



“CanSat Azerbaijan 2018” müsabiqəsi Yekun Hesabat Sənədi (YHS)

Komanda №2253

MS_U_FO



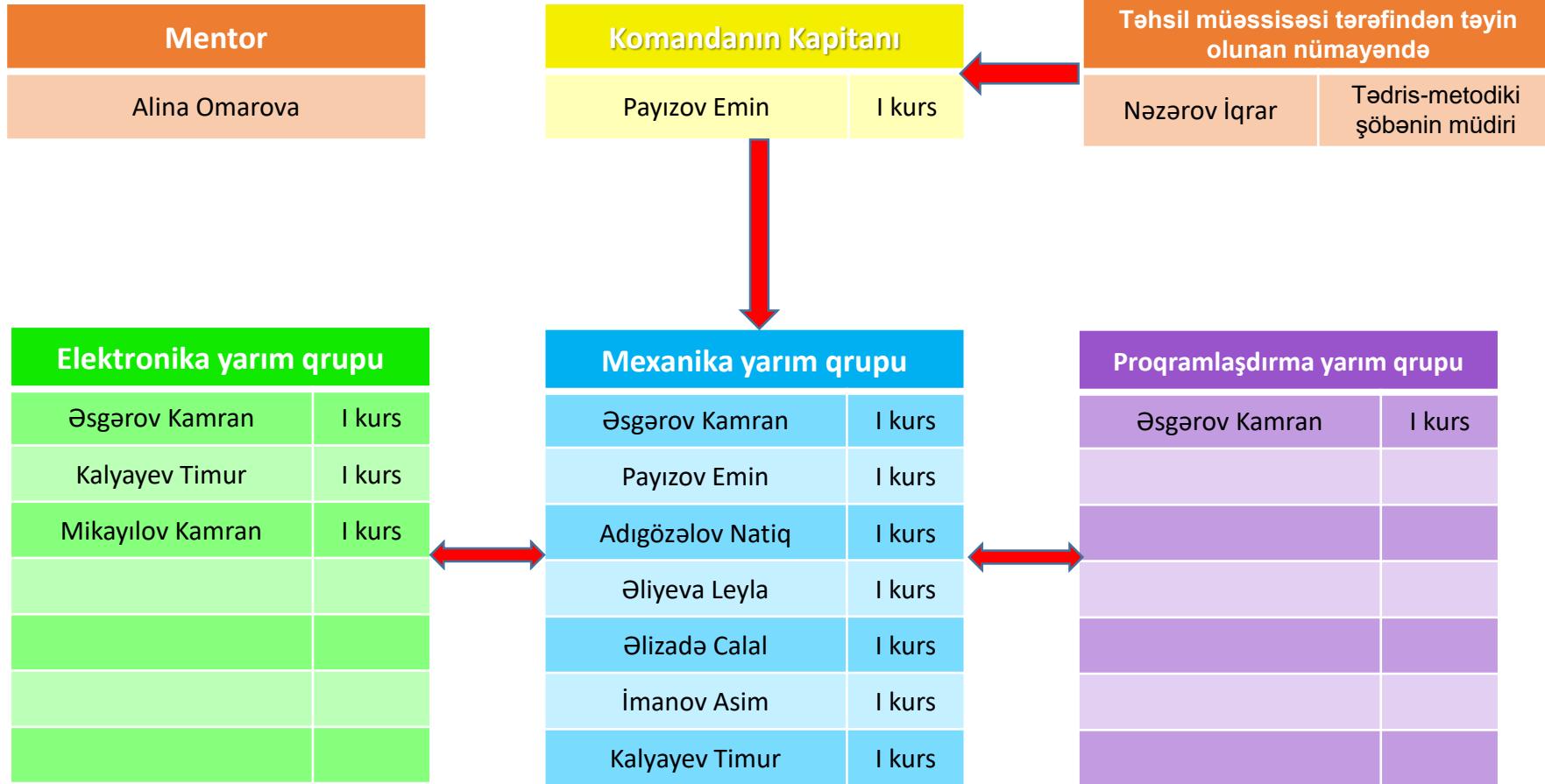
Təqdimatın mündəricatı



Mövzu	Təqdimatçı	Slayd
Giriş	Emin Payızov	1
Texniki tapşırığın ümumi təsviri	Emin Payızov	6
Mexanika altsistemi	Calal Əlizadə	13
Struktur dizayn bölməsi	Calal Əlizadə	14
Enməyə nəzarət bölməsi	Kamran Əsgərov	22
Elektronika altsistemi	Kamran Əsgərov	27
Sensorlar bölməsi	Kamran Əsgərov	30
Enerji sərfiyatı bölməsi	Kamran Əsgərov	44
KVİ bölməsi	Kamran Əsgərov	48
Programlaşdırma altsistemi	Kamran Əsgərov	60
UP dizaynı bölməsi	Kamran Əsgərov	61
YIS dizaynı bölməsi	Kamran Əsgərov	77
Əlavə tapşırıq	Kamran Əsgərov	93
Testlər və alınmış nəticələr	Kamran Əsgərov	104
Planlaşdırma və maliyyə	Emin Payızov	112
Tələblərə uyğunluq	Kamran Əsgərov	118



Komandanın strukturu haqqında məlumat





Abreviaturalar



Abreviatura	Açıqlama
İHS	İlkin hesabat sənədi
YHS	Yekun hesabat sənədi
USHS	Uçuş sonrası hesabat sənədi
KVi	Kommunikasiya və Verilənlərin idarəedilməsi
UP	Uçuş programı
YİS	Yerüstü idarəetmə sistemi
I2C	Inter-Integrated-Circuit
I2S	Integrated Interchip Sound
GPS	Global Position System
PWM	Pulse-Width Modulation
SPI	Serial Peripheral Interface
UART	Universal Asynchronous receiver/transmitter



Abreviaturalar



Abreviatura	Açıqlama
SC	Sabit cərəyan
RAM	Random Access Memory
SRAM	Static Random Access Memory
IDE	Integrated Development Environment
dBi	Decibel Isotropic
CSV	Concurrent System Versions



Texniki Tapşırığın Ümumi Təsviri

Emin Payızov



Texniki şərtlər



Tələb ID	Tələbin təsviri	Səbəb
1	Model peyk 400 metr hündürlükdə avtomatik olaraq konteynerdən ayrılib missiyani yerinə yetirməyə başlamalı və 1-2 dəqiqə intervalında yerə enməlidir.	Müsabiqənin şərti
2	Modelin və konteynerin ümumi kütləsi maksimum 500 qrama qədər olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
3	Model silindr (200 x 120 mm) formalı konteynerə yerləşə bilən formada olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
4	Hər bir komanda öz YIS program təminatını fərdi olaraq yazmalıdır.	Müsabiqənin şərti
5	Yekun "CanSat"-ın (konteyner və modelin) dəyəri 1000 AZN-dək olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
6	"CanSat"-a icraedici əmrlər yerüstü stansiyadakı XBee radiomodul üzərindən göndərilməlidir.	Müsabiqənin şərti
7	Hər komanda XBee radiomodulu üçün müvafiq NETID istifadə etməlidir.	Müsabiqənin şərti
8	İcraedici əmrlər göndərmək və telemetriya qəbul etmək üçün Xbee radiomodullarının yalnız 2.4 GHz tezlikdə işləyən növlərindən istifadə olunmalıdır.	Müsabiqənin şərti
9	Telemetriya saniyədə 1 dəfə olmaqla (1Hz) yerüstü stansiyaya göndərilməlidir.	Müsabiqənin şərti
10	XBee radiomodullar ümumi yayım rejimində işlədilə bilməz.	Müsabiqənin şərti
11	Telemetriya YIS – ya <Komanda İD-si>, <Peykin çalışma vaxtı>, <Paketləri sayı>, <Hündürlük>, <Təzyiq>, <Temperatur>, <Gərginlik>, <GPS vaxt>, <GPS-dən gələn coğrafi en>, <GPS-dən gələn coğrafi uzunluq>, <Modelin sürəti>, <GPS peyk sayı>, [<Əlavə göstəricilər>] formasında göndərilməlidir.	Müsabiqənin şərti



Texniki şərtlər



Tələb ID	Tələbin təsviri	Səbəb
12	Pirotexniki, tezalışan və köpük əsaslı materiallardan, ətraf aləmə və insan sağlamlığına zərər törədəcək maddələrdən istifadə etmək qadağandır.	Müsabiqənin şərti
13	Qəbul edilən bütün telemetrik məlumatlar yerüstü program təminatında göstərilməli və yaddaşa yazılmalıdır.	Müsabiqənin şərti
14	Model konteynerin daxilində olarkən işə salına bilməsi üçün açar, işləməsini göstərən işq (LED) və ya səs siqnalı (Buzzer, Speaker) ilə təmin olunmalıdır.	Müsabiqənin şərti
15	Modellə istifadə ediləcək batareyalar metal örtükdə olmalı və modelin gövdəsinə möhkəm şəkildə bağlanmalıdır.	Müsabiqənin şərti
16	Münsiflər heyəti tərəfindən əmr (komanda) verildikdə şəkil çəkilməli və peykin yaddaş qurğusunda saxlanılmalıdır.	Müsabiqənin şərti
17	Çəkilən şəklin ayırdetməsi minimum 480x480 piksel olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
18	Model peyk yüksəklik haqqındaki məlumatı Yerdən qalxdığı andan etibarən Yerə enənədək ölçmək və real zaman ərzində yerüstü stansiyaya göndərmək məcburiyyətindədir.	Müsabiqənin şərti
19	Uçuşdan dərhal sonra toplanan telemetrik məlumatlar *.csv formatda münsiflərə çəkilmiş şəkil(lər) ilə birlikdə təqdim olunmalıdır.	Müsabiqənin şərti
20	Peyk eniş etdikdən sonra buzzer işə düşməlidir.	Törəmə şərt
21	Peyk təhlükəsiz eniş etməlidir. Və faydalı yük zərər almamalıdır.	Müsabiqənin şərti
22	Model peyk havanın temperaturu, təzyiqi, batareyadakı gərginliyi, modelin şaquli istiqamətdəki düşmə sürətini və GPS qəbuledicinin göstəriciləri (koordinat, görünüşdə olan peyk sayı, UTC standartı ilə cari zaman) kimi telemetrik məlumatları konteynerdən ayrıldığı andan etibarən ölçmək və real zaman ərzində yerüstü stansiyaya göndərmək məcbutiyyətindədir.	Müsabiqənin şərti



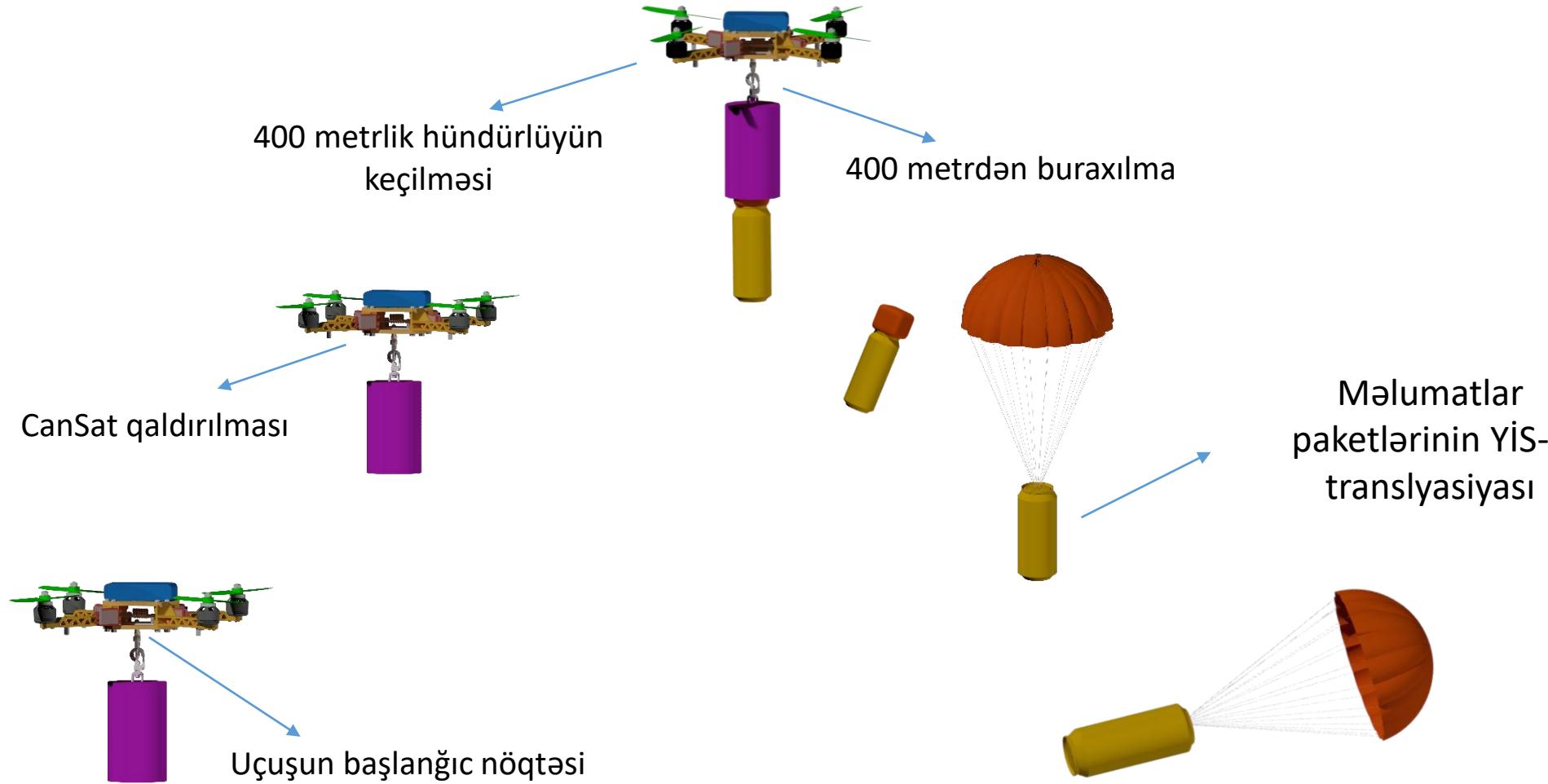
İHS – dən sonrakı dəyişikliklər



- **İHS – dən sonra ən əsas sistem səviyyəsində əhəmiyyətli dəyişikliklər olmamışdır.**

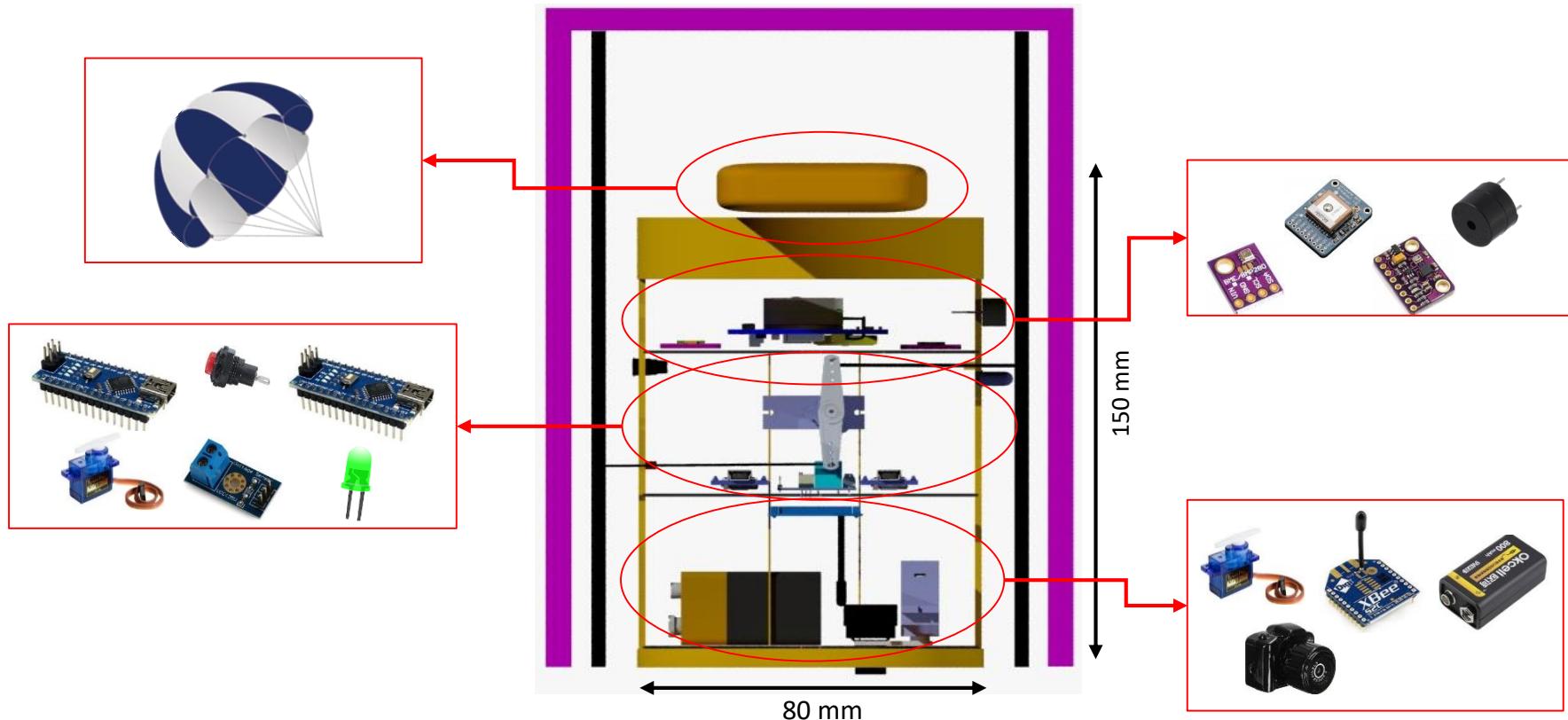


Missiyanın ümumi təsviri



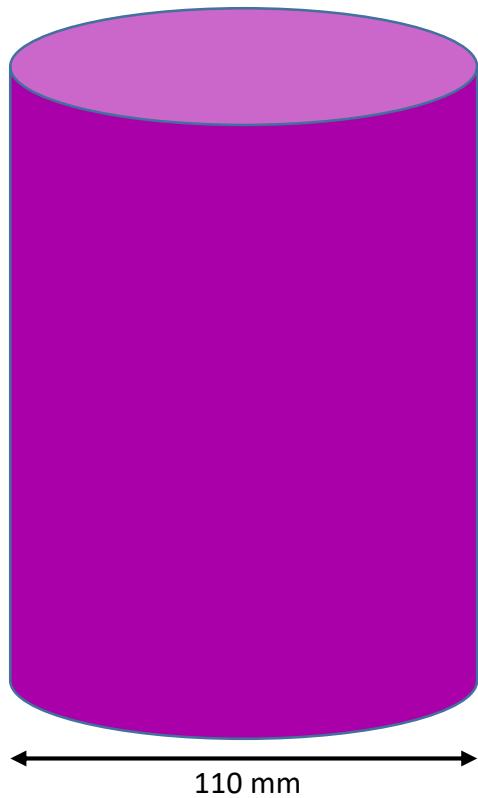


Dizayn & Tərtibat





Dizayn & Tərtibat (davamı)



Konteyner



Model peyk

Rəng	Konteyner	Peyk
Material	FiberGlass	FiberGlass
Ölçü	110 x 180 mm	80 x 150 mm
Çəki	110 qram	280 qram



Mexanika Altsistemi



Struktur Dizaynı Bölməsi

Calal Əlizadə



Texniki şərtlər



Tələb ID	Tələbin təsviri	Səbəb
1	Model peyk 400 metr hündürlükdə avtomatik olaraq konteynerdən ayrılib missiyani yerinə yetirməyə başlamalı və 1-2 dəqiqə intervalında yerə enməlidir.	Müsabiqənin şərti
2	Modelin və konteynerin ümumi kütləsi maksimum 500 qrama qədər olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
3	Model silindr (200 x 120 mm) formalı konteynerə yerləşə bilən formada olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
12	Pirotexniki, tezalışan və köpük əsaslı materiallardan, ətraf aləmə və insan sağlamlığına zərər törədəcək maddələrdən istifadə etmək qadağandır.	Müsabiqənin şərti
14	Model konteynerin daxilində olarkən işə salına bilməsi üçün açar, işləməsini göstərən işq (LED) və ya səs siqnalı (Buzzer, Speaker) ilə təmin olunmalıdır.	Müsabiqənin şərti
15	Modeldə istifadə ediləcək batareyalar metal örtükdə olmalı və modelin gövdəsinə möhkəm şəkildə bağlanmalıdır.	Müsabiqənin şərti
21	Peyk təhlükəsiz eniş etməlidir. Və faydalı yük zərər almamalıdır.	Müsabiqənin şərti



İHS – dən sonrakı dəyişikliklər

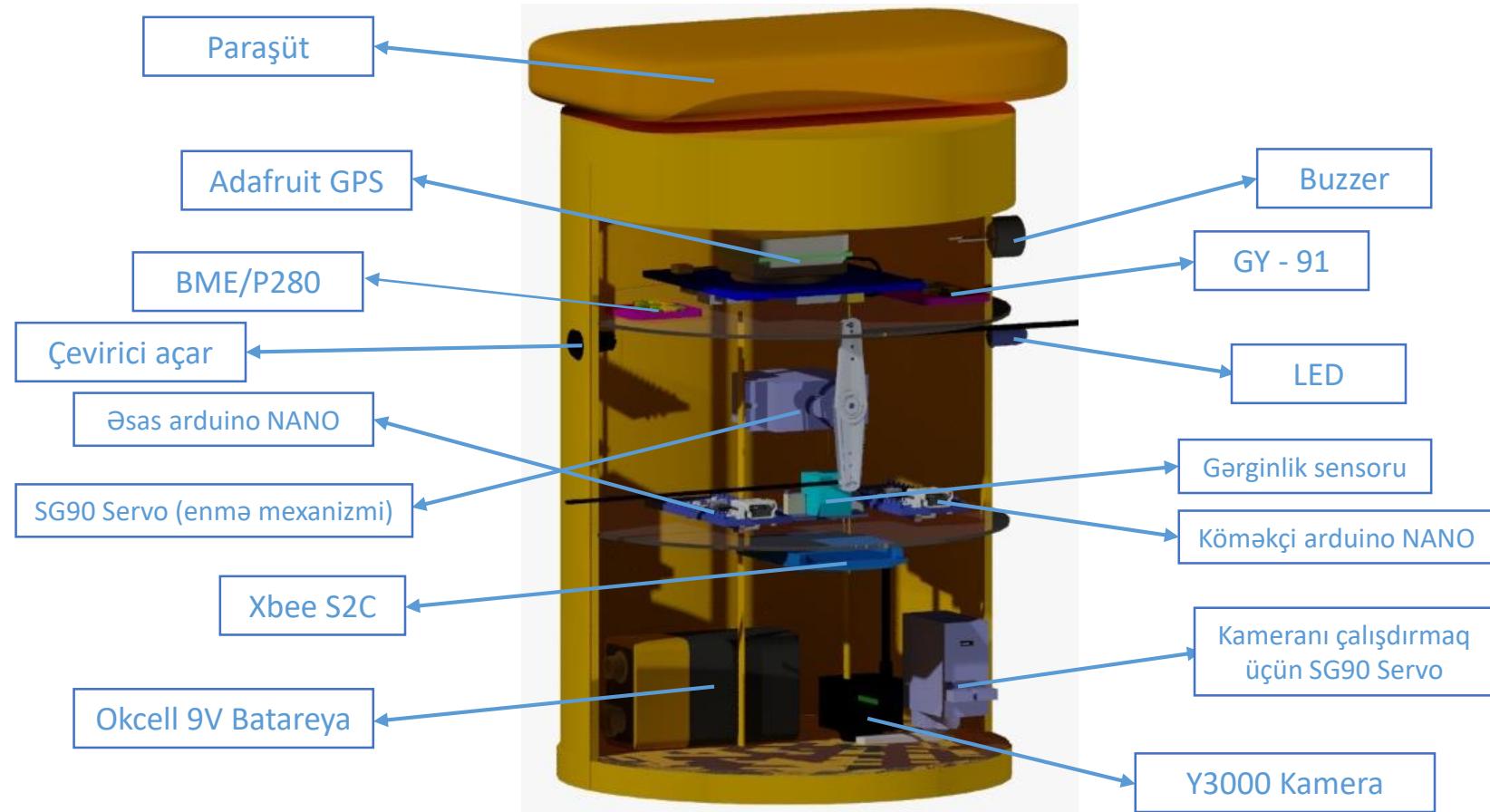


İHS – dən sonra bu bölmədə olan dəyişikliklər elektronikanın model peykdə yerləşdirilməsiynən bağlıdır. Müəyyən sensor və modulların yerləri dəyişdirilib.



