**

**ДИПЛОМНА РАБОТА**

**по професия код 481020 „Системен програмист“**

**специалност код 4810201**  **„Системно програмиране“**

Тема: ............................................................................................

...........................................................................................

Дипломант: Дипломен ръководител:

*Име, Презиме, Фамилия титли Име Фамилия*

СОФИЯ

2 0 2 5

* 1. **TЕХНОЛОГИЧНО УЧИЛИЩЕ ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ**



**към ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ**

Дата на заданието: 28.10.2024 г. Утвърждавам:..............................

Дата на предаване: 28.01.2025 г. / проф. д-р инж. П. Якимов /

**ЗАДАНИЕ**

**за дипломна работа**

**ДЪРЖАВЕН ИЗПИТ ЗА ПРИДОБИВАНЕ НА ТРЕТА СТЕПЕН НА ПРОФЕСИОНАЛНА КВАЛИФИКАЦИЯ**

**по професия код**  **523050 „Техник на компютърни системи“**

**специалност код 5230502 „Компютърни мрежи“**

на ученика......................................................................................от 12 ?? клас

1. Тема:...........................................................................................................

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

1. Изисквания:................................................................................................

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

..........................................................................................................................

1. Съдържание 3.1 Теоретична част

3.2 Практическа част

3.3 Приложение

Дипломант :...........................................

/ хххххххххххх /

Ръководител:..........................................

/ инж. xхххххххх /

ВРИД Директор:...............................................

/ ст. пр. д-р Веселка Христова /

**УВОД**

През последните години интереса към изследване на космоса се засилва все повече и повече. Макар и скъпо и трудно осъществимо, много учени започнаха да работят по изследването на други планети, и изследването на възможностите за човешки живот на други планети. Но чрез стандартизиране и намаляване на размера на сателитите изследванията на космоса, и космическите тела, може да стане по-евтино и лесно от всякога. Тук идват така наречените малки сателити, като за малък сателит се счита всичко от 0.1г до 1200кг, но най-разпространените малки сателити са така наречените нано сателити. Те имат минимално тегло от 1.1кг и максимално 10кг, което лимитира и размера на сателита и позволява на няколко малки сателита да бъдат изкарани в орбита от една ракета носител. Но с лимитирането на теглото идва следващият проблем, различните размери, и начини на изстрелване на сателити от ракетата носител. Тук на помощ идва стандарта CubeSat, измислен през 1999г от професор Джорди Пуиг-Суари от калифорнийският политехнически университет и Боб Туигс от Станфорд. Като оригиналната идея зад измислянето CubeSat не била то да бъде прието като стандарт, а по скоро то да бъде инструмент, който позволява на студентите в университета да проектират, изработват и използват сателити. Като ограниченията заложени от двамата преподаватели се разпространили из университетите по света и станали стандарт постепенно. Първият CubeSat изстрелян в космоса е през 2003 на борда на руска ракета на Eurockot, като от тогава до 2023 са изстреляни над 2300 сателита отговарящи на стандарта CubeSat.

CubeSat стандарта ограничава както теглото така и размера на крайният сателит. Името на стандарта идва от това, че различните формати на сателити са разделени на кубчета с фиксиран размер 10x10x10см (така наречения 1U). От там всеки размер е базиран на тази единица, 2U (10X10X20см), 3U (10X10X30см), 6U (10X20X30см), 12U (20X20X30см). Комерсиалните сателити имат и допълнителни изисквания към, център на тежестта, термална устойчивост, ключове за включване на системите (тъй като всички системи трябва да са изключени при излитането на ракета). Тези допълнителни стандарти са възложени, поради постепенната комерсиализация на стандарта. Която е доведена от непрекъснатата нужда от евтини сателити за индустриални цели. Примерни са частни комуникационни сателити, сателити събиращи метеорологични данни или стандарти фотосателити.

