2 СХЕМО-ТЕХНІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Розробка схеми електричної принципової контролера.

2.1.1 Вимоги до камери.

На рис. 2.1 наведена схема визначення кутового положення КА за допомогою однієї камери по лінії горизонту в орбітальній системі координат. Половинний центральний кут видимості КА з планети

. (2.1)

Радіус видимої окружності планети, що відображається на камері

. (2.2)

У табл. 2.1 наведені дані розрахунків параметрів видимості горизонту для Землі на різних висотах.

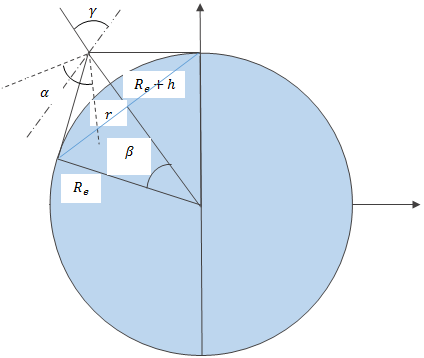
****

Рисунок 2.1 – Схема визначення кутового положення КА за допомогою 1

камери по лінії горизонту.

Таблиця 2.1 – Дані розрахунків для зон видимості бортової камери супутника Землі на різних висотах

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Re*, км | *h*, км | *β*, град | *r*, км | Кут видимості планети, град. | Відношення |
| 6370 | 400 | 19,80411 | 2157,141 | 140,3918 | 0,338641 |
| 6370 | 500 | 22,00566 | 2385,677 | 135,9887 | 0,374518 |
| 6370 | 600 | 23,95978 | 2585,593 | 132,0804 | 0,405902 |
| 6370 | 700 | 25,72452 | 2763,559 | 128,551 | 0,43384 |
| 6370 | 800 | 27,33799 | 2923,981 | 125,324 | 0,459024 |
| 6370 | 1000 | 30,21076 | 3203,799 | 119,5785 | 0,502951 |
| 6370 | 2000 | 40,46354 | 4132,166 | 99,07292 | 0,648692 |

Як видно з таблиці 2.1 для КА розміщених на висотах орбіти 400-800 км. необхідна камера з кутом огляду від 120º до 140º. Основні вимоги до камери: формат зображення JPEG або RAW, роздільна здатність не гірше 4000Х3000px підключення якої здійснюється за одним із стандартних протоколів. Для реалізації датчика горизонту обрана міні-камеру SQ11. Загальний вид наведено на рис. 2.2, а характеристики наведені в табл.2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристики камери SQ11.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Параметр | Значення |
| 1 | Роздільна здатність, px | 4032 \* 3024 |
| 2 | Формат відео | AVI |
| 3 | Формат фото | JPG |
| 4 | Формат зображення | 4: 3 або 16: 9 |
| 5 | Кут огляду,º | 140 |
| 6 | Живлення, мАг | літій-іонний акумулятор 200 |
| 7 | Живлення | Mini USB кабель 8 pin (5В / 1А); |
| 8 | Пам'ять | підтримка карт пам'яті Micro SD до 32 Гб |
| 9 | Розміри, мм | 23Х23Х23 |



Рисунок 2.2 – Камера SQ11.

2.1.2 Розробка схеми контролера.

Контролер повинен виконувати такі функції: прийняти зображення, декодувати зображення з камери з формату JPEG в матричний вид, зберегти розкодоване зображення, потім провести розрахунки (визначити кути) та передати інформацію на інтерфейс виводу. Також необхідний блок керування який буде формувати сигнали в потрібний час та програмне забезпечення у вигляді програми. Основні вимоги до контролера: можливість програмування, операційна система Linux, тактова частота не менше 150МГц, кеш-пам’ять 16кбайт, оперативною пам'ять не менше 32КБ. Розроблювати контролер не має сенсу, тому обираємо мікроконтролерBeagleBone Blackхарактеристики якого приведені в табл.2.3. та рис. 2.3 ключові компоненти плати, а на рис. 2.4 зображена блок схема контролера.