Modelin mexaniki tərtibatı

Model peykdə elektronika üçün ayrılmış hissə

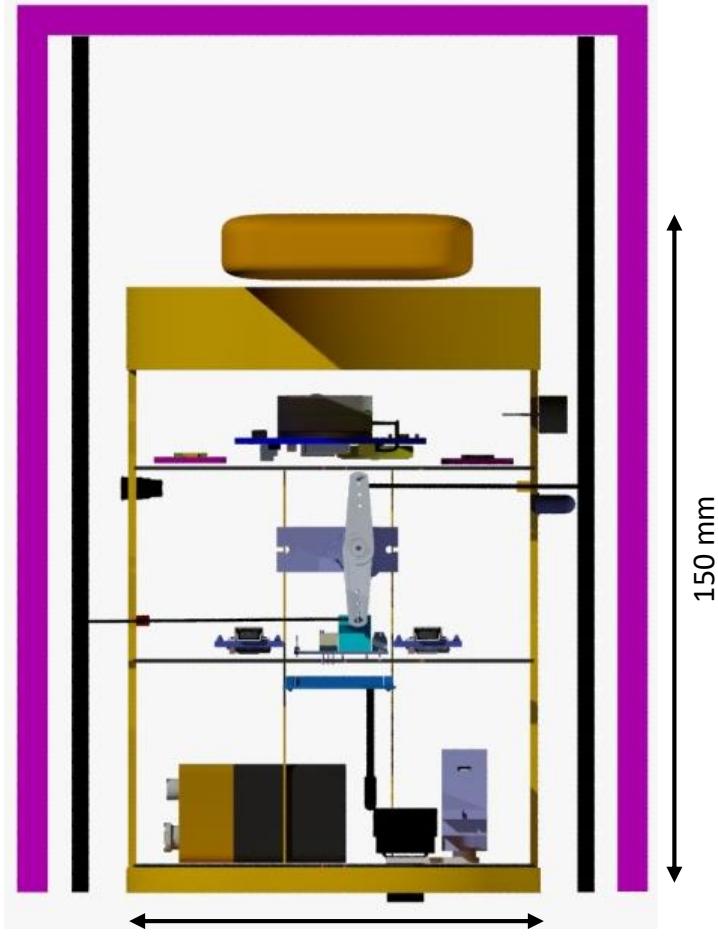




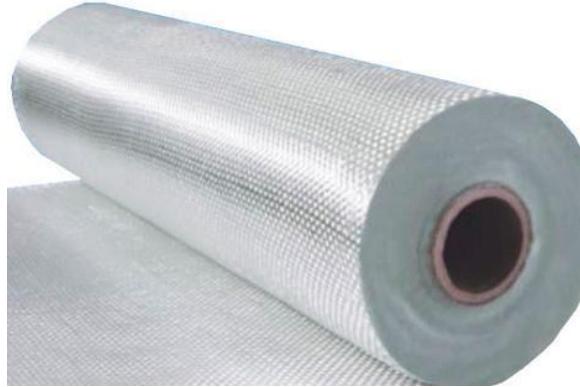
Modelin mexaniki tərtibatı (davamı)



Model peykin ölçü, rəng seçimi və material seçimi



Model peykin material seçimi



Model peykin materialı olaraq
FiberGlass seçilib.

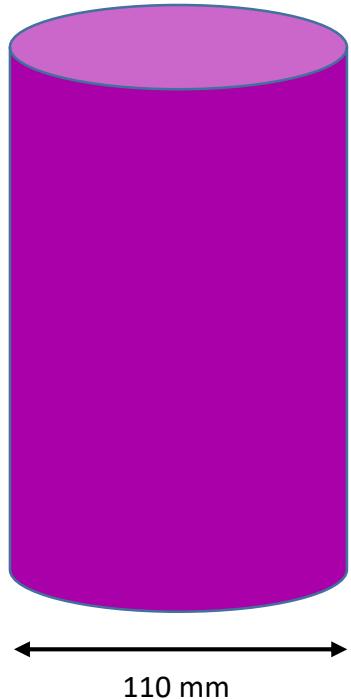
Model peykin rəng seçimi

Komandada demokratik üsülla verilmiş
səsverməyə əsaslanaraq model peykin rəngi *açıq narinci* seçilib.



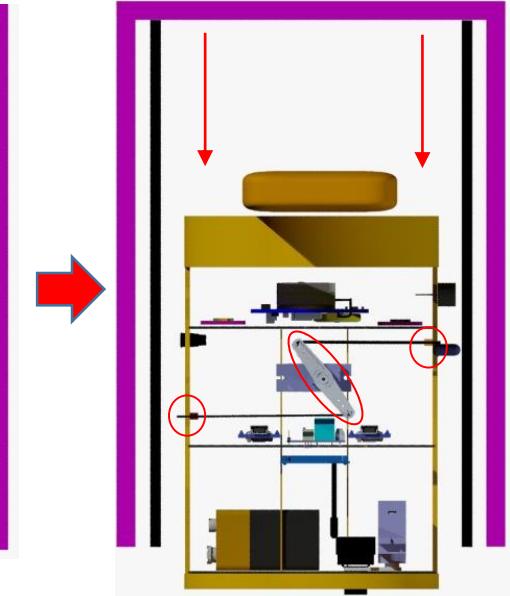
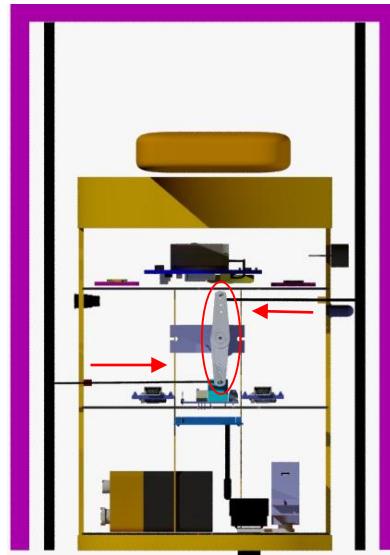
Konteynerin mexaniki tərtibatı

Konteynerin dizayni



Konteynerin materialı
kimi FiberGlass seçilib

Modeli konteynerdən ayrıılma mexanizmi



Servo mexanizm işə düşərək konteynerin
“qollarına” bağlı olan dəmir parçalarını dartaraq
Model peykin konteynerdən ayrılmamasına səbəb
olur.

Qeyd: ayrılma mexanizmi üçün həm avtomatik ayrılma
həm də “B” planı kimi YIS – dən əmr gönrəlmə nəzərdə
tutulub.

Konteyneri rəngi üçün **bənövşəyi** rəng seçilib.



Kütlə hesabatı

Bütün elektronik komponentlərin ayrılıqda kütləsi

Komponent	Kütlə	Mənbə
Xbee S2C	3.31 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Arduino NANO x2	5.25 qram x2	Birbaşa ölçmə metodu
Y3000 Kamera	13.74 qram	Birbaşa ölçmə metodu
SG – 90 Servo x2	10.84 qram x2	Birbaşa ölçmə metodu
BMP/BME280	0.74 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Gərginlik sensoru	2.75 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Buzzer QSI-1410	1.03 qram	Birbaşa ölçmə metodu
LED	0.10 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Çevirici açar	2.53 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Məftillər	30 qram	Birbaşa ölçmə metodu
GY - 91	1.54 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Adafruit GPS	7.52 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Okcell 9V Batareya	20.03 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Xbee adapter	7.00 qram	Birbaşa ölçmə metodu
SD kart modulu	4.52 qram	Birbaşa ölçmə metodu
TOPLAM	126.99 qram	



Kütlə hesabatı (davamı)

Bütün struktur elementlərinin kütləsi

Komponent	Kütlə	Mənbə
Konteyner	110 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Medel peykin korpusu	90 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Konteyneri drona birləşdirmək üçün saxlayıcı	5 qram	Birbaşa ölçmə metodu
Paraşüt	60 qram	Birbaşa ölçmə metodu
TOPLAM	265 qram	-----

Ümumi kütlə hesabatı

Komponent	Kütlə
Elektronik komponentlər	126.99 qram
Struktur elementləri	265 qram
TOPLAM	391.99 qram

Ehtiyat kütlə: **58.01 qram**

“CanSat” – in ümumi kütləsi: **450 gram**



Enməyə Nəzarət Bölməsi

Əsgərov Kamran



Texniki şərtlər



Tələb ID	Tələbin təsviri	Səbəb
1	Model peyk 400 metr hündürlükdə avtomatik olaraq konteynerdən ayrılib missiyani yerinə yetirməyə başlamalı və 1-2 dəqiqə intervalında yerə enməlidir.	Müsabiqənin şərti
2	Modelin və konteynerin ümumi kütləsi maksimum 500 qrama qədər olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
3	Model silindr (200 x 120 mm) formalı konteynerə yerləşə bilən formada olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
12	Pirotexniki, tezalışan və köpük əsaslı materiallardan, ətraf ələmə və insan sağlamlığına zərər törədəcək maddələrdən istifadə etmək qadağandır.	Müsabiqənin şərti
14	Model konteynerin daxilində olarkən işə salına bilməsi üçün açar, işləməsini göstərən işiq (LED) və ya səs siqnalı (Buzzer, Speaker) ilə təmin olunmalıdır.	Müsabiqənin şərti
15	Modeldə istifadə ediləcək batareyalar metal örtükdə olmalı və modelin gövdəsinə möhkəm şəkildə bağlanmalıdır.	Müsabiqənin şərti
20	Peyk eniş etdikdən sonra buzzer işə düşməlidir.	Törəmə şərt
21	Peyk təhlükəsiz eniş etməlidir. Və faydalı yük zərər almamalıdır.	Müsabiqənin şərti



İHS – dən sonrakı dəyişikliklər



- **İHS – dən sonra bu bölmədə heç bir əhəmiyyətli dəyişiklik baş verməyib.**



Enmə sürətinin hesablanması və stabilliyin təminı



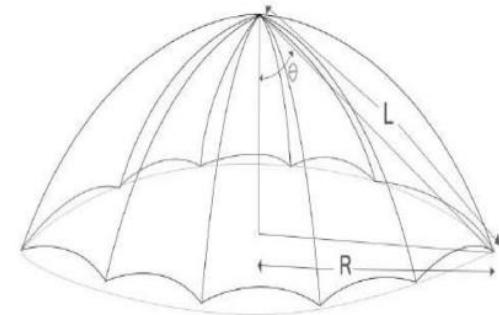
Enmə sürəti və paraşütün sahəsinin hesablanması

$$Sp = \frac{2mg}{\rho CxV^2} = \frac{2 \times 0.32 \times 9.81}{1.2 \times 0.75 \times (5.0)^2} \approx 0.28 \text{ m}^2$$

- Sp - Paraşütun sahəsi
- Cx - Əmsal = 0.75
- V - Enmə sürəti = 5.0 m/s
- P - Havanın sıxlığı = 1.2 kq/m³
- m = 0.32 kq
- g = 9.81 m/s²

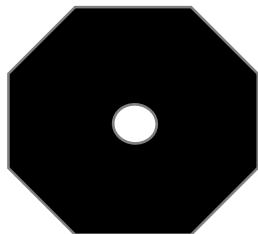
Qeyd: Sürətin 5.0 m/s götürülməyinin səbəbi budur ki, bu sürətlə enən model peyk yerə 80 saniyəyə enəcək. 80 saniyə isə həm müsabiqə şərtlərinə uyğundur, həm də bizim üçün çox yaxşı zaman aralığıdır.

Nəticə: $Sp = 0.28 \text{ m}^2$



Paraşütün materialı və forması haqda məlumat

Paraşütün forması 8 kənclü olacaq



Bu formanı seçməyimizin başlıca səbəbi peyklərdə ən çox istifadə olunan forma olmasıdır. Dairə forması seçilməməsinin səbəbi isə, bu formada çox hava axını lazımdır, hansı ki, iplərin dolaşmasına səbəb ola bilər.

Paraşüt neylondan olacaq



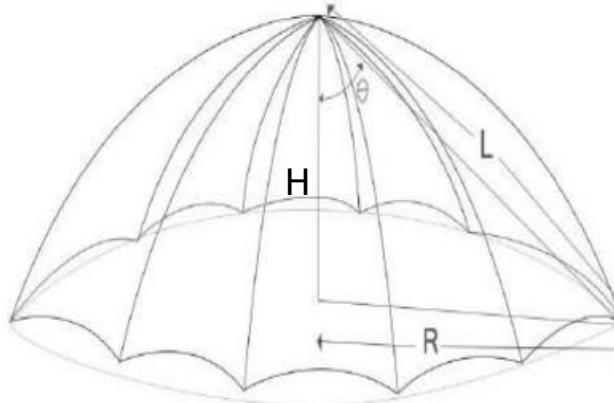
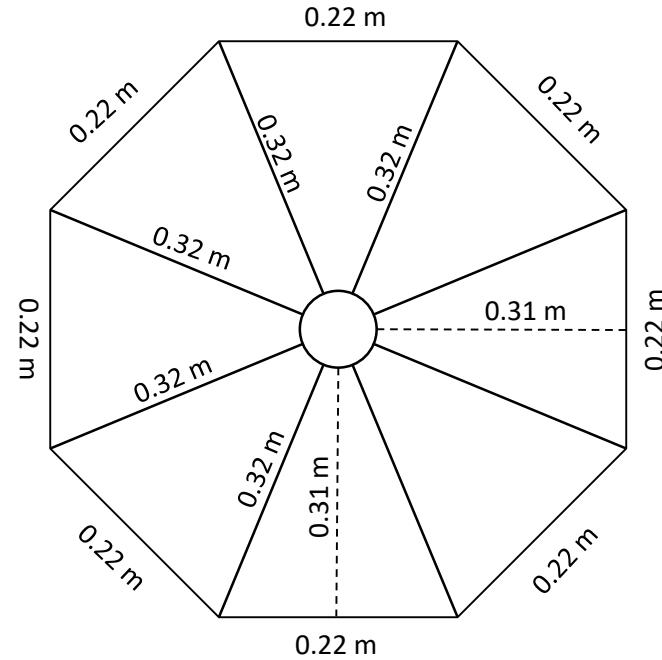
Neylon yüngüldür, yaxşı mexaniki möhkəmliyə malikdir və onun qiyməti elədə yüksək deyildir. Neylon raket istehsalatında ən çox istifadə edilən variantdır



Enmə sürətinin hesablanması və stabilliyin təminini

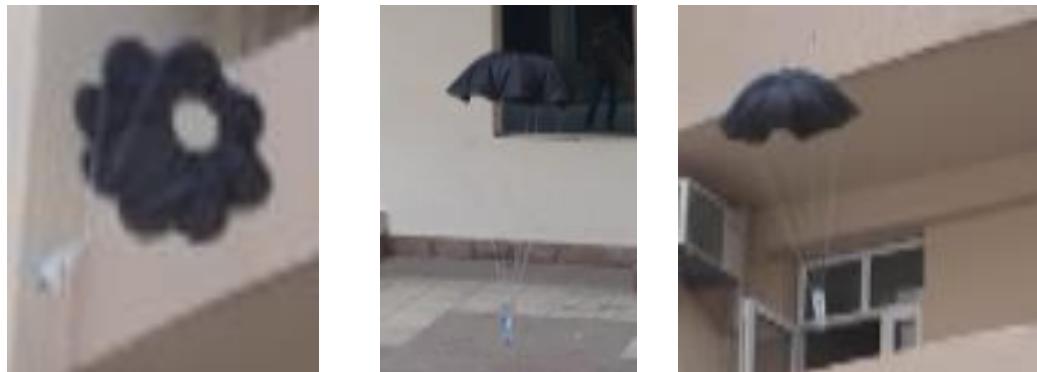


Paraşütün həndəsi ölçüləri



$$\begin{aligned}H &= 0.40\text{ m} \\L &= 0.45\text{ m} \\R &= 0.32\text{ m}\end{aligned}$$

Paraşütün görüntüləri



Qeyd: model peykə 8 fərqli nöqtədən iplə birləşdiriləcək.

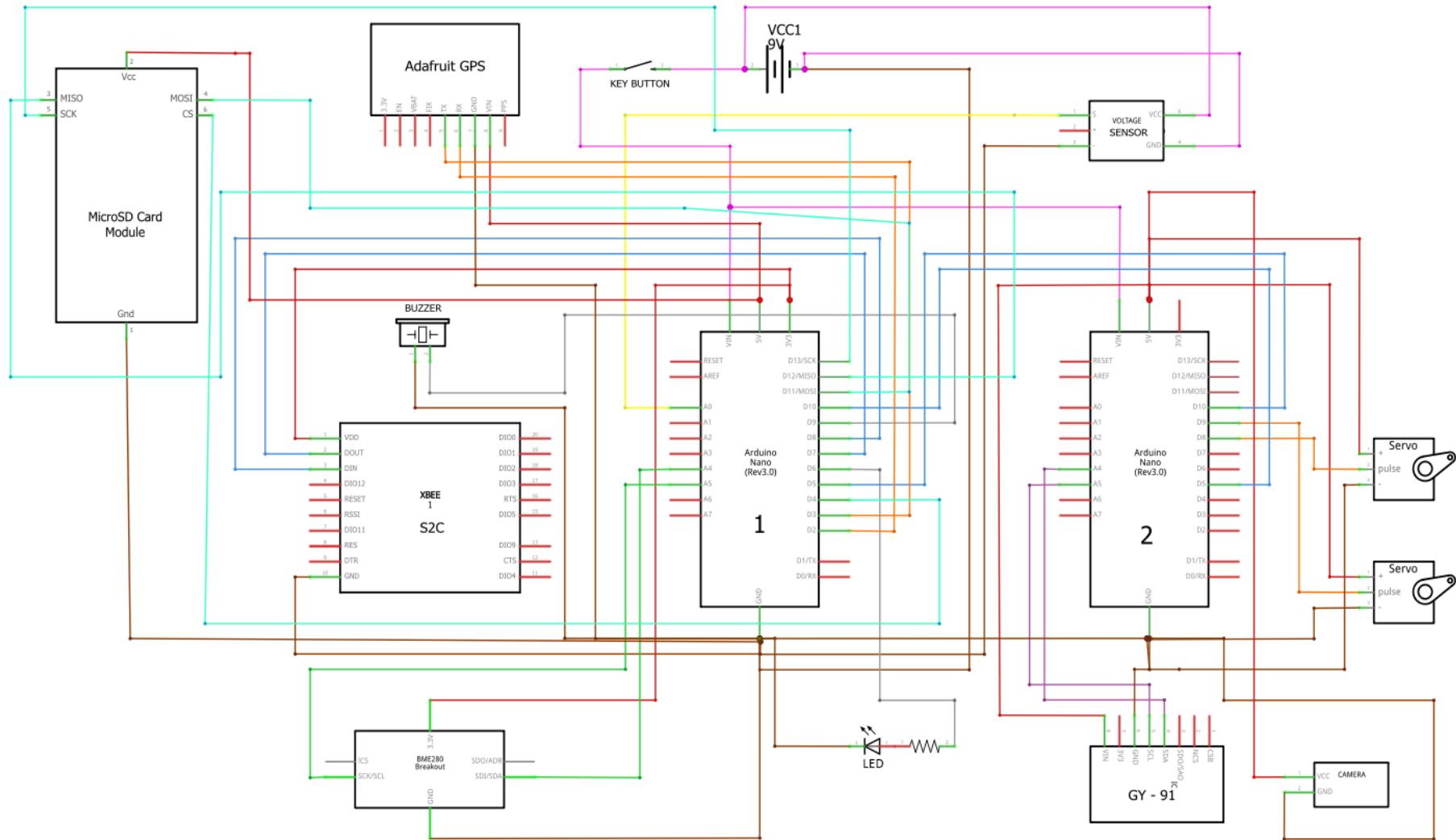
Qeyd: stabilliyin təminini üçün paraşutun ortasında deşik nəzərdə tutulub.