Всеки сателит се разделя на отделни подсистеми. Те са: бордови компютър, захранваща система, система за събиране на телеметрия, комуникационна система, система за навигиране и позициониране и мисия.

Бордовият компютър е мозъка на операцията, той следи данните получени от телеметричните сензори и получава комуникацията от земята. Също така той навигира и насочва сателита за да може да се захранва, комуникира с земята или изпълнява мисията оптимално. Функцията на бордовите компютри може да се изпълнява от микроконтролер, микрокомпютри, програмируема логическа матрица (fpga), или комбинация от няколко системи. Като всеки вариант има своите предимства и недостатъци. При микроконтролерите изчислителната мощ е малка и не може да извършват сложни изчисления, но за сметка на това тяхната консумация на ток е ниска. При микроконтролерите също така вградената работна памет и малка. За разлика от микроконтролерите, микрокомпютрите разполагат с повече изчислителна мощност и повече вградена памет. За сметка на повишените изчислителни способности обаче, вградените едноплаткови компютри на са оптимизирани от към консумация на ток. Тук идва и третия вариант програмируема логическа матрица, така наречените fpga чипове представляват матрица от логически клетки, които могат да бъдат конфигурирани по такъв начин, че да изпълняват определена логическа/математическа задача. Това означава, че те могат да бъдат програмирани да контролират полета на сателита, да приемат комуникациите, и да контролират мисията, освен това дизайна им позволява паралелно изчисления, което заедно с модуларноста позволява на чиповете да извършват няколко операции едновременно. Това им позволява да бъдат невероятно ефективни както в изчисленията така и енергийно. Програмируемите матрици на пръв поглед са идеалният вариант от към консумация на ток и изчислителна мощ, но за разлика от микроконтролерите и микрокомпютрите са скъпи и трудни за програмиране. Има и още един вариант и това е комбиниран между компютър, микроконтролери и програмируеми логическа матрица. Най-често комбинирането е с цел взимането на позитивите на двата метода и намаляване на негативните им страни. А втория е чрез комбинирането да се постигне подсигуряване срещу грешки. Пример за комбинация е компютър и програмируема матрица, в този вариант матрицата се използва за по тежките изчисления, тъй като е по-енергийно ефективна от компютъра, той е там само за да приема комуникации от земята и да приема телеметричните данни.

Втората най-важна система за един сателит е комуникационната система (така наречения data link). Тази система представлява връзката на сателита с земята, и е единственият начин наземният контрол да получава информация от сателита и да изпраща команди или важни ъпдейти на софтуера. Най-често използваната система е радиокуминкационна, при нея информацията е пренесена от радиовълни излъчени от наземна станция. Този вид системи изискват мощни захранвания и са изключително неефективни в сравнение с лазерните системи за комуникация. Освен това при изграждането на наземната станция и избирането на честота на комуникацията, инженерите трябва да се съобразяват с регулаторните органи, които отговарят за разпределението честоти за радиокомуникации. За разлика от радио комуникациите при лазерната комуникация не се изисква толкова мощност, за жалост този вид комуникация е все още в експериментална фаза. При лазерната комуникация проблемите са породени от трудното насочване на лазера към получателя, тъй като и разлика от половин градус при насочването на сателита ще окаже разлика от километри на земята.

Следващата важна система за един сателит е захранващата система. Всеки сателит разполага с матрица от слънчеви панели, които захранват батериите на сателита. Зареждането става чрез контролер, който балансира зареждането и разреждането на отделните клетки. Захранването се разделя на няколко отделни буса, всеки захранващ отделна подсистема. И всеки захранващ бус покрива напреженията нужни за захранване на подсистемата, както и сензори за следене на консумацията и температурата на отделни подсистеми.