Таблиця 2.3 – Характеристики контролера BeagleBone Black.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Параметр | Значення | |
| 1 | Процесор, швидкодія (MIPS) | Sitara AM3359AZCZ100  1 ГГц, 2000 MIPS | |
| 2 | Графічний движок | SGX530 3D, 20M Polygons/S | |
| 3 | Пам'ять SDRAM | 512MB DDR3L 606MHZ | |
| 4 | Вбудована Flash | 2GB, 8bit Embedded MMC | |
| 5 | Джерело живлення | miniUSB USB or DC  Jack | 5VDC |
| 6 | HS USB 2.0 клієнтський порт | Доступ до USB0, режим клієнта через miniUSB | |
| 7 | HS USB 2.0 Host Port | USB Type A Socket, 500mA LS/FS/HS | |
| 11 | SD/MMC Connector | microSD , 3.3V | |
| 12 | Інтерфейси | Power 5V, 3.3V, VDD\_ADC(1.8V) 3.3V I/O McASP0, SPI1, I2C, GPIO(65), LCD, GPMC, MMC1, MMC2, 7  AIN(1.8VMAX),4Timers, 3 Serial Ports, CAN0,  EHRPWM(0,2),XDMA Interrupt, Power button, Expansion Board ID | |

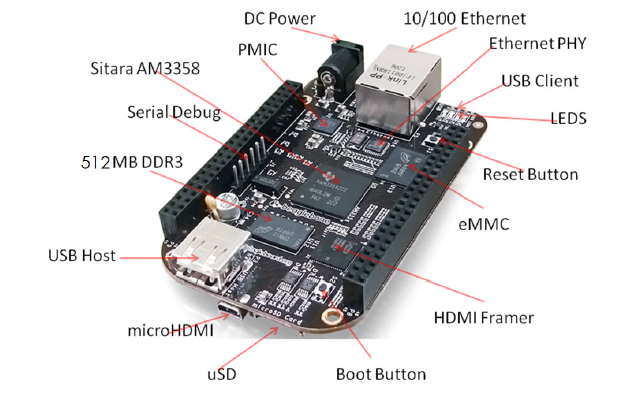


Рисунок 2.3 – Ключові компоненти плати контролера.

* Sitara AM3358 є процесором.
* 512 МБ DDR3 - процесорна динамічна пам'ять ОЗП.
* PMIC забезпечує силові рейки для різних компонентів на дошці.
* DC Power - це основний вхід постійного струму, який приймає потужність 5 В.
* 10/100 Ethernet - це підключення до локальної мережі.
* Ethernet PHY - фізичний інтерфейс мережі.
* USB-клієнт - це підключення miniUSB до комп'ютера, який також може увімкнути плату.
* Є чотири сині світлодіоди, які можуть використовуватися користувачем.
* Кнопка reset дозволяє користувачеві скинути процесор.
* eMMC - це чіп MMC на борту, який підтримує до 2 ГБ даних.
* HDMI Framer забезпечує керування дисплеєм HDMI або DVI-D.
* Кнопка BOOT може бути використана для примусування завантаження з SD-карти або з USB-порту.
* слот uSD - це місце, де можна встановити карту uSD.
* Роз'єм microHDMI - це місце з'єднання дисплея.
* USB-хост може бути підключений різні інтерфейси USB, такі як Wi-Fi, BT, клавіатура тощо.

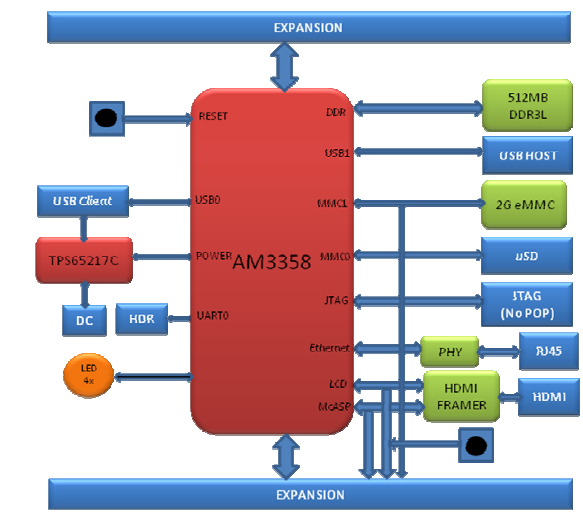


Рисунок 2.4 – Блок схема BeagleBone Black.