Elektronika Alt Sistemi

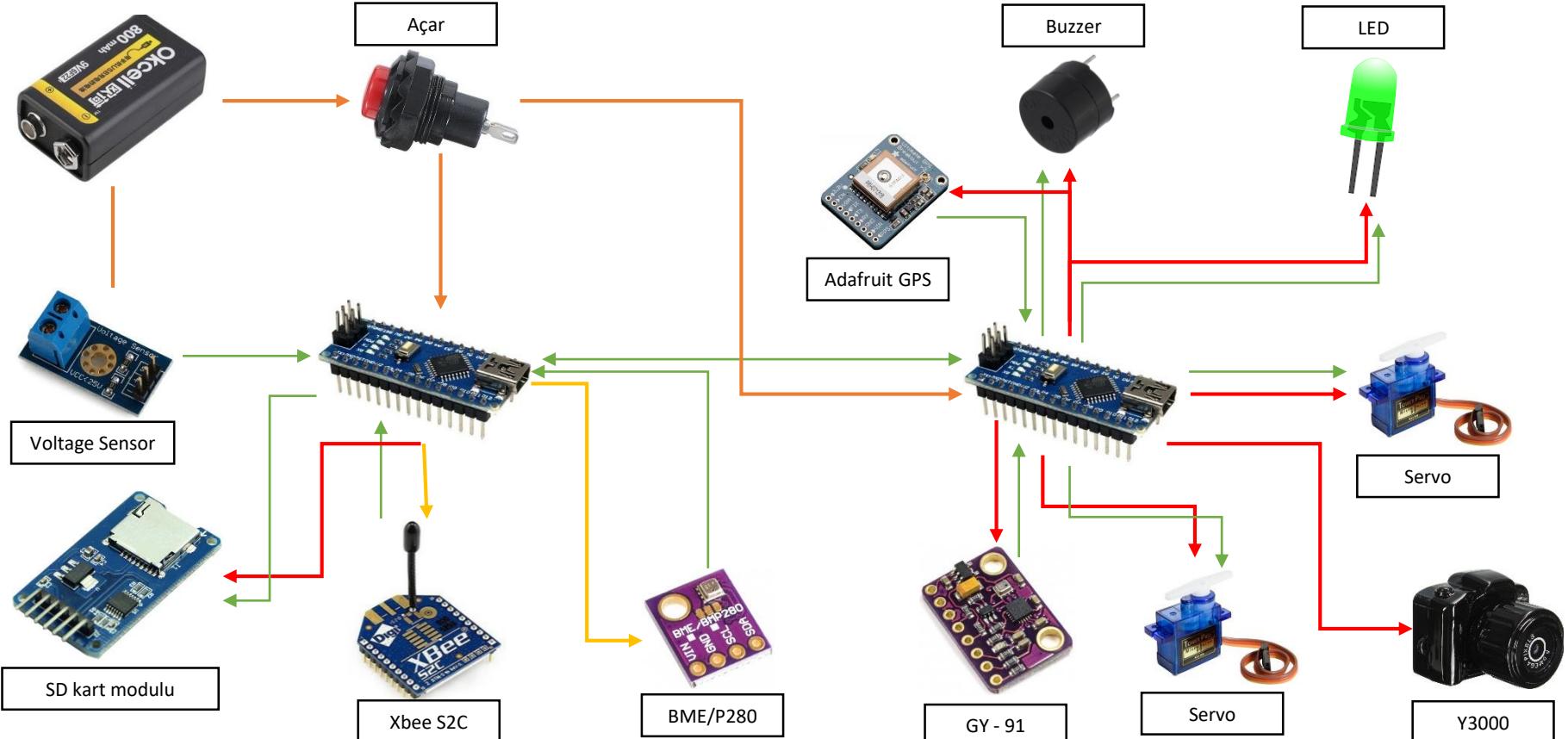


Elektronik dövrənin ümumi quruluşu





Elektronik dövrənin ümumi quruluşu (davamı)



■ - 9V gərginlik

■ - 5V gərginlik

■ - 3.3V gərginlik

■ - məlumat mübadiləsi



Sensorlar Bölməsi

Əsgərov Kamran



Texniki şərtlər



Tələb ID	Tələbin təsviri	Səbəb
2	Modelin və konteynerin ümumi kütləsi maksimum 500 qrama qədər olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
5	Yekun "CanSat"-ın (konteyner və modelin) dəyəri 1000 AZN-dək olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
14	Model konteynerin daxilində olarkən işə salına bilməsi üçün açar, işləməsini göstərən işq (LED) və ya səs siqnalı (Buzzer, Speaker) ilə təmin olunmalıdır.	Müsabiqənin şərti
16	Münsiflər heyəti tərəfindən əmr (komanda) verildikdə şəkil çəkilməli və peykin yaddaş qurğusunda saxlanılmalıdır.	Müsabiqənin şərti
17	Çəkilən şəklin ayırdetməsi minimum 480x480 piksel olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
18	Model peyk yüksəklik haqqındaki məlumatı Yerdən qalxdığı andan etibarən Yerə enənədək ölçmək və real zaman ərzində yerüstü stansiyaya göndərmək məcburiyyətindədir.	Müsabiqənin şərti
22	Model peyk havanın temperaturu, təzyiqi, batareyadakı gərginliyi, modelin şaquli istiqamətdəki düşmə sürətini və GPS qəbuledicinin göstəriciləri (koordinat, görünüşdə olan peyk sayı, UTC standartı ilə cari zaman) kimi telemetrik məlumatları konteynerdən ayrıldığı andan etibarən ölçmək və real zaman ərzində yerüstü stansiyaya göndərmək məcbutiyyətindədir.	Müsabiqənin şərti



İHS – dən sonrakı dəyişikliklər



İHS – dən sonra sensorlar bölməsində baş verən yeganə dəyişiklik kamera modulu ilə ələqədardır. Belə ki, İHS – də OV5642 kamera modulu seçilmişdi. YHS – də isə bu modul Y3000 olaraq dəyişdirilib. Bunun səbəbi yeni kamera modulunun şəklin emalını edə bilməsindən qaynaqlanır. Buna görə də mikrokontroller çox yüklənməmiş olur.



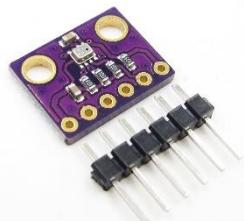
Hündürlük sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə



Sensorun adı	Ölçmə aralığı	Gəginlik aralığı	Ölçüsü	Çekisi	Gçio	Dəqiqlik	Qiyməti
BME/BMP280	300 ~ 1100 hPa	1.71 ~ 3.6V	2.5 x 2.0 x 0.95 mm	1.8 qr	SPI, I2C	±0.5 m	3.40 AZN



BME/BMP280 sensoru



BME/BMP280 sensorunun
ümumi quruluşu

BME/BMP280

- ✓ Qiyməti uyğundur
- ✓ Kiçik ölçü və yüngül çəkiyə sahibdir
- ✓ Eyni anda həm 3 sensor kimi fəaliyyət göstərə bilir
(hündürlük, təzyiq, temperatur)

Hündürlüğün təzyiq ilə ölçülməsi
üçün düstur:

$$\text{HÜNDÜRLÜK} = 44330 * \left(1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{5.255}} \right)$$

p - ÜMUMİ TƏZYİQ

p₀ - ATMOSFER TƏZYİQİ



Hündürlük sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə (davamı)



BMP/BME280 sensorunun işləməsi üçün lazım olan program:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BME280.h>

#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)

Adafruit_BME280 bme;

double h;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    if (!bme.begin()) {
        Serial.println("XƏTA! BME280 sensoru tapılmadı.");
        while (1);
    }
    h = bme.readAltitude(SEALEVELPRESSURE_HPA);
}

void loop() {
    Serial.print("Hündürlük = ");
    Serial.print(bme.readAltitude(SEALEVELPRESSURE_HPA) - h);
    Serial.println(" m");
    delay(1000);
}

Done compiling.
```

Sketch uses 10562 bytes (32%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 520 bytes (25%) of dynamic memory, leaving 1700 bytes free.

21 Arduino/Genuino Uno on COM3

BME/BMP280 sensoru üçün istifadə edilən kitabxanalar:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
```

Qeyd: Hər iki kitabaxana açıq istifadə mənbə kodludur.

Serial portda məlumatların təsviri:

```
Hündürlük = 1.01 m
Hündürlük = 1.98 m
Hündürlük = 1.98 m
Hündürlük = 2.11 m
Hündürlük = 2.30 m
Hündürlük = 2.48 m
Hündürlük = 2.64 m
Hündürlük = 2.79 m
Hündürlük = 2.96 m
Hündürlük = 3.02 m
Hündürlük = 3.14 m
Hündürlük = 3.21 m
Hündürlük = 3.31 m
```

Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output



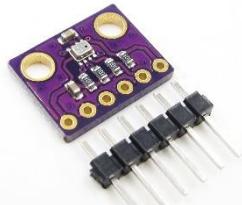
Təzyiq sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə



Sensorun adı	Ölçmə aralığı	Gəginlik aralığı	Ölçüsü	Çekisi	Gçio	Qiyməti
BME/BMP280	300 ~ 1100 hPa	1.71 ~ 3.6V	2.5 x 2.0 x 0.95 mm	1.8 qr	SPI, I2C	3.40 AZN



BME/BMP280 sensoru

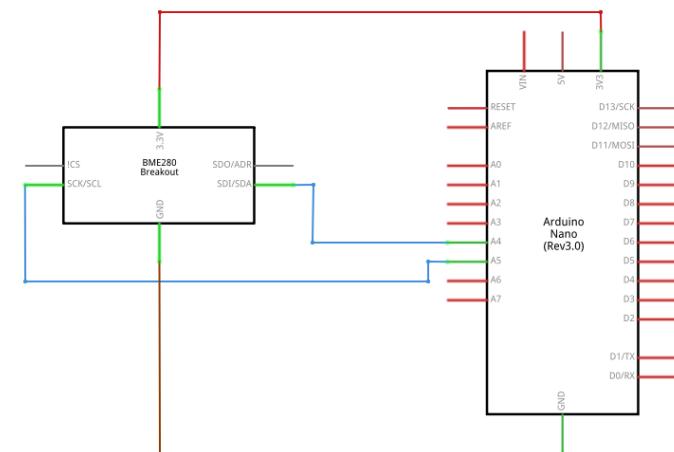


BME/BMP280 sensorunun ümumi quruluşu

BME/BMP280

- ✓ Qiyməti uyğundur
- ✓ Kiçik ölçü və yüngül çəkiyə sahibdir
- ✓ Eyni anda həm 3 sensor kimi fəaliyyət göstərə bilir (*hündürlük, təzyiq, temperatur*)

Prinsipial sxemdə BMP/BME280 sensorunun mikrokontrollerə qoşulma qaydası:





Təzyiq sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə (davamı)



BMP/BME280 sensorunun işləməsi üçün lazım
olan program:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BME280.h>

Adafruit_BME280 bme;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  if (!bme.begin()) {
    Serial.println("XƏTA! BME280 sensoru tapılmadı.");
    while (1);
  }
}

void loop() {
  Serial.print("Təzyiq = ");
  Serial.print(bme.readPressure());
  Serial.println(" Pa");
  delay(1000);
}
```

Done uploading.
Sketch uses 9226 bytes (28%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 512 bytes (2%) of dynamic memory, leaving 1536 bytes for

9 Arduino/Genuino Uno on COM3

BME/BMP280 sensoru üçün istifadə edilən
kitabxanalar:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
```

Qeyd: Hər iki kitabaxana açıq istifadə mənbə kodludur.

Serial portda məlumatların təsviri:

```
Təzyiq = 100070.10 Pa
Təzyiq = 100071.38 Pa
Təzyiq = 100077.63 Pa
Təzyiq = 100077.47 Pa
Təzyiq = 100075.14 Pa
Təzyiq = 100076.77 Pa
Təzyiq = 100073.38 Pa
Təzyiq = 100075.44 Pa
Təzyiq = 100071.07 Pa
Təzyiq = 100071.13 Pa
Təzyiq = 100073.07 Pa
Təzyiq = 100072.53 Pa
Təzyiq = 100067.75 Pa
```

Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output



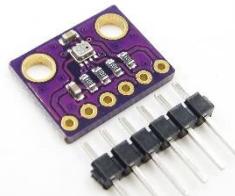
Temperatur sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə



Sensorun adı	Ölçmə aralığı	Gərginlik aralığı	Ölçüsü	Çekisi	Dəqiqlik	Qiyməti
BMP280	-40 ~ 85°C	1.71 ~ 3.6V	2.5 x 2.0 x 0.95 mm	1.8 qr	±0.01 °C	3.40 AZN



BME/BMP280 sensoru

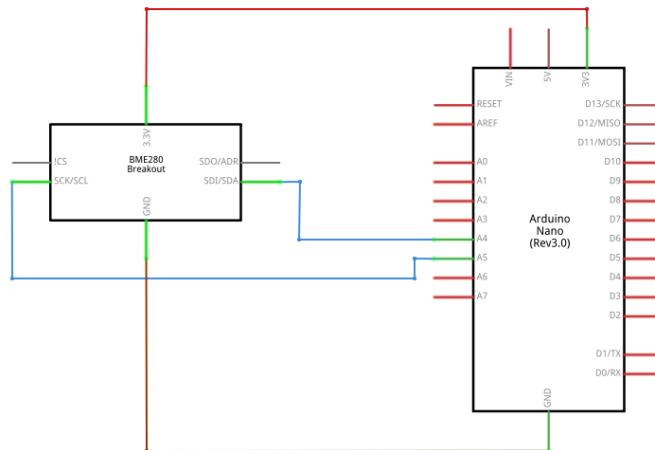


BME/BMP280 sensorunun ümumi quruluşu

BME/BMP280

- ✓ Qiyməti uyğundur
- ✓ Kiçik ölçü və yüngül çəkiyə sahibdir
- ✓ Eyni anda həm 3 sensor kimi fəaliyyət göstərə bilir (*hündürlük, təzyiq, temperatur*)

Prinsipial sxemdə BME/BMP280 sensorunun mikrokontrollerə qoşulma qaydası:





Temperatur sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə (davamı)



BMP/BME280 sensorunun işləməsi üçün lazım olan program:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BME280.h>

Adafruit_BME280 bme;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    if (!bme.begin()) {
        Serial.println("XƏTA! BME280 sensoru tapılmadı!");
        while (1);
    }
}

void loop() {
    Serial.print("Temperatur = ");
    Serial.print(bme.readTemperature());
    Serial.println(" °C");
    delay(1000);
}

Done Saving.

Sketch uses 7454 bytes (24%) of program storage space. Maximum is
Global variables use 532 bytes (25%) of dynamic memory, leaving 18
```

12 Arduino Nano, ATmega328P on COM3

BME/BMP280 sensoru üçün istifadə edilən kitabxanalar:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
```

Qeyd: Hər iki kitabaxana açıq istifadə mənbə kodludur.

Serial portda məlumatların təsviri:

```
Temperatur = 30.08 °C
Temperatur = 30.07 °C
Temperatur = 30.07 °C
Temperatur = 30.07 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.07 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.05 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.05 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.05 °C
Temperatur = 30.05 °C
```

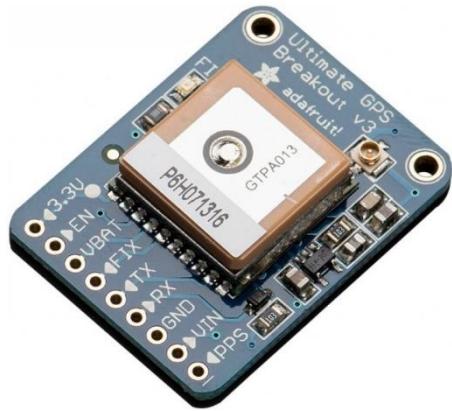
Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output



GPS qəbuledicinin seçiminin əsaslandırılması və xülasə



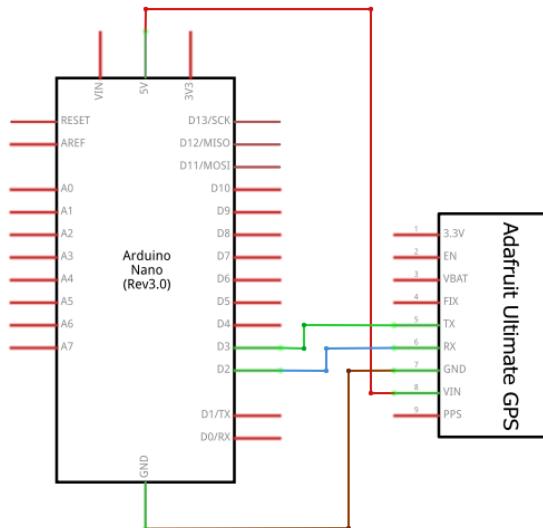
Sensorunun adı	Mövqe təyin etmə dəqiqliyi	Yeniləmə dərəcəsi	Gəginlik aralığı	Gçio	Ölçüsü	Çekisi	Qiyməti
Adafruit Ultimate GPS	1.8m	1 ~ 10Hz	3 ~ 5.5V	UART	15.0 x 15.0 x 4.0 mm	8.5 qr	67.98 AZN



Adafruit Ultimate GPS

- ✓ Yüksək dəqiqliyə sahibdir
- ✓ Kiçik ölçü və yüngül çəkiyə sahibdir

Prinsipial sxemdə GPS qəbuledicisinin mikrokontrollerə qoşulma qaydası:





GPS qəbuledicinin seçiminin əsaslandırılması və xülasə (davamı)



GPS qəbuledicisinin işləməsi üçün lazım olan program:

```
#include <Adafruit_GPS.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3, 2);
Adafruit_GPS GPS(&mySerial);
#define GPSECHO false
boolean usingInterrupt = false;
void useInterrupt(boolean);
void setup() {
  Serial.begin(115200); GPS.begin(9600); GPS.sendCommand(PMTK_SET_NMEA_OUTPUT_RMCGGA);
  GPS.sendCommand(PMTK_SET_NMEA_UPDATE_1HZ); GPS.sendCommand(PGCMDO_ANTENNA);
  useInterrupt(true); delay(1000); mySerial.println(PMTK_Q_RELEASE);
}
SIGNAL(TIMER0_COMPA_vect) { char c = GPS.read(); }
void useInterrupt(boolean v) {
  if (OCROA == 0xAF; TIMSK0 |= _BV(OCIE0A); usingInterrupt = true; )
  else { TIMSK0 |= ~_BV(OCIE0A); usingInterrupt = false; }
}
uint32_t timer = millis();
void loop() {
  if (!usingInterrupt) { char c = GPS.read(); }
  if (GPS.newNMEAreceived()) { if (!GPS.parse(GPS.lastNMEA())) return; }
  if (timer > millis()) timer = millis();
  if (millis() - timer > 1000) {
    timer = millis();
    Serial.print("\nTime: "); Serial.print(GPS.hour, DEC); Serial.print(":"); Serial.print(GPS.minute, DEC); Serial.print(":");
    Serial.print(GPS.seconds, DEC); Serial.print('.'); Serial.println(GPS.milliseconds); Serial.print("Date: ");
    Serial.print(GPS.day, DEC); Serial.print('/'); Serial.print(GPS.month, DEC); Serial.print("/20");
    Serial.println(GPS.year, DEC); Serial.print("Fix: "); Serial.print((int)GPS.fix);
    Serial.print(" quality: "); Serial.println((int)GPS.fixquality);
    if (GPS.fix) {
      Serial.print("Location: "); Serial.print(GPS.latitude, 4); Serial.print(GPS.lat); Serial.print(", ");
      Serial.print(GPS.longitude, 4); Serial.println(GPS.lon); Serial.print("Location (in degrees, works with Google Maps): ");
      Serial.print(GPS.latitudeDegrees, 4); Serial.print(", "); Serial.println(GPS.longitudeDegrees, 4);
      Serial.print("Speed (knots): "); Serial.println(GPS.speed); Serial.print("Angle: "); Serial.print(GPS.angle);
      Serial.print("Altitude: "); Serial.println(GPS.altitude); Serial.print("Satellites: "); Serial.println((int)GPS.satellites);
    }
  }
}
Done Saving.
```

Sketch uses 11328 bytes (36%) of program storage space. Maximum is 30720 bytes.
Global variables use 904 bytes (44%) of dynamic memory, leaving 1144 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.

GPS qəbuledicisi üçün istifadə edilən kitabxanalar:

```
#include <Adafruit_GPS.h>
#include <SoftwareSerial.h>
```

Qeyd: Hər iki kitabaxana açıq istifadə mənbə kodludur.

Serial portda məlumatların təsviri:

```
COM3
|
Time: 21:23:51.0
Date: 16/7/2018
Fix: 1 quality: 1
Location: 4026.2609N, 4958.6679E
Location (in degrees, works with Google Maps): 40.4377, 49.9778
Speed (knots): 0.52
Angle: 133.67
Altitude: 158.80
Satellites: 3

Time: 21:23:52.0
Date: 16/7/2018
Fix: 1 quality: 1
Location: 4026.2609N, 4958.6679E
Location (in degrees, works with Google Maps): 40.4377, 49.9778
Speed (knots): 0.46
Angle: 116.57
Altitude: 158.80
Satellites: 3
```

Autoscroll No line ending 115200 baud Clear output



Kamera modulunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə



Modulun adı	Ayırdetmə həssaslığı	Ölçüsü	Çekisi	Gərginlik aralığı	Yaddaş qurğusu	Qiyməti
Y3000	8MP	27 x 26 x 26 mm	11 qr	5V	Daxili	37.39 AZN



Y3000

- ✓ Yaxşı ayırdetmə həssaslığı
- ✓ Kiçik ölçü və yüngül çəkiyə sahibdir

Qeyd: Kamera modulu birbaşa olaraq mikrokontrollerə qoşulmayacaq.