Системата за мониторинг (така наречената телеметрия), е системата от сензори, които следят ключови характеристики на сателита. Пример за такива сензори са температурни сензори, магнитометри, жироскопи, акселерометри, слънчеви сензори и други. Повечето от сензорите са универсални и се използват в всички сателити, но в зависимост от мисията или вида на товара се добавят още видове сензори. За да може информацията от тези сензори обаче да бъде запазена и обработена идва така наречената система за обработка на данни (data handling system).

Системата за обработка на данни се състои от няколко различни шини и комуникационни протоколи, както и система за съхранение на данните. Примери за комуникационни протоколи често използване в сателитите са I2C, SPI, UART, CAN, RS-422, USB. С цел оеднаквяване повечето сателити използват pc-104 connector където разполагат комуникационните и захранващите шини. И последната част от системата за обработка на данните е съхранението. Най-често използваните методи за дългосрочно съхранение на данните са специални радиационно защитени SD карти.

Системата за навигиране е това което позволява на сателита да променя както своята позиция. Чрез множеството акселерометри, магнитометри и жироскопи, се събира информация за позицията и ротацията на сателита. След което компютърната система изчислява как трябва да се промени позицията на сателита и системата за задвижване променя посоката. Системите за задвижване може да се химически, електрически, магнитни, соларни платна или жироскопични. Повечето сателити са направени по такъв начин, че позицията на сателита за оптималното облъчване на слънчевите слънчевите панели да съвпада с оптималната позиция за изпълняване на мисията на сателита, и оптимална позиция за комуникиране с наземната станция. Но по-малките сателити поради липсата на пространство имат нужда от завъртане за да се постигне оптималното зареждане, или оптимално изпълнение на мисията.

Последния модул от един сателит е неговата мисия. Под мисия (payload) се разбира полезният товар, качен с цел изпълняването на дадена задача (мисия) докато е в космоса. Мисиите може да са с комерсиална или изследователска цел, или и двете едновременно. В комерсиалните среди компании като Endurosat разработват готови наносателити по поръчка. Като единственото което клиента определя в тези случаи е точно мисията, заедно с нейните спецификации. За пример може да дадем различните телекомуникационни компании, които използват CubeSat стандарта при разработване на техните сателити с цел по-евтиното тестване на нови технологии. Пример за такъв сателит е [OUFTI-1](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=OUFTI-1&action=edit&redlink=1), разработен от университета в Лиеж в Белгия. Изстрелян през 2016 неговата главна цел е била тестване на иновации в радиокомуникациите и тестването на различни комуникационни протоколи. Друг вид са сателити за заснемане на снимки. Пример за такъв е [COMPASS-1](https://en.wikipedia.org/wiki/COMPASS-1) разработен от университета по приложни науки в Аахен. Неговата главна цел е представянето на сателити направен от така наречените готови компоненти (off the shelf components) и заснемането на снимки на земята. Той е изстрелян през 2008 и е още активен. Другия вид научни сателити изстреляни с цел проучване на даден феномен също се срещат, пример за такъв сателит е [GeneSat-1](https://en.wikipedia.org/wiki/GeneSat-1). Неговата главна мисия е проучване в сферата на биологията. Той е изстрелян през 2006, като при създаването му участват НАСА и университета в Санта Клара калифорния. През 2010 е върнат на земята и главната му мисия се счита за успешна. И последния тип сателити са тестови. Най-често те са разработвани от университети с цел тестването на технологии и подобрения в сферата на наносателитите. Пример за такъв сателит е CP6 разработен от Калифорнииският Политехнически университет. Изстрелян на 19 май 2009 главната му мисия е демонстрация на технологията на сателита.

Целта на тази дипломна работа е да се разработи функционален прототип на бордови компютър съставен от едноплатков компютър Raspberry pi4 и fpga, както и да се разработят и периферните системи за захранване и комуникация с наземната станция. Целта на проекта е да се заложи основата за разработка на наносателит отговарящ на стандарта CubeSat, използвайки готови разработени компоненти.

**ПРОУЧВАНЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩИ БОРДОВИ КОМПЮТРИ**