**2.1.3 Розробка схеми електричної та принципової.**

Оскільки камера та контролер беруться готові то необхідно розробити з’єднання між контролером і камерою з живлення та бортовим обчислювальним комплексом та обрати інтерфейс з’єднання між ними. В камері та контролері вже є входи для USB 2.0 тому зручно обрати інтерфейс з’єднання USB.

Інтерфейс з’єднання USB 2.0, сигнали передаються по двом проводам (вита пара) екранованого чотирьохжильного кабелю. Для низько швидкісних і повно швидкісних пристроїв диференціальна "1" передається шляхом підтяжки лінії D + до напруги більш 2,8В, а лінії D- до напруги менше 0,3В. При цьому лінії D + і D- термінувати на стороні хоста (низхідного потоку) резисторами 15кОм, підключеними до землі. Швидкість, яка використовується пристроєм, підключеним до конкретного порту, визначається хабом за рівнями сигналів D + м D-, зміщаються навантажувальними резисторами приймачів: пристрої з низькою швидкістю "підтягують" до високого рівня лінію D-, з повною - D +. Підключення HS-пристроїв визначається на етапі конфігурації.

Диференціальний 0 передається шляхом підтяжки лінії D + до напруги менше 0,3В, а лінії D- до напруги більш 2,8В. Приймач визначає диференціальну одиницю тільки в тому випадку, коли напруга на лінії D + більше на 200мВ, ніж на лінії D-, а диференційний 0 - коли напруга на лінії D + менше на 200мВ, ніж на лінії D-. Передача по двох проводах в USB не обмежується диференціальними сигналами. Крім диференціального приймача кожен пристрій має лінійні приймачі сигналів D + і D-, а передавачі цих ліній управляються індивідуально. Це дозволяє розрізняти більше двох станів лінії, що використовуються для організації апаратного інтерфейсу. Стан, при якому різниця потенціалів на лініях D + і D- становить понад 200 мВ за умови, що на одній з ліній потенціал вище порога спрацьовування, називаються станом Diff0 або Diff1. Коли на обох входах D + і D- присутній низький рівень, називається лінійним нулем SEO (Single Ended Zero). Швидкість передачі по USB 2.0 для передачі фото та відео інформації від 0,5-12 Мбіт/с (1.5 Мбайт/с). Маємо схему з’єднання на рисунку 2.4. Контакти USB зображені на рисунку 2.6, типи з’єднань рис. 2.5

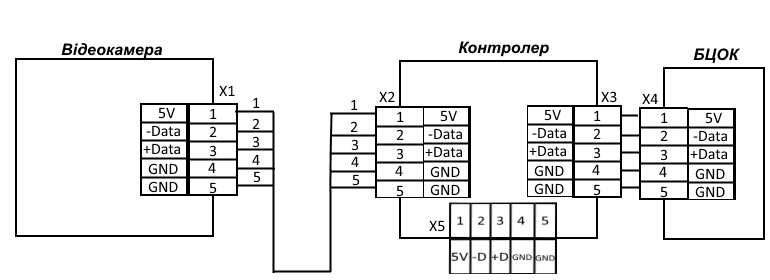


Рисунок 2.5 – Схема з’єднання датчика. БЦОК– бортовий цифровий обчислювальний комплекс. X1 – Mini USB, X2, X3 , X4, X5 - USB типу А звичайний.

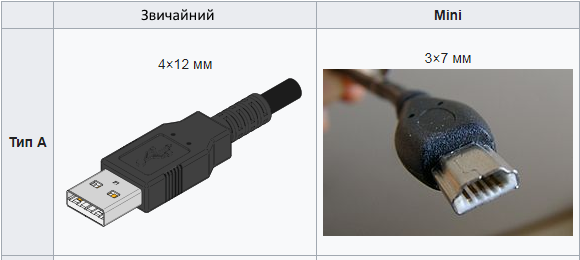


Рисунок 2.6 – типи з’єднань USB.

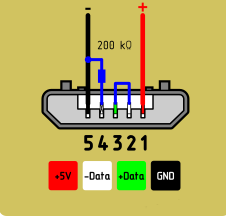


Рисунок 2.7 – Контакти USB.

1. VBUS проходить постійна напруга 5 Вольт відносно GND. Мінімальне значення сили електричного струму для нього дорівнює 500мА;
2. Мінус (D-);
3. Плюс (D+);
4. , 5. Напруга в цьому контакті 0 Вольт, несе мінусовий заряд і використовується як заземлення.