Kamera modulunun daxili akkumulyatoru olmasına baxmayaraq, bu akkumulyatorun əlavə çəkisindən qurtulmaq üçün ondan istifadə edilməyəcək. Əvəzində isə Kamera modulu öz enerji ehtiyatını mikrokontrollerdən təmin edəcək.

Kamera modulu komanda verildikdə mikrokontrollerə qoşulu olan servo-motor vasitəsi ilə şəkil çəkəcək. Həmin şəkil isə Kamera modulunun daxili yaddaş qurğusuna yazılıcaq. Həmin yaddaş qurğusunda isə, 2GB həcmli yaddaş kartı olacaq.

Kamera modulunun çəkmiş olduğu şəkil *.jpg formatında olacaq.



Kamera modulunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə (davamı)



Nümunə üçün Y3000 Kamera modulu ilə çəkilmiş şəkillər:





Gərginlik sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə

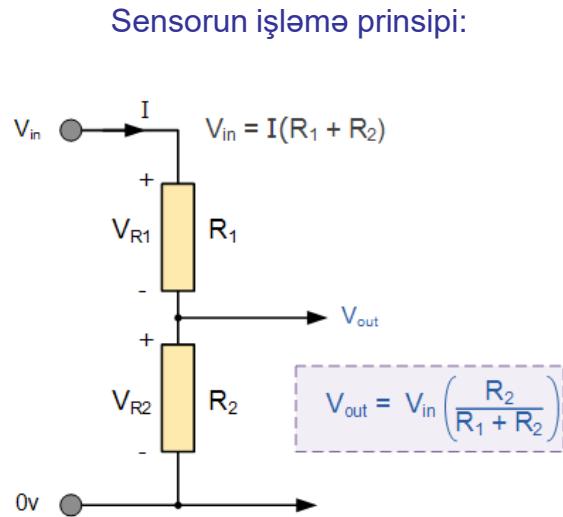


Sensorun adı	Ölçmə aralığı	Ölçüsü	Çekisi	Gərginlik aralığı	Qiyməti
Voltage Sensor	0.02 ~ 25V	27 x 14 x 15 mm	3 qr	3.3 ~ 5V	0.85 AZN

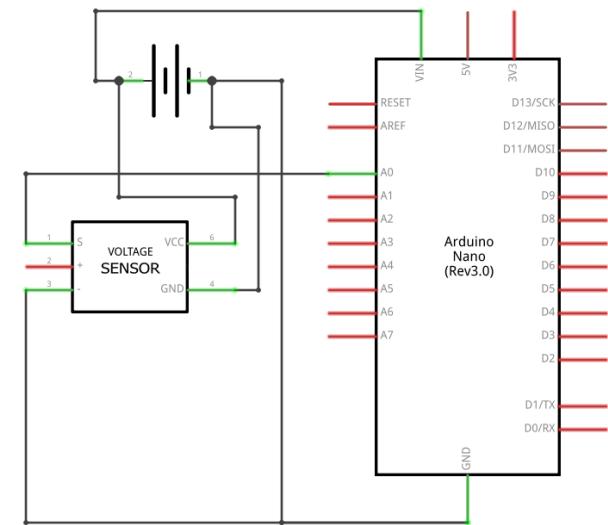


Voltage Sensor

- ✓ Qiyməti uyğundur
- ✓ Ölçmə aralığı uyğundur



Gərginlik sensorun mikrokontrollerə qoşulma qaydası:





Enerji Sərfiyyatı Bölməsi

Əsgərov Kamran



Batareya tutumunun hesablanması

Komponent	Cərəyən	Gərginlik	Güç	Vəzifə dövrü	Mənbə
Xbee Zegbee S2C (<i>bikar</i>)	1 µA	3.3V	3.3 µVt	30 %	Təlimat kitabçası
Xbee Zegbee S2C (<i>aktiv</i>)	33 mA	3.3V	108.9 mVt	70 %	Təlimat kitabçası
Arduino NANO x2	200 mA	5 V	1 Vt	100 %	Təlimat kitabçası
Y3000 Kamera	20 mA	5V	100 mVt	5 %	Təlimat kitabçası
SG – 90 Servo x2	650 mA	5 V	3.25 Vt	10 %	Təlimat kitabçası
BMP/BME280	5 µA	3.3 V	16.5 µVt	100 %	Təlimat kitabçası
Buzzer QSI-1410	8 mA	2 V	16 mVt	20 %	Təlimat kitabçası
GY - 91	20 mA	5 V	100 mVt	100 %	Təlimat kitabçası
Adafruit GPS	20 mA	5 V	100 mVt	100 %	Təlimat kitabçası
SD kart modulu	7 mA	5V	35 mVt	100 %	Təlimat kitabçası
TOPLAM	958.006 mA	-----	8959.919 mVt	-----	-----



Batareya tutumunun hesablanması (davamı)



Toplam cərəyan:	958.006 mA
Vəzifə dövrünü hesaba qataraq cərəyan:	602.705 mA
Toplam güc:	8959.919 mVt
Vəzifə dövrünü hesaba qataraq güc:	2969.447 mVt

$$E = I \cdot t$$

$$E = 602.705 \cdot 1 \approx 602 \text{ (mA saat)}$$

- E – Batareyanın həcmi (*mA saat*)
- I – Cərəyanın ümumi sərfiyyatı (*mA*)
- t – iş vaxtı (*saat*)

Nəticə:

Peykin ən azı 1 saat işləməsi üçün 600mA saat həcmində olan batareya kifayətdir.



Batareya tutumunun hesablanması (davamı)



Model	Gərginlik	Həcm	Çekisi	Gövdənin materialı	Qiymət
Okcell	9 V	800 mAh	20 qr	Li - Ion	12.00 AZN



Okcell

- ✓ 9 V gərginlik
- ✓ Lazımı qədər həcm
- ✓ Mikro USB ilə doldurma imkanı



Kommunikasiya və Verilənlərin İdarəedilməsi (KVi) bölməsi

Əsgərov Kamran



Texniki şərtlər



Tələb ID	Tələbin təsviri	Səbəb
5	Yekun "CanSat"-ın (konteyner və modelin) dəyəri 1000 AZN-dək olmalıdır.	Müsabiqənin şərti
6	"CanSat"-a icraedici əmrlər yerüstü stansiyadakı XBee radiomodul üzərindən göndərilməlidir.	Müsabiqənin şərti
7	Hər komanda XBee radiomodulu üçün müvafiq NETID istifadə etməlidir.	Müsabiqənin şərti
8	İcraedici əmrlər göndərmək və telemetriya qəbul etmək üçün Xbee radiomoddullarının yalnız 2.4 GHz tezlikdə işləyən növlərindən istifadə olunmalıdır.	Müsabiqənin şərti
9	Telemetriya saniyədə 1 dəfə olmaqla (1Hz) yerüstü stansiyaya göndərilməlidir.	Müsabiqənin şərti
10	XBee radiomoddullar ümumi yayım rejimində işlədilə bilməz.	Müsabiqənin şərti
11	Telemetriya YIS – ya <Komanda İD-si>, <Peykin çalışma vaxtı>, <Paketləri sayı>, <Hündürlük>, <Təzyiq>, <Temperatur>, <Gərginlik>, <GPS vaxt>, <GPS-dən gələn coğrafi en>, <GPS-dən gələn coğrafi uzunluq>, <Modelin sürəti>, <GPS peyk sayı>, [<Əlavə göstəricilər>] formasında göndərilməlidir.	Müsabiqənin şərti
13	Qəbul edilən bütün telemetrik məlumatlar yerüstü program təminatında göstərilməli və yaddaşa yazılmalıdır.	Müsabiqənin şərti
22	Model peyk havanın temperaturu, təzyiqi, batareyadakı gərginliyi, modelin şaquli istiqamətdəki düşmə sürətini və GPS qəbuledicinin göstəriciləri (koordinat, görünüşdə olan peyk sayı, UTC standartı ilə cari zaman) kimi telemetrik məlumatları konteynerdən ayrıldığı andan etibarən ölçmək və real zaman ərzində yerüstü stansiyaya göndərmək məcbutiyyətindədir.	Müsabiqənin şərti



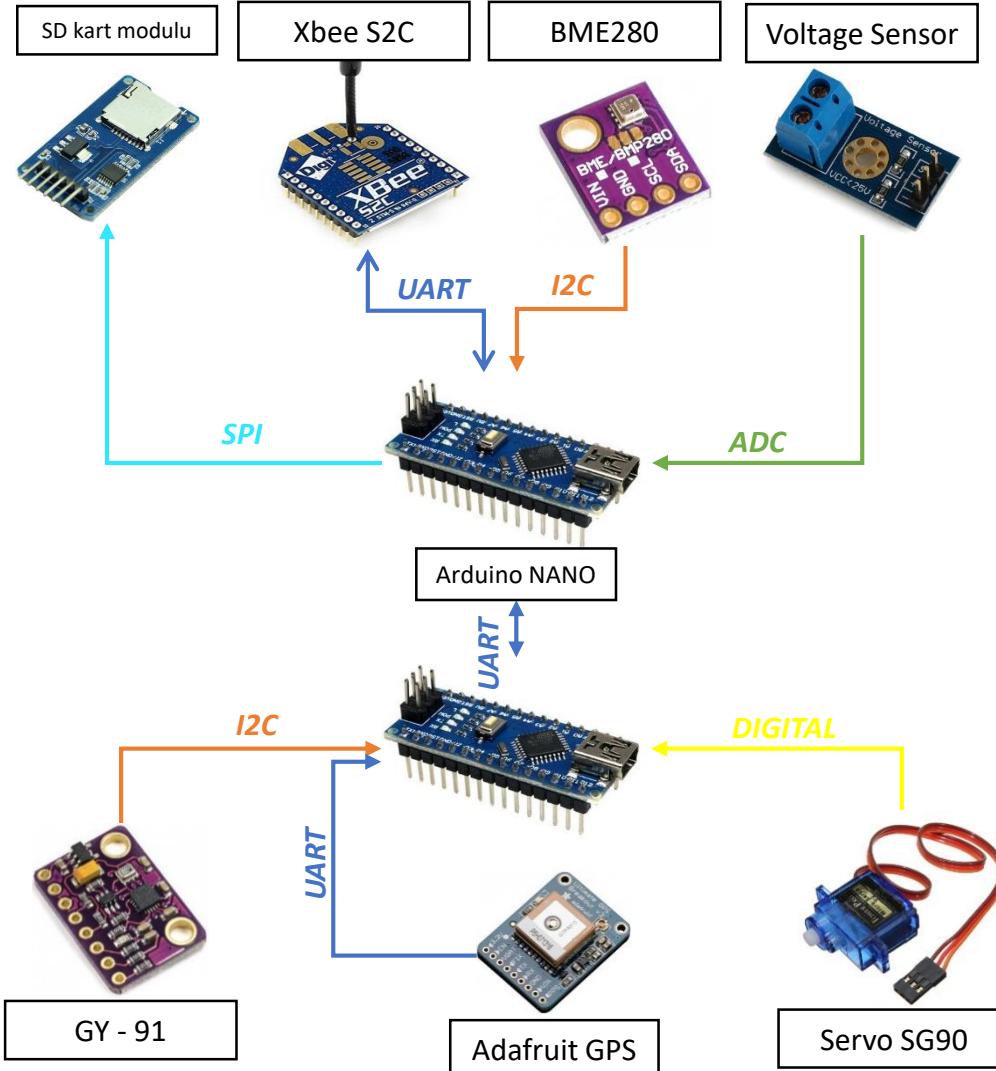
İHS – dən sonrakı dəyişikliklər



İHS – dən sonra KVI – də baş verən yeganə dəyişiklik telemetriya formatı ilə ələqədardır. Beləki, yeni əlavə tapşırıqla birlikdə həmən tapşırıqga əsasən telemetriya formatında uzadılmışdır və telemetriyaya kurs (yaw), kren (pitch), tanqaj (roll) əlavə edilmişdir.



KVİ bölməsinə ümumi baxış



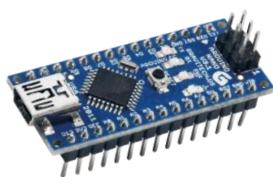
Modul	Interfeys	Funksialar
Arduino NANO	<i>UART</i>	Sensorlardan məlumatları alıb, əsas mikrokontrollerə göndərmək.
Adafruit GPS	<i>UART</i>	GPS və vaxt məlumatlarını ölçmək.
BME280	<i>I2C</i>	Təzyiq, Temperatur, Hündürlük, Rütubət kimi məlumatları ölçmək.
GY – 91	<i>I2C</i>	Model peykin fəzadakı vəziyyətini ölçmək.
Servo SG90	<i>DIGITAL</i>	Model peykin konteynerdən ayrılmاسını təşkil etmək.
Voltage Sensor	<i>ADC</i>	Model peykin batareyasında olan cari gərginliyi ölçmək.
Xbee S2C	<i>UART</i>	Məlumatların YIS-nə ötürülməsi və YIS-dən qəbul edilməsi.
SD kart modulu	<i>SPI</i>	Əlavə tapşırıq kimi telemetrik məlumatları yaddaş kartına yazmaq



İdarəedici qurğu və yaddaş bölgüsü



Prosesor	Operativ Gərginlik (V)	Giriş Gərginliyi (V)	Hər bir G/Ç pini üçün SC cərəyan (mA)	Rəqəmsal G/Ç pini (mA)	Analoy giriş pinləri (mA)	Hər bir pin üçün operativ güc mənbəyi (W)	Yaddaş			Gçio
							Flash (kB)	SRAM (kB)	EEPROM (kB)	
ATmega328 (Arduino Nano)	5	5 ~ 12	40	14	8	0.2	32	2	1	UART SPI I2C



ATmega328 (Arduino Nano)

- ✓ Arduino bir çox kitabxanaya malikdir və bu onun programlaşdırılmasını asanlaşdırır.
- ✓ Kiçik ölçü və yüngül çəkiyə sahibdir

Qeyd: Bizim model peykdə iki ədəd Arduino NANO olacaqdır. Bunun səbəbi Arduino NANO-nun yaddaşının 32 kB olmasıdır. İki Arduino da isə bu ədəd 64 kB-a yüksəlir.

Model peyki hazırlayan zaman 32 kB yaddaşın kifayətli olmadığı nəticəsinə gəldik.

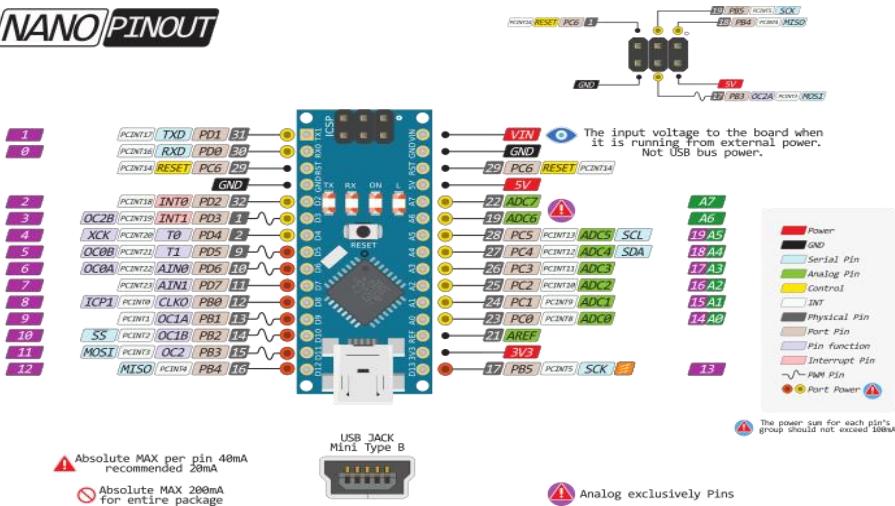
İki Arduino NANO işlətməyimizin digər səbəbi isə, əlavə tapşırığın (*Model peykin fəzadakı vəziyyətini öyrənib YİSDə real zamanlı olaraq əks etdirmək*) tələb etdiyi modul olan GY-91 üçün əsas arduinoda giriş pini (I2C) yeri qalmamasıdır. İkinci Arduino NANO ilə isə, bu problem aradan qaldırılmış olur.



İdarəedici qurğu və yaddaş bölgüsü (davamı)

Arduino NANO-nun pin çıkışları:

NANO PINOUT



Əsas Arduino NANO-nun istifadə etdiyi yaddaş:

```
Sketch uses 25042 bytes (77%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
```

```
Global variables use 1253 bytes (61%) of dynamic memory, leaving 795 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

Ikinci Arduino NANO-nun istifadə etdiyi yaddaş:

```
Sketch uses 12736 bytes (39%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
```

```
Global variables use 686 bytes (33%) of dynamic memory, leaving 1362 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

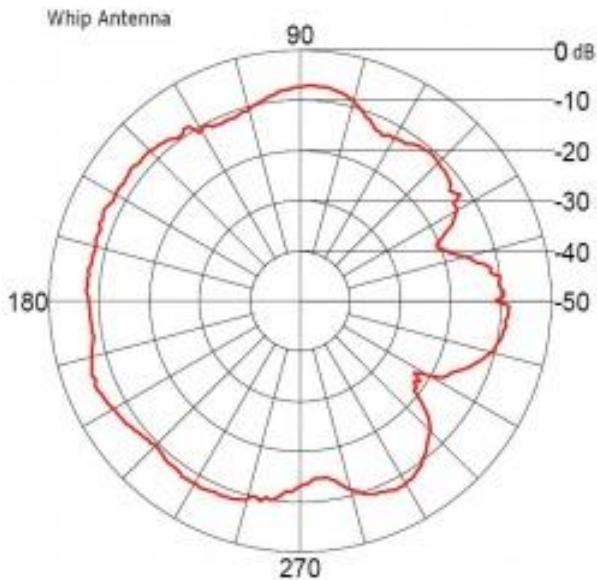
Qeyd: Uçuş programı üçün ümumilikdə 600 sətrdən çox kod yazılmışdır.



Modelin antenası

- Model peykin antenası kimi Xbee radio modullarının üstündə gələn *Whip antenna* seçilib.
- Antennə ölçüsü və çəki baxımından çox əlverilşidir, beləki **2.5 sm** uzunluğunda və **1 qrammdan** az çəkiyə sahibdir.

Üfüqi istiqamətdə şüalanma diaqramı:



Antennanın xarakteristikaları

Ötürmə gücü	3.1 mV (+5 dBm)
Tezlik	2400 ~ 2500 MHz
Kommunikasiya məsafəsi	515 m

- ✓ Antennanın kütləsi çox azdır. Bu onu seçməyimizin əsas səbəblərindən biridir.
- ✓ Antennanın performansı bizə lazım olan şərtlərə görə qənaətbəxşdir.



Radiomodulun seçimi və ilkin konfiqurasiyası



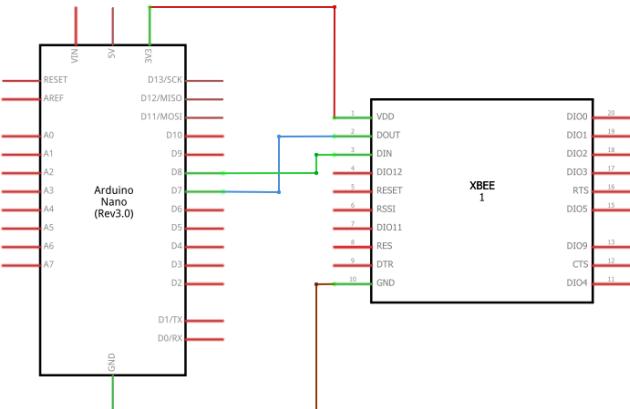
XBee modeli	Xarici diapazon	Cərəyan qiyməti	GÇİO	Tezlik	İşçi gərginliyi	Məlumatların ötürülmə sürəti	Qiymət
XBee S2C Zegbee	1200 m	33 mA	SPI, UART	2.4 GHz	3.3 V	250 kbps	52.68 AZN



XBee S2C Zegbee

- ✓ Tezliyi yarışmanın şərtlərinə uyğundur
- ✓ Xarici diapazonu gözləntilərimizi qarşılayır
- ✓ Kiçik cərəyan qiyməti

Prinsipial sxemdə XBee S2C radiomodulunun mikrokontrollerə qoşulma qaydası:





Radiomodulun seçimi və ilkin konfiqurasiyası (davamı)



Qeyd: XBee modulu əvvəlcə xüsusi adeptərə qoşulacaq, sonra isə həmin adapter vasitəsi ilə mikrokontrollerə qoşulacaq.



- XBee-ni mikrokontrollerə qoşmaq üçün adapter.

Qiyməti: 23.78 AZN

Konfiqurasiya parametrləri	Dəyər
Xbee modeli	Xbee S2C
Rabitə Rejimi	API
Rabitə protokolu	ZegBee
NETID/PANID	2253
Cihazın Rejimi	Router
Ötürmə Sürəti	4800 Baud
Məlumat bitləri	8
Ötürmə tezliyi	1 Hz
Sərfi Nəzarət	Yoxdur
Stop Bits	1
Parity	Yoxdur



Telemetriya formatı

<Komanda ID-si>	Təşkilat komitəsindən hər komanda üçün ayrılmış ID nömrəsi
<Peykin çalışma vaxtı>	Model peykin işləmə müddətinin göstərilməsi (saniyə ilə)
<Paketlərin sayı>	Yerüstü stansiyaya göndərilən cari telemetriya paketlərinin sayı
<Hündürlük>	Model peykin olduğu cari hündürlük (metrlə)
<Təzyiq>	Model peykin ətrafındakı mühitin cari təzyiqi (pascal ilə)
<Temperatur>	Modelin ətrafındakı mühitin cari temperaturu (Selsi şkalası üzrə)
<Gərginlik>	Model peykin batareyasında olan cari gərginliyi (volt ilə)
<GPS vaxt>	UTC (Coordinated Universal Time) vaxt standartına görə zaman (gün/ay/il/ saat:dəqiqə:saniyə)
<GPS-dən gələn coğrafi en>	Qlobal peyk naviqasiya qəbuledicisindən alınan coğrafi en (dərəcə)
<GPS-dən gələn coğrafi uzunluq>	Qlobal peyk naviqasiya qəbuledicisindən alınan coğrafi uzunluq (dərəcə)
<Modelin sürəti>	Modelin cari andakı şaquli istiqamətdə düşmə sürəti (m/s)
<GPS peyk sayı>	Model peykin siqnal qəbul etdiyi cari peyklərin sayı
<Əlavə göstəricilər>	Əlavə göstəricilər



Telemetriya formatı (davamı)

Əlavə göstəricilər

<Rütubət>	Model peykin ətrafındaki mühitin cari rütubəti (% ilə)
<Kurs (Yaw)>	Model peykin fəzadakı vəziyyəti
<Kren (Pitch)>	Model peykin fəzadakı vəziyyəti
<Tanqaj (Roll)>	Model peykin fəzadakı vəziyyəti

Qeyd: Ayırıcı simvol olaraq vergül (,) seçilib.

Telemetriya nümunəsi

<Komanda İD-si>,<Peykin çalışma vaxtı>,<Paketlərin sayı>,<Hündürlük>,<Təzyiq>,<Temperatur>,<Gərginlik>,<GPS vaxt>,<GPS-dən gələn coğrafi en>,<GPS-dən gələn coğrafi uzunluq>,<Modelin sürəti>,<GPS peyk sayı>,<Əlavə göstəricilər>],<Rütubət>,<Kurs (Yaw)>,<Kren (Pitch)>,<Taqaj (Roll)>

Nümunə:

2253,060,024,320.5,101168.1,32.6,08.7,21.07.2018.02:30:12,40.40926,49.8670,3.9,05,61.3,-203.8,0-40.8,0-39.0,



Telemetriya formatı (davamı)

Telemetriyanın uzunluğu sabit olacaq, yəni həmişə 107-ə barabər olacaq. Telemetriyanın (mikrokontrollerdə emalından sonra) hərbir göstəricisinin *göstərici tipi* char olacaq. Beləliklə, hər bir simvolun həcmi 1 Bayt olacaq. Nəticə etibarilə telemetriya 107 Bayt olmalıdır. Ancaq biz telemetriyanı *API (ZegBee protokolu)* modunda göndərəcəyimiz üçün telemetriyanın həcmi artır. Bunun səbəbi isə *API* modunda telemetriya ilə birlikdə əlavə məlumatlar olur. Bunlar paketin quruluş tipi, göndərilən Xbee-nin adresi, məlumatın uzunluğu və s. kimi məlumatlardır. Nəticədə isə göndəriləcək olan telemetriyanın ümumi həcmi **125 Bayt** olacaq. Bu həcmdə paketin göndərilməsi üçünsə **4800 Baud** ötürülmə sürəti kifayətdir. Bu səbəbdən biz məhs bu ötürülmə sürətini seçmişik.

Telemetriyanın standart forması:

AAAA,BBB,CCC,DDD.D,EEEEEE.E,FF.F,GGGG,DD.MM.YYYY.HH:MM:SS,HH.HHHH,II.III,J.J,KK,LL.L,MMMM.M,NNNN.N,OOOO.O,

Nümunə:

2253,060,024,320.5,101168.1,32.6,08.7,21.07.2018.02:30:12,40.4092,49.8670,3.9,05,61.3,-203.8,0-40.8,0-39.0,

Həmin telemetriyanın HEX nümunəsi:

7E 00 79 10 01 00 13 A2 00 41 5C 06 F7 FF FE 00 00 32 32 35 33 2C 30 36 30 2C 30 32 34 2C 33 32 30 2E 35 2C 31 30 31 31 36 38 2E 31
2C 33 32 2E 36 2C 30 38 2E 37 2C 32 31 2E 30 37 2E 32 30 31 38 2E 30 32 3A 33 30 3A 31 32 2C 34 30 2E 34 30 39 32 2C 34 39 2E 38 36
37 30 2C 33 2E 39 2C 30 35 2C 36 31 2E 33 2C 2D 32 30 33 2E 38 2C 30 2D 34 30 2E 38 2C 30 2D 33 39 2E 30 2C 03

Qeyd: API modunda məlumatlar HEX tipinə çevrildikdən sonra göndərilir.



Proqramlaşdırma Altsistemi



Uçuş Programının (UP) Dizaynı Bölmesi

Əsgərov Kamran



Texniki şərtlər



Tələb ID	Tələbin təsviri	Səbəb
1	Model peyk 400 metr hündürlükdə avtomatik olaraq konteynerdən ayrılib missiyani yerinə yetirməyə başlamalı və 1-2 dəqiqə intervalında yerə enməlidir.	Müsabiqənin şərti
9	Telemetriya saniyədə 1 dəfə olmaqla (1Hz) yerüstü stansiyaya göndərilməlidir.	Müsabiqənin şərti
11	Telemetriya YİS – ya <Komanda İD-si>, <Peykin çalışma vaxtı>, <Paketləri sayı>, <Hündürlük>, <Təzyiq>, <Temperatur>, <Gərginlik>, <GPS vaxt>, <GPS-dən gələn coğrafi en>, <GPS-dən gələn coğrafi uzunluq>, <Modelin sürəti>, <GPS peyk sayı>, [<Əlavə göstəricilər>] formasında göndərilməlidir.	Müsabiqənin şərti
14	Model konteynerin daxilində olarkən işə salına bilməsi üçün açar, işləməsini göstərən işıq (LED) və ya səs siqnalı (Buzzer, Speaker) ilə təmin olunmalıdır.	Müsabiqənin şərti
16	Münsiflər heyəti tərəfindən əmr (komanda) verildikdə şəkil çəkilməli və peykin yaddaş qurğusunda saxlanılmalıdır.	Müsabiqənin şərti
18	Model peyk yüksəklik haqqındaki məlumatı Yerdən qalxdığı andan etibarən Yerə enənədək ölçmək və real zaman ərzində yerüstü stansiyaya göndərmək məcburiyyətindədir.	Müsabiqənin şərti
22	Model peyk havanın temperaturu, təzyiqi, batareyadakı gərginliyi, modelin şaquli istiqamətdəki düşmə sürətini və GPS qəbuledicinin göstəriciləri (koordinat, görünüşdə olan peyk sayı, UTC standartı ilə cari zaman) kimi telemetrik məlumatları konteynerdən ayrıldığı andan etibarən ölçmək və real zaman ərzində yerüstü stansiyaya göndərmək məcbutiyyətindədir.	Müsabiqənin şərti



İHS – dən sonrakı dəyişikliklər



İHS – dən sonra UP – da baş verən baş verən dəyişiklik ikinci (köməkçi) mikrokontroller olaraq ikinci arduino NANO – nun istifadə edilməsidir. Bunun səbəbi olaraq isə tək arduino NANO – nun yaddaşının və əlavə tapşırıq üçün I2C interfeysinin yetərsizliyin qeyd edə bilərik.



UP – na ümumi baxış

Ümumi baxış:

- Başlanğıcda CanSat hansı mərhələdə olduğunu müəyyənləşdirir.
- Eniş (düşüş) mərhələsindədirsə, CanSat telemetriyanı yaddaşına yazar və YİS-nə göndərir.
- Yerdədirsə, CanSat telemetriyanı yazmağı dayandırır və səs siqnalını işə salır.

Programlaşdırma dili:

- Arduino

Programlaşdırma mühiti:

- Arduino IDE

UP-nın vəzifələri (tapşırıqları):

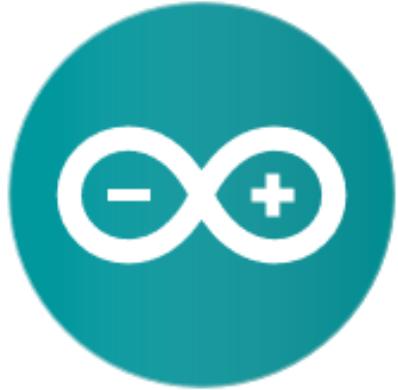
- 1Hz tezlikdə telemetriya toplayır.
- Telemetriyanı YİS-nə göndərir.
- Komanda verildikdə yerin şəklin çəkib yaddaşına yazar.



UP – na ümumi baxış (davamı)



Programlaşdırma dili və mühiti



Arduino 1.8.5

Platformamıza əsaslanaraq seçdiyimiz Arduino dili JAVA ilə yazılmış və Processing əsaslı bir dildir. Öz məcrasında ən yaxşı və sadə dil olaraq tanınır.

Açıq mənbə koduyla Arduino-un program təminatı asan kod yazmağa və onu yükləməyə icazə verir.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BME280.h>

#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)

Adafruit_BME280 bme;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    if (!bme.begin()) {
        Serial.println("BME280 sensoru tapılmadı!");
        while (1);
    }
}

void loop() {
    Serial.print("Temperatur = ");
    Serial.print(bme.readTemperature());
    Serial.print(" °C");
    delay(1000);
}

Done Saving.

Sketch uses 7454 bytes (24%) of program storage space. Maximum is 32248 bytes (98%) of dynamic memory, leaving 1580 bytes for Global variables use 532 bytes (2%) of dynamic memory, leaving 1580 bytes for Global variables

12 Arduino Nano, ATmega328P on COM3

MSUFO | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
MSUFO
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BME280.h>

Adafruit_BME280 bme;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    if (!bme.begin()) {
        Serial.println("BME280 sensoru tapılmadı!");
        while (1);
    }
}

void loop() {
    Serial.print("Növbə rütbəsi = ");
    Serial.print(bme.readHumidity());
    Serial.print(" %");
    delay(1000);
}

Done uploading.

Sketch uses 7454 bytes (24%) of program storage space. Maximum is 32248 bytes (98%) of dynamic memory, leaving 1580 bytes for Global variables use 532 bytes (2%) of dynamic memory, leaving 1580 bytes for Global variables

15 Arduino Nano, ATmega328P on COM3

MS_U_FO | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
MS_U_FO
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GPS.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(1, 2);
Adafruit_GPS GPS(mySerial);
#define USE_INTERRUPTS false
bool usingInterrupt = false;
void useInterrupt(bool value) {
    void setup();
    void loop();
    if (value) {
        Serial.begin(9600);
        GPS.begin(9600);
        GPS.sendCommand(PIN_SET_NMEA_OUTPUT_RMCGGA);
        GPS.sendCommand(PIN_SET_NMEA_UPDATE_1HZ);
        GPS.sendCommand(PCFG_ANTENNA);
        useInterrupt(true);
        delay(1000);
        mySerial.println(PIN_Q_RELEASE);
    }
    SIGNAL(TIMER_COGRA_RECV) { char c = GPS.read(); }
    void useInterrupt(bool value) {
        if (value) {
            if (COGRA == 0x00) usingInterrupt = true;
            else if (COGRA == 0x01) usingInterrupt = false;
        }
    }
    uint32_t timer = millis();
    void loop() {
        if (usingInterrupt) {
            if (GPS.readDataReceived()) {
                if ((GPS.parse(GPS.lastNMEA)) > 0) return;
                if ((timer - millis()) > 1000) {
                    if (millis() - timer > 1000) {
                        Serial.print("Time: ");
                        Serial.print(GPS.hour, DEC);
                        Serial.print(":");
                        Serial.print(GPS.minute, DEC);
                        Serial.print(":");
                        Serial.print(GPS.seconds, DEC);
                        Serial.print("Date: ");
                        Serial.print(GPS.year, DEC);
                        Serial.print("/");
                        Serial.print(GPS.month, DEC);
                        Serial.print("/");
                        Serial.print(GPS.day, DEC);
                        Serial.print("Quality: ");
                        Serial.print(GPS.fixQuality);
                        if (GPS.fixQuality > 0) {
                            Serial.print("Location: ");
                            Serial.print(GPS.latitude, 4);
                            Serial.print(GPS.longitude, 4);
                            Serial.print("Location (in degrees, works with Google Maps): ");
                            Serial.print(GPS.latitudeDegrees, 4);
                            Serial.print("Speed: ");
                            Serial.print(GPS.speed, 4);
                            Serial.print("Angle: ");
                            Serial.print(GPS.angle, 4);
                            Serial.print("Altitude: ");
                            Serial.print(GPS.altitude, 4);
                            Serial.print("Satellites: ");
                            Serial.print((int)GPS.satellites, 4);
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}

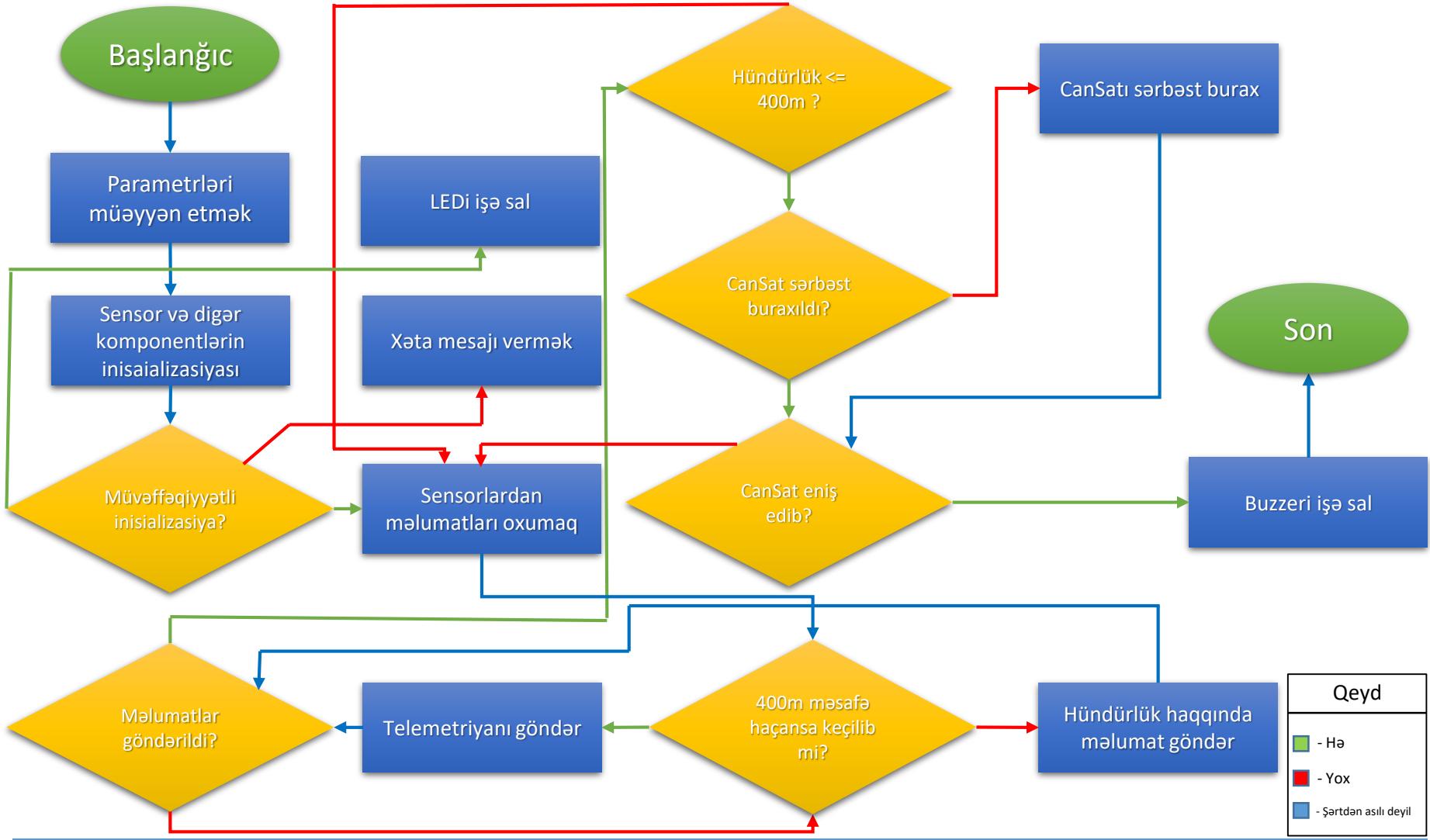
Done saving.

Sketch uses 11328 bytes (34%) of program storage space. Maximum is 30720 bytes.
Global variables use 904 bytes (44%) of dynamic memory, leaving 1144 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.

38 Arduino/Genuino Uno on COM3
```



UP – nın hal diaqramı





UP – nın hal diaqramı (davamı)

Vericilərlə məlumat mübadiləsi və sürət

BME/BMP280 sensoru

- ✓ *BME/BMP280* tempratur, hündürlük, təzyiq və rütubət sensorudur.
- ✓ *BME/BMP280* sensoru **I2C** iterfeysi ilə mikrokontrollerə qoşulub.
- ✓ Bu interfeysin kommunikasiya sürəti **1000 Hz** – dir.

GY – 91 sensoru

- ✓ *GY – 91* model peykin fəzadakı vəziyyətini (kurs, kren, tanqaj bucaqlarını) ölçən sensordur.
- ✓ *GY – 91* sensoru **I2C** iterfeysi ilə mikrokontrollerə qoşulub.
- ✓ Bu interfeysin kommunikasiya sürəti **1000 Hz** – dir.

Gərginlik sensoru

- ✓ *Gərginlik* sensoru model peykin batareyasındaki gərginliyi ölçən sensordur.
- ✓ *Gərginlik* sensoru **ADC** iterfeysi ilə mikrokontrollerə qoşulub.
- ✓ Bu interfeysin kommunikasiya sürəti **10 kHz** – dir.

Adafruit GPS sensoru

- ✓ *Adafruit GPS* msensoru GPS məlumatlarını almaq üçündür.
- ✓ *Adafruit GPS* sensoru **UART** iterfeysi ilə mikrokontrollerə qoşulub.
- ✓ Bu interfeysin kommunikasiya sürəti **9600 Baud** – dur.



UP – nın hal diaqramı (davamı)

Vericilərlə məlumat mübadiləsi və sürət (davamı)

XBee S2C modulu

- ✓ *XBee S2C modulu YIS – nən kommunikasiya sağlamaya üçündür.*
- ✓ *XBee S2C sensoru UART interfeysi ilə mikrokontrollerə qoşulub.*
- ✓ *Bu interfeysin kommunikasiya sürəti 4800 Baud – dir.*

İki arduino arasında kommunikasiya

- ✓ *Model peykdə iki Arduino NANO olacaq, bunlardan birinci əsas, ikincisi isə köməkçi mikrokontroller olacaq.*
- ✓ *Köməkçi arduino UART interfeysi ilə əsas mikrokontrollerə qoşulub.*
- ✓ *Bu interfeysin kommunikasiya sürəti 19200 Baud – dir.*

SG – 90 Servo modulu

- ✓ *SG – 90 Servo modulu şəkil çekmək və enmə mexanizmi kimi nəzərdə tutulub.*
- ✓ *SG – 90 Servo modulu DAC interfeysi ilə mikrokontrollerə qoşulub.*
- ✓ *Bu interfeysin kommunikasiya sürəti 10 kHz – dir.*



UP – nın hal diaqramı (davamı)

Xəbərləşmələr

UP → YİS

Model peykdən YİS – nə göndərilməsi üçün telemetriya nəzərdə tutulub.

Telemetriyanın standart forması:

AAAA,BBB,CCC,DDD,D,EEEEEE.E,FF,F,GGGG,DD.MM.YYYY.HH:MM:SS,HH.HHHH,II.IIII,J.J,KK,LL.L,MMMM.M,NNNN.N,OOOO.O,

Nümunə:

2253,060,024,320.5,101168.1,32.6,08.7,21.07.2018.02:30:12,40.4092,49.8670,3.9,05,61.3,-203.8,0-40.8,0-39.0,

YİS → UP

YİS – dən peykə göndərilməsi üçün iki əmr (komanda) nəzərdə tutulub. Bunlar şəkil çəkmək və enmə mexanizmini aktiv etmək üçün olan komandalardır.

Göndəriləcək əmr (komanda) nümunəsi:

'1' – Şəkil çək.

'2' – Model peyki sərbəst burax.

Yaddaş bölgüsü

Əsas Arduino NANO-nun istifadə etdiyi yaddaş:

```
Sketch uses 25042 bytes (77%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.  
Global variables use 1253 bytes (61%) of dynamic memory, leaving 795 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

Ikinci Arduino NANO-nun istifadə etdiyi yaddaş:

```
Sketch uses 12736 bytes (39%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.  
Global variables use 686 bytes (33%) of dynamic memory, leaving 1362 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```



UP – nın hazırlanması planı



İHS – nə qədər

Uçuş program təminatının demo versiyasının yazılıması və ilkin testlər. Program təminatının demo versiyasında olan problemlərin analizi.

Bəzi sensor və modulların test edilməsi.

YHS – nə qədər

Uçuş program təminatının tam versiyasının yazılıması. Yarana biləcək bütün problemlərin aradan qaldırılması və YİS ilə kommunikasiyanın təchiz olunması.

Sensor və modulların yekun testlərinin aparılması.

USHS – nə qədər

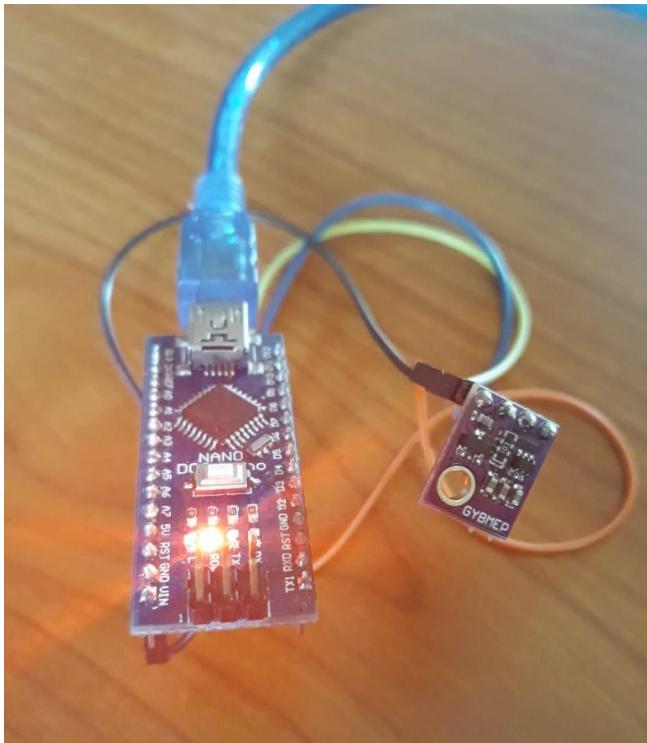
Tamamilə hazır və bütün testlərdən keçmiş bir sistem.



UP –nın hazırlanması planı (davamı)

UP – a aid testlərin həyata keçirilmə metodologiyası

BME/BMP280 sensoru Hündürlük və Təzyiq sensoru kimi testi



Hündürlük sensoru kimi:

```
COM3
hündürlük = 1.01 m
Hündürlük = 1.98 m
Hündürlük = 1.98 m
Hündürlük = 2.11 m
Hündürlük = 2.30 m
Hündürlük = 2.48 m
Hündürlük = 2.64 m
Hündürlük = 2.79 m
Hündürlük = 2.96 m
Hündürlük = 3.02 m
Hündürlük = 3.14 m
Hündürlük = 3.21 m
Hündürlük = 3.31 m
```

Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output

Təzyiq sensoru kimi:

```
COM3
Təzyiq = 100070.10 Pa
Təzyiq = 100071.38 Pa
Təzyiq = 100077.63 Pa
Təzyiq = 100077.47 Pa
Təzyiq = 100075.14 Pa
Təzyiq = 100076.77 Pa
Təzyiq = 100073.38 Pa
Təzyiq = 100075.44 Pa
Təzyiq = 100071.07 Pa
Təzyiq = 100071.13 Pa
Təzyiq = 100073.07 Pa
Təzyiq = 100072.53 Pa
Təzyiq = 100067.75 Pa
```

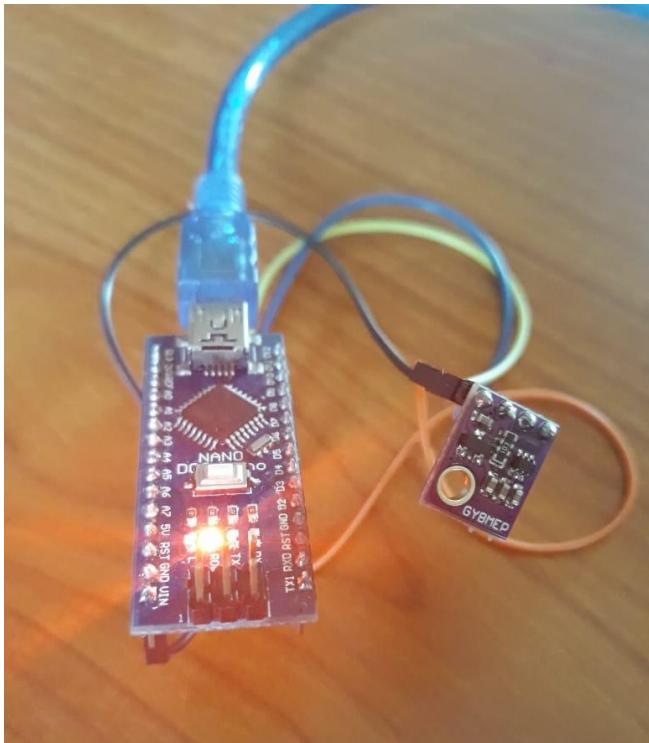
Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output



UP –nın hazırlanması planı (davamı)

UP – a aid testlərin həyata keçirilmə metodologiyası (davamı)

BME/BMP280 sensoru Temperatur və Rütubət sensoru kimi testi



Temperatur sensoru kimi:

```
COM3
Temperatur = 30.08 °C
Temperatur = 30.07 °C
Temperatur = 30.07 °C
Temperatur = 30.07 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.07 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.05 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.05 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.06 °C
Temperatur = 30.05 °C
```

Rütubət sensoru kimi:

```
COM3
Nisbi rütubət = 49.62 %
Nisbi rütubət = 49.65 %
Nisbi rütubət = 49.65 %
Nisbi rütubət = 49.64 %
Nisbi rütubət = 49.62 %
Nisbi rütubət = 49.63 %
Nisbi rütubət = 49.64 %
Nisbi rütubət = 49.65 %
Nisbi rütubət = 49.69 %
Nisbi rütubət = 49.80 %
Nisbi rütubət = 49.79 %
Nisbi rütubət = 49.78 %
Nisbi rütubət = 49.81 %
Nisbi rütubət = 49.82 %
Nisbi rütubət = 49.84 %
Nisbi rütubət = 49.86 %
Nisbi rütubət = 49.89 %
```

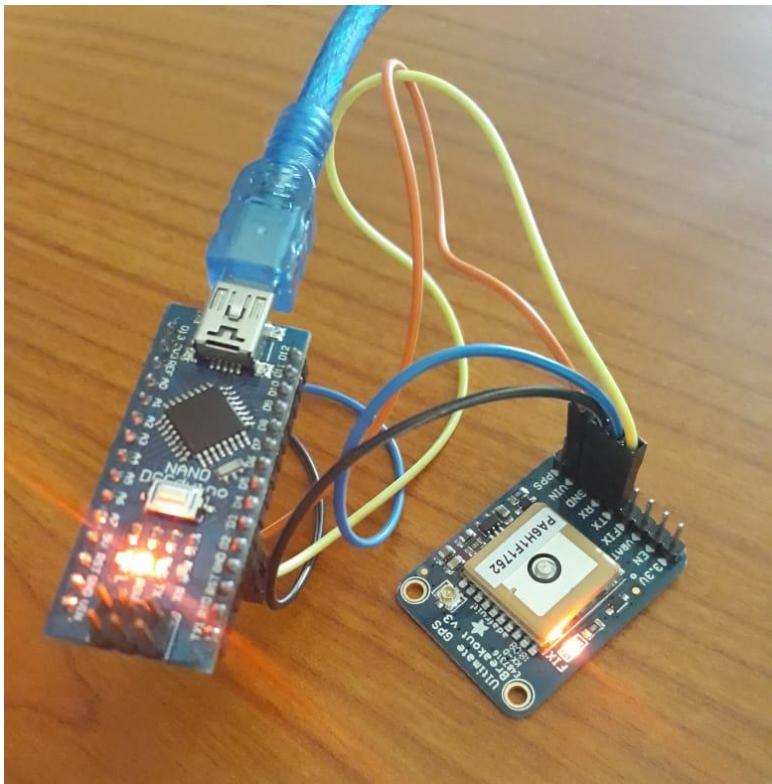


UP –nın hazırlanması planı (davamı)



UP – a aid testlərin həyata keçirilmə metodologiyası (davamı)

Adafruit GPS modulunun testi



Serial portda məlumatların təsviri:

COM3

Send

```
Time: 21:23:51.0
Date: 16/7/2018
Fix: 1 quality: 1
Location: 4026.2609N, 4958.6679E
Location (in degrees, works with Google Maps): 40.4377, 49.9778
Speed (knots): 0.52
Angle: 133.67
Altitude: 158.80
Satellites: 3

Time: 21:23:52.0
Date: 16/7/2018
Fix: 1 quality: 1
Location: 4026.2609N, 4958.6679E
Location (in degrees, works with Google Maps): 40.4377, 49.9778
Speed (knots): 0.46
Angle: 116.57
Altitude: 158.80
Satellites: 3
```

Autoscroll No line ending 115200 baud Clear output



UP –nın hazırlanması planı (davamı)



UP – a aid testlərin həyata keçirilmə metodologiyası (davamı)

Y3000 Kamera modulunun testi

Y3000 ilə çəkilmiş bəzi şəkillər:



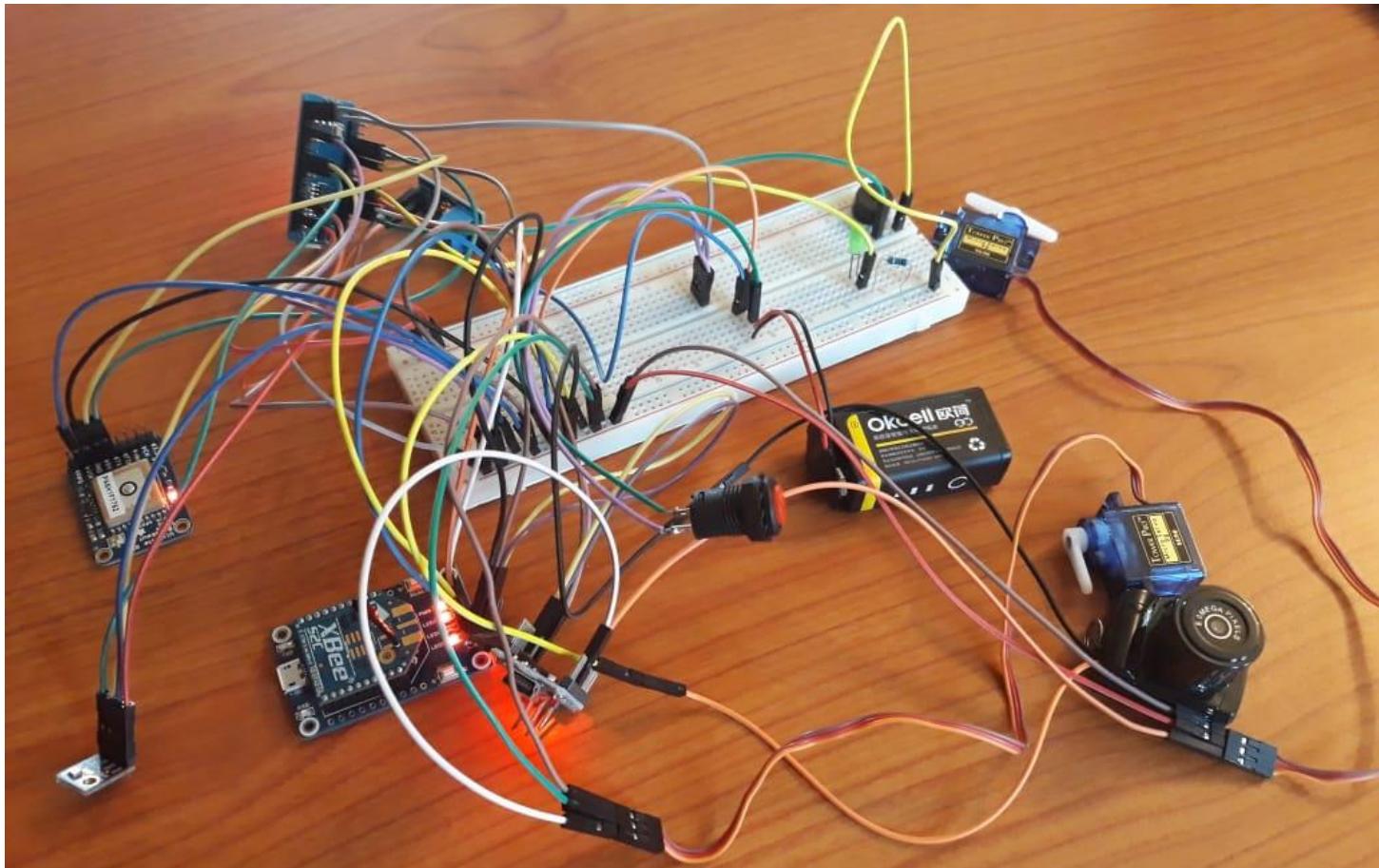


UP –nın hazırlanması planı (davamı)



UP – a aid testlərin həyata keçirilmə metodologiyası (davamı)

Model peykin *breadboard* üzərində görüntüsü

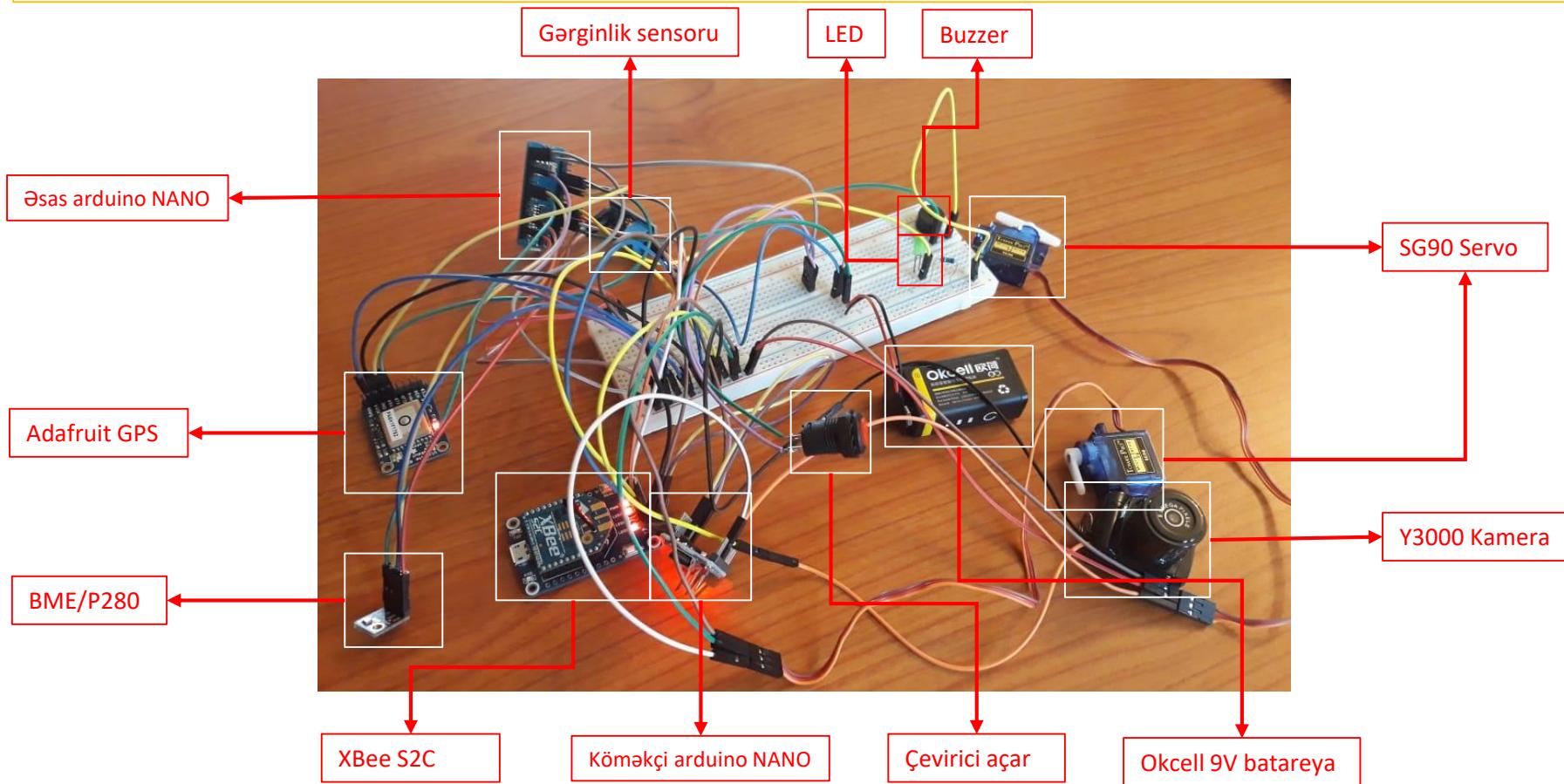




UP –nın hazırlanması planı (davamı)

UP – a aid testlərin həyata keçirilmə metodologiyası (davamı)

Model peykin breadboard üzərində görüntüsü (davamı)





Yerüstü İdarəetmə Sisteminin (YİS) Dizaynı

Əsgərov Kamran



Texniki şərtlər



Tələb ID	Tələbin təsviri	Səbəb
4	Hər bir komanda öz YIS program təminatını fərdi olaraq yazmalıdır.	Müsabiqənin şərti
6	“CanSat”-a icraedici əmrlər yerüstü stansiyadakı XBee radiomodul üzərindən göndərilməlidir.	Müsabiqənin şərti
7	Hər komanda XBee radiomodulu üçün müvafiq NETID istifadə etməlidir.	Müsabiqənin şərti
8	İcraedici əmrlər göndərmək və telemetriya qəbul etmək üçün XBee radiomodullarının yalnız 2.4 GHz tezlikdə işləyən növlərindən istifadə olunmalıdır.	Müsabiqənin şərti
10	XBee radiomodullar ümumi yayım rejimində işlədirilə bilməz.	Müsabiqənin şərti
13	Qəbul edilən bütün telemetrik məlumatlar yerüstü program təminatında göstərilməli və yaddaşa yazılımalıdır.	Müsabiqənin şərti
19	Uçuşdan dərhal sonra toplanan telemetrik məlumatlar *.csv formatda münsiflərə çəkilmiş şəkil(lər)lə birlikdə təqdim olunmalıdır.	Müsabiqənin şərti



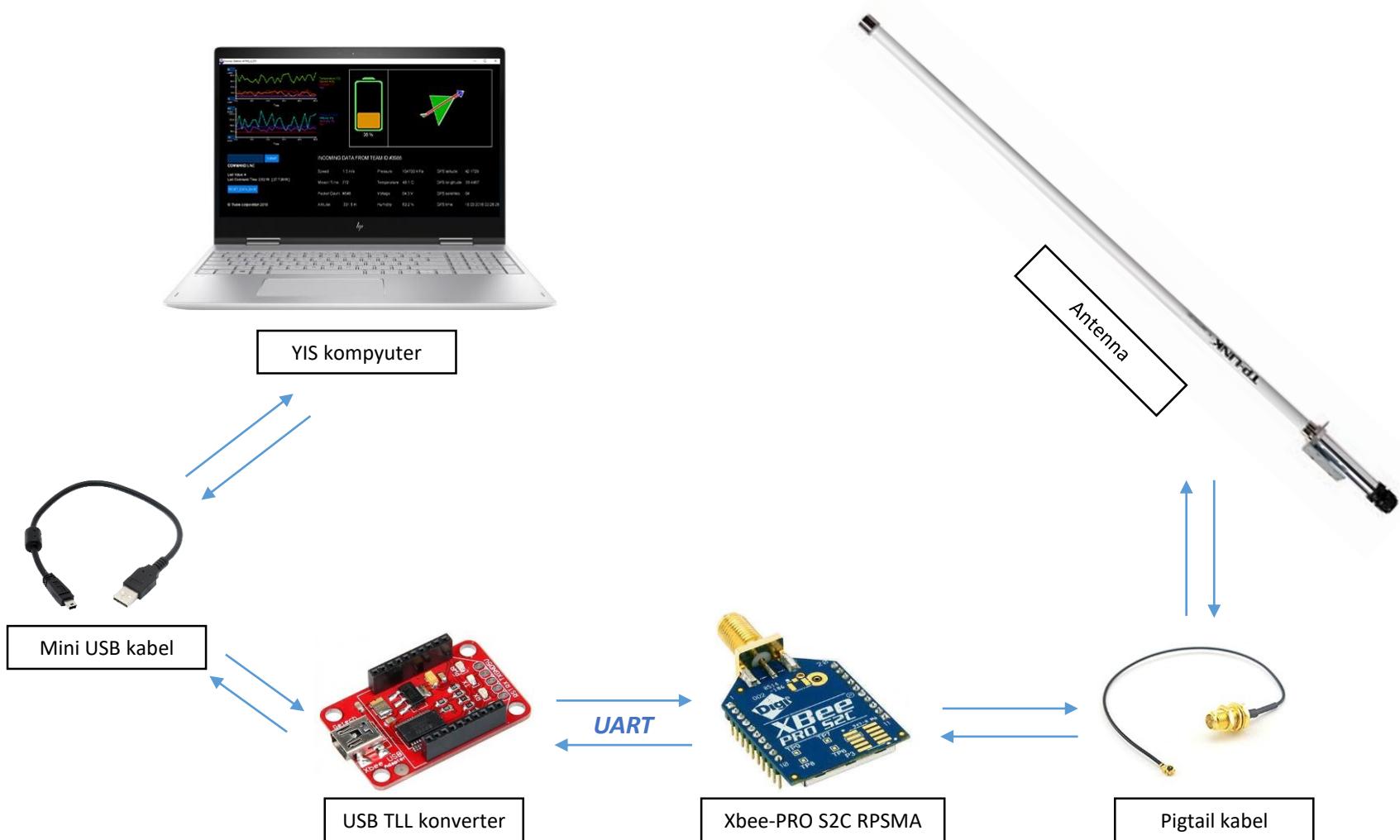
İHS – dən sonrakı dəyişikliklər



İHS – dən sonra YIS – də baş verən yeganə dəyişiklik YIS programında olmuşdur. Belə ki, yeni əlavə tapşırıqla ələqədar olaraq YIS program təminatına yeni bölmələr əlavə edilib və qrafik çəkən program bölməsinin dizaynı dəyişilmişdir.



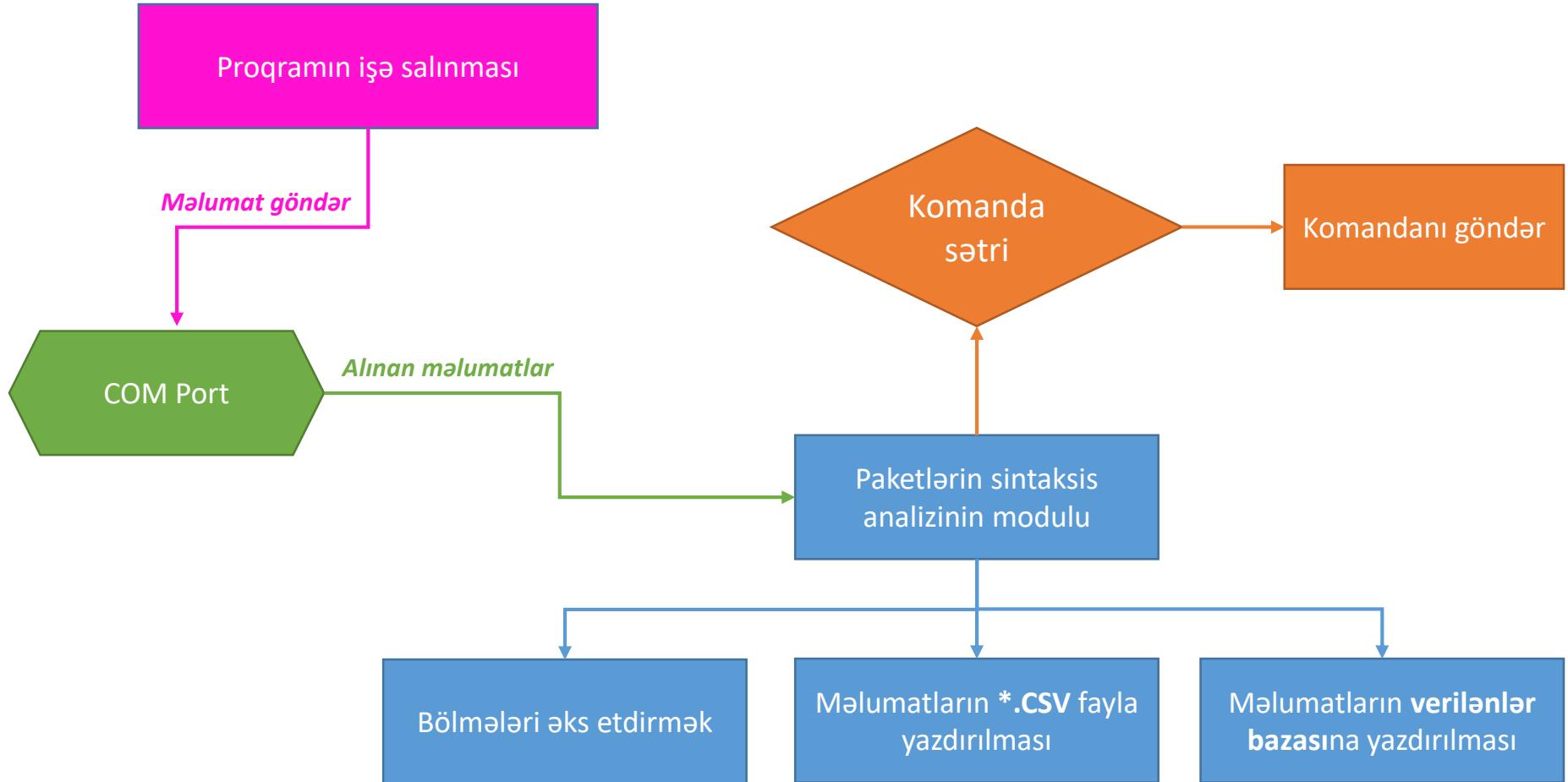
YIS – nə ümumi baxış





YİS – nin dizaynı

YİS – in hal diaqramı





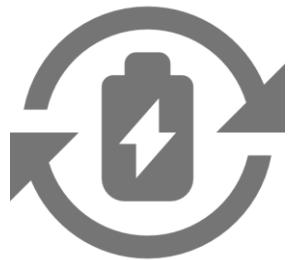
YİS – nin dizaynı (davamı)



Uçuşun Avgust ayında keçiriləcəyini nəzərə alaraq YİS kompyuterini günəş şüası və istidən qorumaq üçün çətir nəzərdə tutulub.



Uçuş zamanı YİS kompyuteri ilə yarana biləcək nasazlıqlardan (avto-yeniləmə kimi) qaçmaq üçün, kompyuterin internetdən tamamilə ayrılmış olması nəzərdə tutulub.



Yarana biləcək problemlər

YİS kompyuteri tam dolu batareya həcmi ilə ən azı **4 saat** çalışma vaxtına malikdir. Hər ehtimala qarşı isə, 2-ci ehtiyat kompyuter nəzərdə tutulub.



YİS kompyuterinin internetdən tamamilə ayrılmış olacağını nəzərə alaraq, program təminatının internetdən asılı olmayacağı şəkildə programlaşdırıldıq.



YHS – in antenası



Model	Gücləndirmə əmsalı	Şüa bucağı	Ölçüsü	Çekisi	Tezlik	Qiymət
TL-ANT2412D	12 dBi	Üfüqi: 360° Şaqlı: 12°	48 x 1200 x 48 mm	0.5 kg	2.4GHz	120.00 AZN

TL-ANT2412D



Antennanın əlavə xarakteristikaları

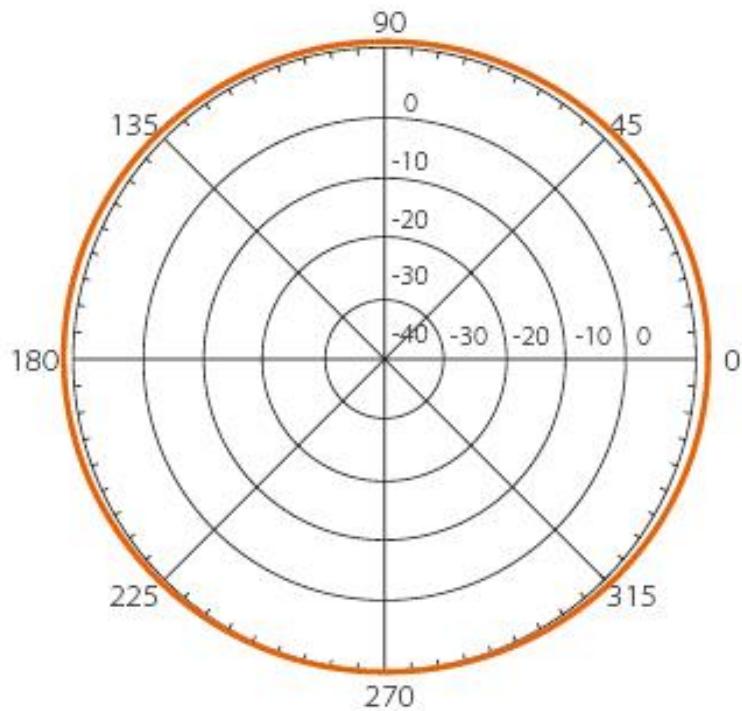
TL-ANT2412D		TL-ANT2412D	
Birləşdirici tipi	N - dişi	İşləyə bildiyi temperatur	-40 ~ 65 °C
Tam müqavimət	50 Om	İşləyə bildiyi rütubət	10 ~ 90 % Kondensasiyazız
Şüalanma	Hər istiqamətə yönələ bilən	Quraşdırma	Qütbli quraşdırılma / Divarüstü quraşdırılma



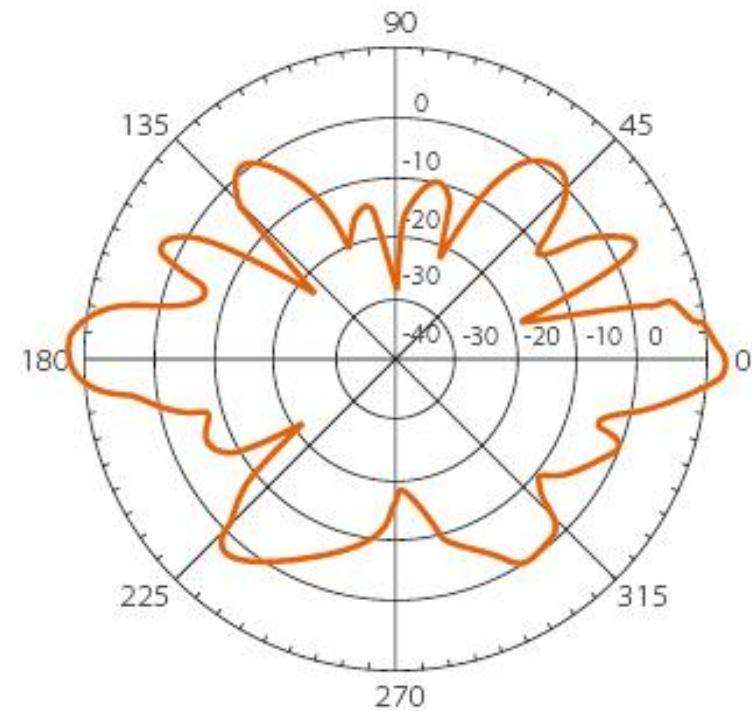
YHS – in antenasi (davamı)

Seçilmiş antennanın üfuqi və şaquli istiqamətdə şüalanma (radiation pattern) diaqramları

Üfugi istiqamətdə şüalanma diaqramı (2450MHz)



Şaquli istiqamətdə şüalanma diaqramı (2450MHz)





YIS – in programi

Programlaşdırma dili və mühiti



Processing 3.3.7

Processing programlaşdırma dili 2001-ci ilin yaz fəslində *Ben Fry* və *Casey Reas* tərəfindən yazılmışdır.

Bu proqlamlaşdırma dili JAVA əsaslı bir dildir. Həmçinin də çox sadə və *Arduino* kimi platformalar ilə uyumludur.



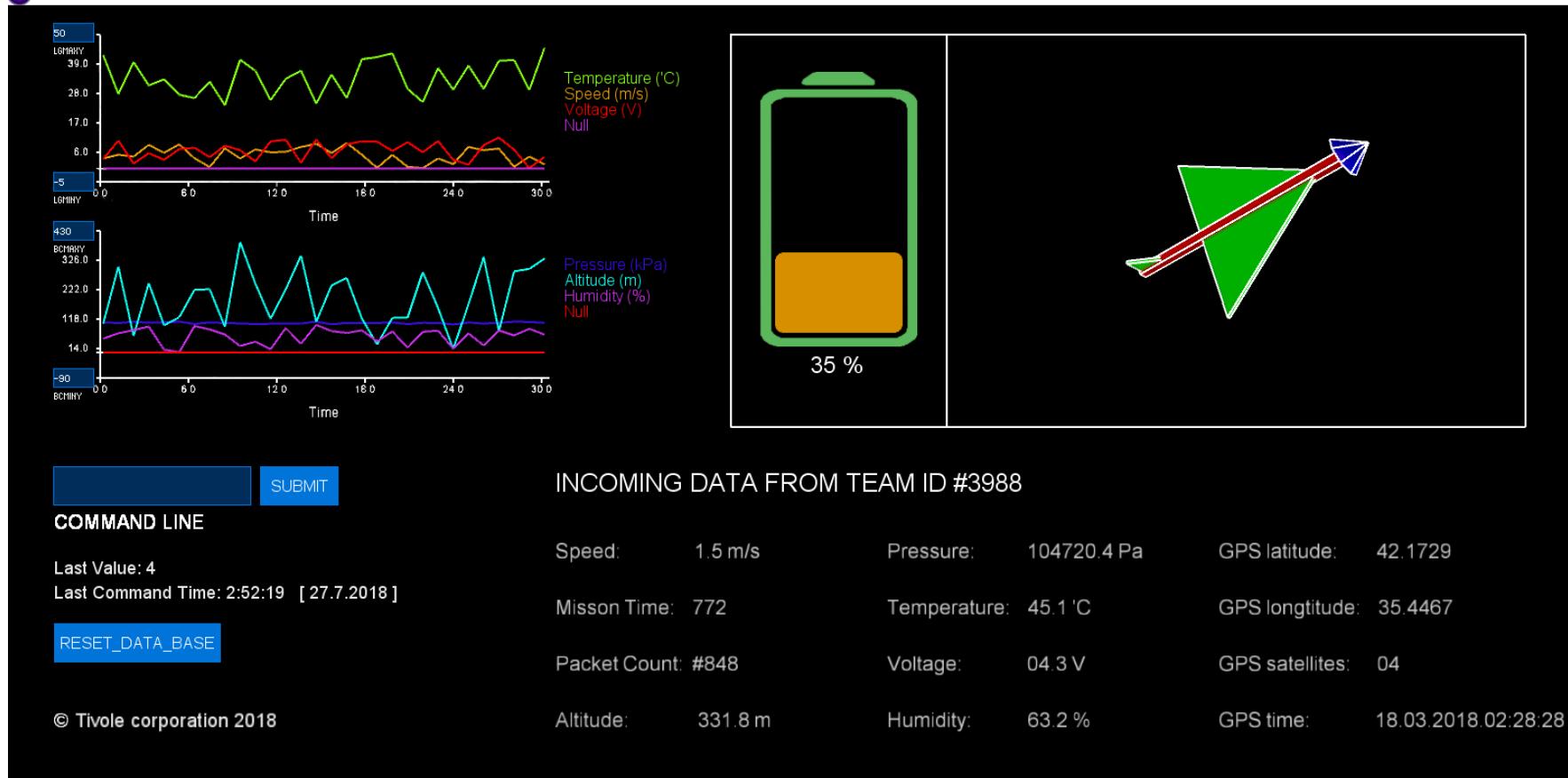
YHS – in programı (davamı)



YHS – in programının dizaynı

Ground Station of MS_U_FO

— □ ×

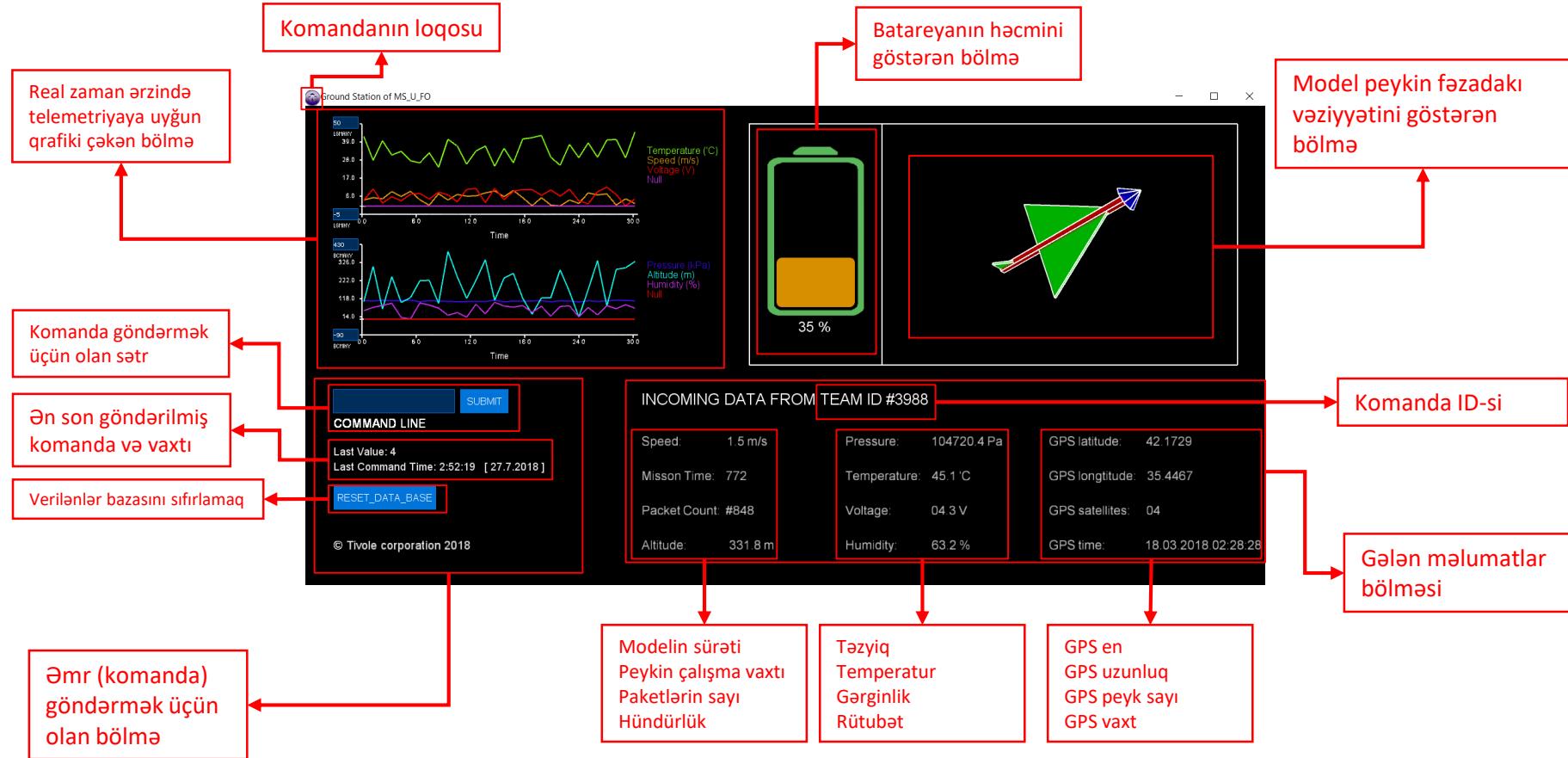


Qeyd: Program təminatında əks edilən göstəricilər rastgələndir.



YHS – in programı (davamı)

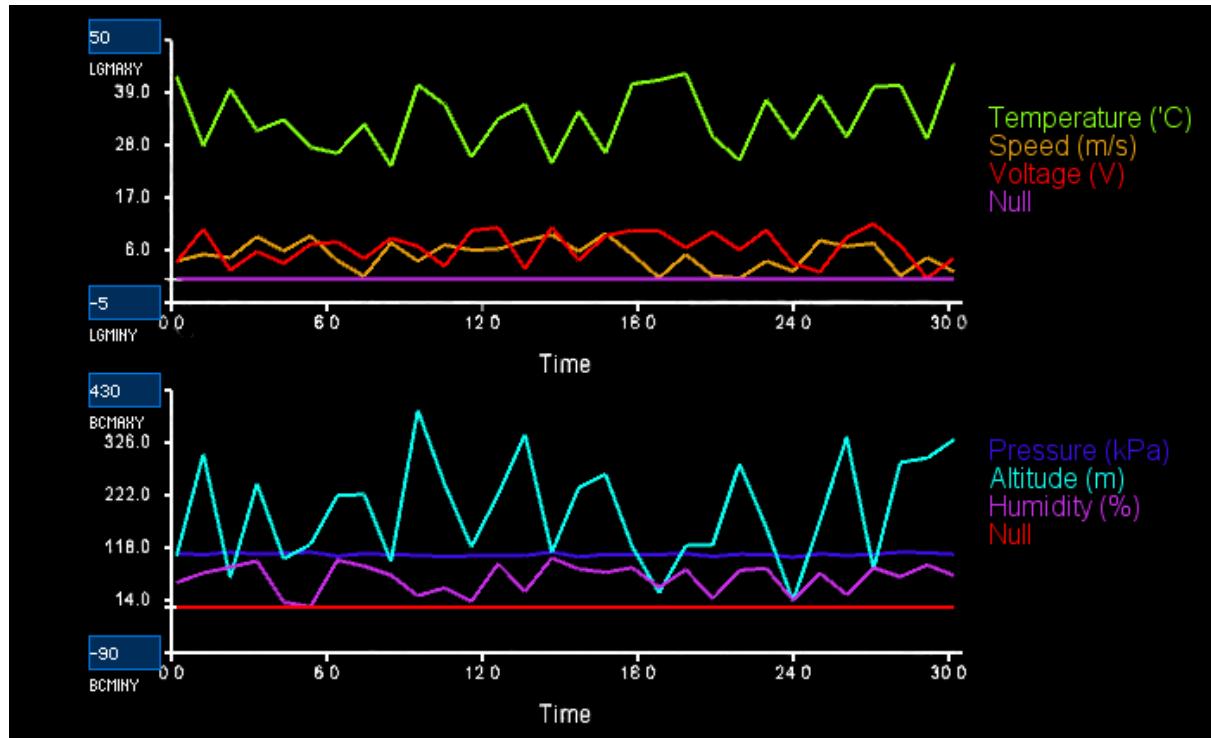
YHS – in programının bölmələri





YIS – in programı (davamı)

Real zaman ərzində telemetriyaya uyğun qrafiki çəkən programın dizaynı



YIS – də real zaman ərzində telemetriyaya uyğun qrafiki çəkmək üçün 2 qrafik çəkən nəzərdə tutulub.

Bunlardan birincisi tərkibində eyni anda 3 qrafiki əks etdirir. Bunlar **temperatur**, **sürət** və **gərginlik** məlumatlarıdır.

İkinci də tərkibində 3 qrafiki eyni anda əks etdirir. Bunlar **təzyiq**, **hündürlük** və **rütubət** məlumatlarıdır.

Qeyd: Qrafiklərdə son 30 saniyədə olan dəyişikliklər təsvir olunur.



YHS – in programı (davamı)



Əmr (command) program interfeysi

COMMAND LINE

Last Value: 4

Last Command Time: 2:52:19 [27.7.2018]

© Tivole corporation 2018

Əmr (command) sətri sayəsində göndərilən komandalar şifrələnmiş şəkildə model peykə göndərilir. Peyk isə komandanı alır-almaz onu yerinə yetirir.

Komandalar az həcmli olsunlar və göndərilməsi asan olsun deyə 1 simvollu olaraq seçilmişlərdir.

Məsələn: **1** – Peyki konteynerdən ayırm. **2** – Şəkil çək və s. Göndərilən komandalar *4800 Baud* ötürülmə sürətində göndəriləcək.

İnterfeysdə həmçinin son göndərilən komanda və həmin komandanın göndərilmə tarixi yazılır.



YHS – in programı (davamı)



YHS – in programı tərəfindən yazılmış *.csv faylın nümunəsi

AutoSave Off

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Tell me what you want to do

Cut Copy Format Painter Paste Clipboard

Font: Calibri 11pt Wrap Text General Conditional Format as Table Normal Neutral Bad Calculation

Font: B I U Alignment Number Styles

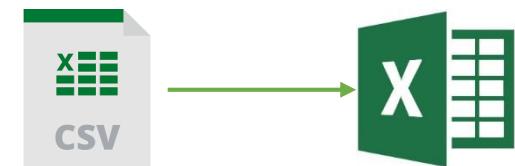
A1 Team Id Mission Tüj Packet Cöi Altitude Pressure Temperati Voltage GPS Time GPS Latitu GPS Longti GPS Satelli Speed Humidity Yaw Pitch Roll

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	Team Id	Mission Tüj	Packet Cöi	Altitude	Pressure	Temperati	Voltage	GPS Time	GPS Latitu	GPS Longti	GPS Satelli	Speed	Humidity	Yaw	Pitch	Roll
2	8808	7	347	58.4	104272.6	24.8	1	06.11.2011	24.1566	43.9562	17	9	50.4	183.6	28.8	85.7
3	7713	689	298	210	102979.1	25.3	7.2	14.02.2011	30.4272	42.1914	13	8.1	85.5	-126.8	-220.4	-28.7
4	7754	827	719	53	103408.6	29.4	1.7	14.05.2011	28.4467	36.701	11	1.2	88.6	154	48.3	-127.5
5	5367	429	116	316.6	106438	22	11.5	18.10.2011	35.3592	34.6088	17	5.5	45.7	218.8	10.1	-156.1
6	6808	819	248	130.1	108962.7	36.4	4.1	22.11.2011	37.7825	35.3411	12	0.5	40.8	-244.8	-152.6	69.3
7	2389	673	716	105.6	100123.2	34.8	6.1	01.08.2011	39.9358	43.3802	18	0	48.6	135.1	22	-3
8	1671	733	301	20.5	105968.1	36.6	2.7	12.03.2011	25.6153	25.2856	9	3.5	90.3	-203.8	-40.8	-39
9	6981	178	666	135.2	104995	38.1	10	07.10.2011	35.1224	42.684	11	3.8	53.1	105.3	213.1	-74.4
10	1706	258	123	38.6	104997	45	11.3	05.07.2011	24.4461	39.9219	17	5.3	22.8	6.5	-153.3	-46.8
11	5482	934	737	154.6	106504.5	44	2.8	10.07.2011	34.3132	35.3397	2	3.4	73.8	150.3	120	-234.2
12	7131	105	263	176.2	106266.5	32.5	6.6	28.11.2011	38.3543	40.7403	17	3	39	-50.1	210.4	197.2
13	4104	729	786	307.2	99000.4	31	5.2	24.04.2011	36.5	32.1449	8	7.1	10.3	-3.5	145	223
14	6737	856	209	259	99930.5	28	7.6	11.11.2011	37.108	26.4442	7	6.1	71.5	129.8	-176.1	-208.8
15	2040	234	397	183.7	107040.4	21.7	9.5	07.05.2011	33.6319	39.2791	17	4.8	65.6	190.5	-199.3	-45.3
16	4852	836	149	13.5	106025.5	29.4	5.4	01.05.2011	27.1718	27.4258	11	5.2	49.5	102.8	-109.5	-50.8
17	8954	857	375	14.8	103641.6	44.5	3.4	06.11.2011	41.1377	40.5197	19	6.8	39.2	148.1	-30.6	-170.8
18	7374	442	86	101	106616.5	42.4	3.5	16.08.2011	40.7553	28.2845	6	3.7	48.8	-219.1	-234.5	-235
19	6125	682	427	303.6	104108.1	27.8	10.4	06.03.2011	40.502	34.7813	10	5.1	68	226.4	-174.4	217.2
20	2242	849	813	58.6	108744.1	39.7	1.8	10.02.2011	25.8744	39.6526	8	4.4	79.3	-167.5	115.7	2.3
21	6489	391	654	245	105415.2	31	5.7	28.09.2011	29.4707	26.1341	7	8.8	91.6	-80.7	96.5	-207.2
22	2446	25	272	96.2	106788.1	33.3	3.2	15.03.2011	42.9634	42.3387	17	5.8	10	-52.7	-111.8	-247.2
23	3852	686	749	124.4	109121.4	27.5	7.2	13.05.2011	43.3108	34.6558	14	9	1.2	12.5	-211.8	153.5
24	2620	53	115	221.1	100996.1	26.3	7.7	13.01.2011	30.2146	35.5256	18	3.8	93.4	16.8	171	2.7
25	5085	116	808	223.8	106605.3	32.4	4.2	20.10.2011	44.9335	36.1831	11	0.5	81.5	-159.5	-39.1	-224.4
26	6649	517	232	90.7	103813	23.6	8.5	11.09.2011	37.4042	41.559	11	7.5	63.4	-100	191.5	-30.8
27	3626	352	233	390.4	103048.7	40.6	6.8	06.11.2011	24.9405	41.7351	5	3.7	22.8	-247	-75.5	50
28	4132	331	261	243.6	100250.5	36.5	2.6	19.04.2011	35.2502	33.583	11	7.1	38.3	-16.1	-179.2	125.7

Yarışmanın şərtlərinə əsasən telemetriyanı YHS – in programı *.csv fayla yazılmalıdır.

Bizim programlaşmış olduğumuz YHS program təminəti bu şərtlərin üstəsindən tamami ilə gəlir.

Əlavə tapşırıq olaraq isə (bu barədə daha ətraflı əlavə tapşırıqlar bölməsində qeyd edilib) eyni telemetriya verilənlər bazasında da qeyd edilir və yaddaşa yazılır.





YHS – in programı (davamı)



YHS program təminatı. Telemetriyanın verilənlər bazasında saxlanması.

MySQL Workbench

Local instance wampmysqld64

File Edit View Query Database Server Tools Scripting Help

Navigator

MANAGEMENT

- Server Status
- Client Connections
- Users and Privileges
- Status and System Variables
- Data Export
- Data Import/Restore

INSTANCE

- Startup / Shutdown
- Server Logs
- Options File

PERFORMANCE

- Dashboard
- Performance Reports
- Performance Schema Setup

SCHEMAS

- mydbtest
- sys
- telemetrydata
 - Tables
 - Views

Information

No object selected

telemetry 1

Query 1 telemetry

1 • SELECT * FROM telemetrydata.telemetry;

Result Grid | Filter Rows: Export: Wrap Cell Content:

TeamID	MissionTime	PacketCount	Altitude	Pressure	Temperature	Voltage	GPSTime	GPSLatitude	GPSLongitude	GPSSatellites	Humidity
7604	5:34	97	80.1	19652.2	25.4	8.5	0:50:26	23.6789	24.2174	7	29.2
8370	18:36	26	9.2	28776.2	40.4	8.3	14:18:35	28.6536	39.8869	15	10.6
4654	11:32	1	132.5	16960.6	29.3	10.4	0:49:5	34.5054	25.8697	6	48.3
4169	11:32	23	290.1	29388.2	33.8	6.1	16:19:56	32.9294	37.1779	9	30
7847	8:25	48	266.1	23257.7	29.1	4.8	20:10:38	27.5325	42.4104	8	48
6718	20:9	88	89.3	23742.7	30.6	7.2	9:31:28	42.5688	39.7417	6	36.4
8981	21:33	6	299	21442.1	25.6	6.3	18:40:55	34.4437	24.4564	2	43.4
1703	19:29	37	128.7	25628.3	32.4	1.7	1:11:18	29.2597	23.8287	9	85.8
2088	11:19	89	49.5	26032.5	21	10.7	13:25:10	36.552	37.3396	11	92.4
4009	15:50	29	118.6	16259.6	33.8	3.5	9:26:31	31.4784	38.4362	0	50.1
1011	8:37	97	263.4	15458.3	35.5	6.6	16:58:19	28.5383	38.6472	19	73.8
9438	12:27	55	41.3	15491.1	36.3	1.5	16:33:26	41.201	29.2803	18	59.8
6610	11:45	57	207	17966.4	40.5	6.8	7:2:14	33.8551	26.1577	6	49.6
4644	0:38	61	234	28226.8	34.5	9.4	17:26:3	30.1645	23.4346	14	83.6
7031	19:27	38	394.1	11604	27.1	1.7	16:20:57	43.3952	29.5856	16	77.5
4072	9:45	94	329.8	21888.1	23.3	4.1	9:37:52	28.6246	26.5687	7	50.6
8141	9:19	98	118	26677.5	21.5	6.4	15:56:5	35.6584	25.902	6	60.3
9012	9:56	82	98.8	24162.6	38.3	9.6	20:9:16	33.3261	44.2552	2	56.4
4494	7:49	83	232.1	13103.8	23.6	10.2	15:19:31	37.542	29.487	5	50.8
9789	14:51	9	149.4	22270.2	36.1	5.7	15:28:1	44.9177	44.6153	14	87.6
3128	13:11	8	195.6	18937.7	25.6	11.8	5:55:11	44.9119	44.2373	5	10.1
9026	19:34	73	371.7	23798.6	39.4	8.6	10:0:14	38.6639	34.2065	14	49
6359	4:58	74	87.7	29241.3	27.8	2.6	11:33:27	30.3306	25.561	10	20
7764	12:39	64	360.3	29799.8	27.6	7.3	17:27:45	38.2551	33.2086	5	38.6
5116	2:1	45	258.8	11927.4	30.3	11.1	20:29:32	38.7009	31.3516	9	39.4
6201	9:53	74	373.1	14874.1	38.1	10.3	11:41:34	34.4945	36.3466	15	16.1
7612	15:49	27	75	27177.2	38.7	11.7	7:41:57	37.1882	40.9658	13	66.1

Read Only

YHS program təminatında telemetriya qəbul olunur-olunmaz **verilənlər bazasına** yazılır. Həmçinin program təminatında verilənlər bazasını sıfırlamaq üçün də funksiya əlavə edilmişdir.

Verilənlər bazası kimi **MySQL Workbench** - lokal hosting seçilmişdir.





YHS – in programı (davamı)

YHS program təminatında istifadə edilən kitabxanalar, modullar və program paketləri.

```
import processing.serial.*;
import de.bezier.data.sql.*;
import controlP5.*;
import java.awt.Frame;
import java.awt.BorderLayout;
```

- 1) *Processing.serial* - Processing programlaşdırma dilinin üstündə gələn bir kitabxanadır.
- 2) *Sql-library* - Processing programlaşdırma dilinin üstündə gələn bir kitabxanadır.
- 3) *controlP5* - Andreas Schlegel tərəfindən yazılmış açıq mənbə kodlu bir kitabxanadır.
- 4) *Java.awt* - Java programlaşdırma dilinin açıq mənbə kodlu kitabxanasıdır

Qeyd: istifadə edilən kitabxanaların heç biri kommersiya tərkibli kitabxana deyildir. Əlavə olaraq bir çox modul və lazımlı kiçik kitabxanalar komandanın programçısı tərəfindən yazılmışdır.



Əlavə Tapşırıq

Əsgərov Kamran



Əlavə tapşırığın izahı

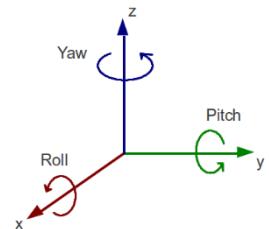
Əlavə tapşırıq bölümünə ümumi baxış

Seçilmiş olan əlavə tapşırıqlar:

1) Model peykin ətrafındaki mühitin cari rütubəti ölçülüb telemetriyaya əlavə ediləcək.



2) Model peykin fəzadakı vəziyyətini ölçmək. Bunun üçün akselerometr və giroskopdan istifadə ediləcək. Akselerometr və giroskopdan alınan X, Y, Z dəyərləri ilə isə kurs (yaw), kren (pitch) və tanqaj (roll) məlumatı hesablanacaq və telemetriyaya əlavə ediləcək.



3) YIS – də qəbul edilən telemetriya verilənlər bazasında saxlanacaq.



4) Peykdə ki telemetrik məlumatlar yaddaş kartına yazılmacaq.





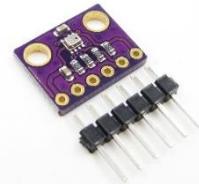
Əlavə tapşırığın izahı (davamı)

Rütubət sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə

Sensorun adı	Ölçmə aralığı	Gərginlik aralığı	Dəqiqlik	Ölçüsü	Çekisi	Gçio	Qiyməti
BME/BMP280	0 ~ 100 %	1.71 ~ 3.6 V	±2 %	2.5 x 2.0 x 0.95 mm	1.8 qr	SPI, I2S	5.10 AZN



BME/BMP280 sensoru

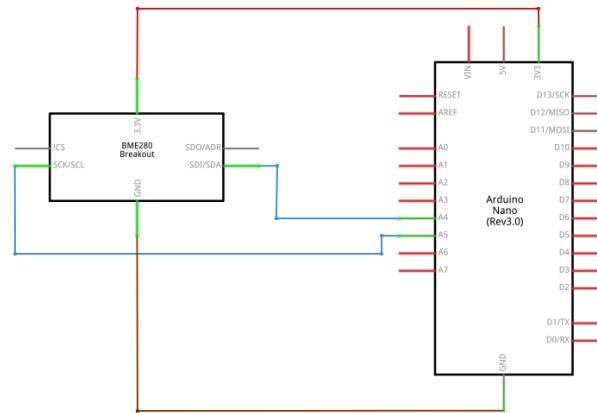


BME/BMP280 sensorunun ümumi quruluşu

BME/BMP280

- ✓ Qiyməti uyğundur
- ✓ Kiçik ölçü və yüngül çəkiyə sahibdir

Prinsipial sxemdə BMP/BME280 sensorunun mikrokontrollerə qoşulma qaydası:





Əlavə tapşırığın izahı (davamı)

Rütubət sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə (davamı)

BMP/BME280 sensorunun işləməsi üçün lazımlı olan program:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BME280.h>

Adafruit_BME280 bme;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    if (!bme.begin()) {
        Serial.println("XƏTA! BME280 sensoru tapılmadı!");
        while (1);
    }
}

void loop() {
    Serial.print("Nisbi rütubət = ");
    Serial.print(bme.readHumidity());
    Serial.println(" %");
    delay(1000);
}
```

Done uploading.
Sketch uses 7632 bytes (24%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 518 bytes (25%) of dynamic memory, leaving 1536 bytes free.

BME/BMP280 sensoru üçün istifadə edilən kitabxanalar:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
```

Qeyd: Hər iki kitabaxana açıq istifadə mənbə kodludur.

Serial portda məlumatların təsviri:

```
Nisbi rütubət = 49.62 %
Nisbi rütubət = 49.65 %
Nisbi rütubət = 49.65 %
Nisbi rütubət = 49.64 %
Nisbi rütubət = 49.62 %
Nisbi rütubət = 49.63 %
Nisbi rütubət = 49.64 %
Nisbi rütubət = 49.65 %
Nisbi rütubət = 49.69 %
Nisbi rütubət = 49.80 %
Nisbi rütubət = 49.79 %
Nisbi rütubət = 49.78 %
Nisbi rütubət = 49.81 %
Nisbi rütubət = 49.82 %
Nisbi rütubət = 49.84 %
Nisbi rütubət = 49.86 %
Nisbi rütubət = 49.89 %
```

Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output



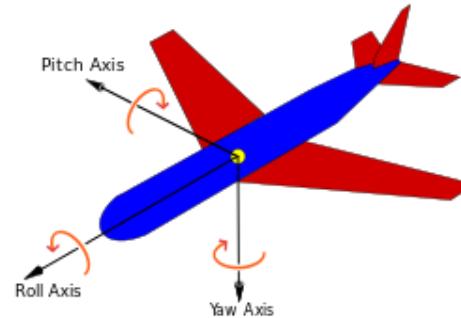
Əlavə tapşırığın izahı (davamı)

Akselerometr və qiroskop sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə

Sensorun adı	Qiroskop aralığı	Akselerometr aralığı	Gərginlik aralığı	Dəqiqlik	Ölçüsü	Çekisi	Gçio	Qiyməti
GY - 91	$\pm 250, 500, 1000, 2000 \text{ } ^\circ/\text{s}$	$\pm 24816\text{g}$	3.0 ~ 5.0V	$\pm 1\%$	14.3 x 20.5 x 2.54 mm	5 qr	I2C, SPI	8.50 AZN

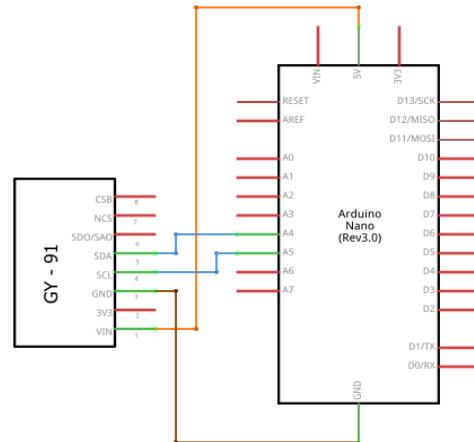


GY - 91



- ✓ Qiyməti uyğundur
- ✓ Kiçik ölçü və yüngül çekiyə sahibdir

Prinsipial sxemdə GY91 sensorunun mikrokontrollerə qoşulma qaydası:





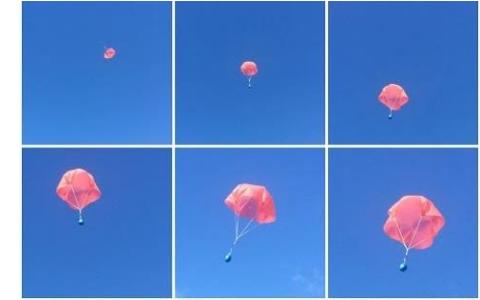
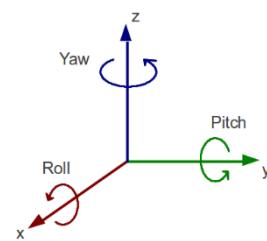
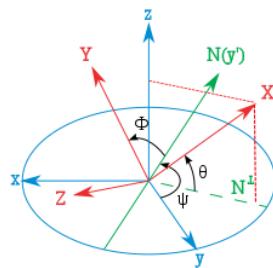
Əlavə tapşırığın izahı (davamı)

Akselerometr və giroskop sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə (davamı)

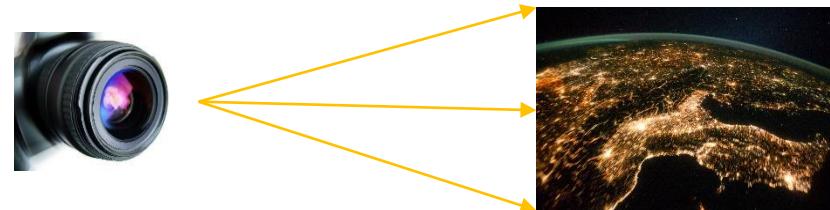


Model peykin saniyə bə saniyə fəzadakı vəziyyətini bilmək böyük üstünlükdür.

Bu sayədə, model peykin paraşutunun nəqədər stabil eniş etdiyinidə bilmək mümkün olacaq. Məsələn: silkələnmənin nə qədər çox olduğundan xəbərdar olacayıq ki, bu da seçilmiş paraşütün havada nə qədər stabil düşüb-düşmədiyinin göstəricisidir.



Başqa bir üstünlüyü isə çekiləcək olan şəkillə bağlıdır. Məsələn: model peykin fəzadakı vəziyyətindən və silkələnmənin tezliyindən şəkilin bulanıq çıxıb-çıxmayağın öncədən biləcəyik. Bunun nəticəsində şəkinin bulanıq çıxmاسının (əgər bulanıq çıxarsa) səbəbini aydın bir şəkildə, əlavə məlumatlar ilə birlikdə göstərə biləcəyik. Eyni zamanda şəkinin hansı istiqamətdə çəkildiyini də bilmək olacaq.



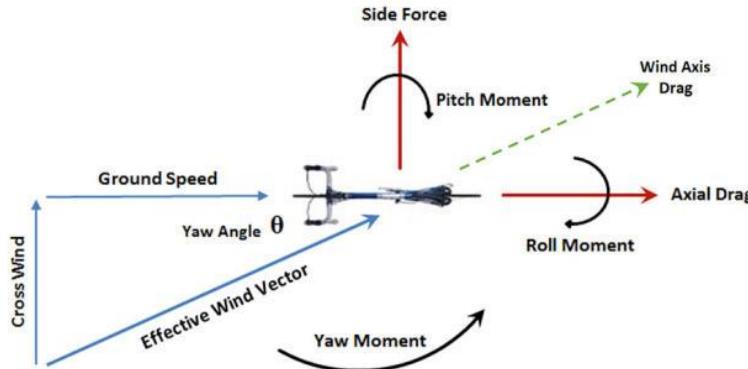


Əlavə tapşırığın izahı (davamı)

Akselerometr və giroskop sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə (davamı)



Havanın model peykin yerə nisbətən olan hündürlüyündə nə qədər küləkli olduğunu da nisbətən bilmək olacaq. Məsələn: 300 m hündürlükdə model peyk 40 dərəcə şimal tərəfə əyildi. Bu həmin hündürlükdə şimal istiqamətində külək olduğu mənasına gəlir. Bildiyiniz kimi külək siqnal itirmələrinə səbəb ola bilər. Və əgər biz bu məlumatı aldığımız paketdən sonrakı paketi itirərsək, paket itkisinin səbəbini də bu yolla öyrənmiş olacayıq.



Etdiyimiz əlavə tapşırığın məqsəd və əhəmiyyətini anlatmaq üçün bəzi nümunələr gətirdik. Amma təbii ki, reallıqda vəziyyət fərqli də ola bilər.



Əlavə tapşırığın izahı (davamı)

Akselerometr və giroskop sensorunun seçiminin əsaslandırılması və xülasə (davamı)

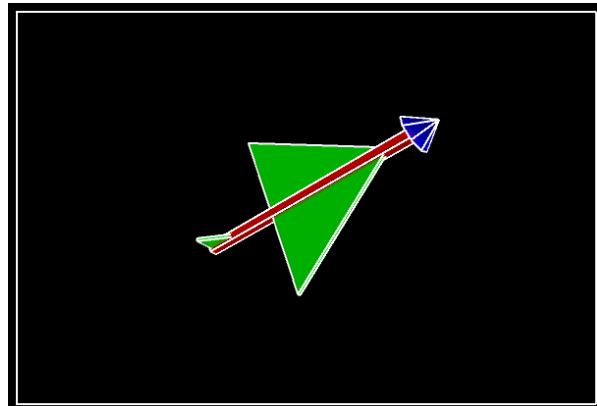


Bu əlavə tapşırığın reallaşması üçün ikinci Arduino NANO – nun işlədilməsi qərarına gəlinib. Bizi buna vadər edən səbəblər:

- Arduino NANO – nun yaddaşının az olması. İki arduino NANO ilə bu ədəd 64 kB – a yüksəlir ki, bunu qanayətbaşş saymaq olar.
- Həm BME/BMP280 sensoru, həm də bu əlavə tapşırıq üçün lazım olan GY91 sensoru I2C interfeysi ilə işləyir. Arduino NANO da isə I2C interfeys sayı birə barabərdir. Amma iki arduino NANO ilə bu ədəd 2 – yə yüksəlir ki, bu əlavə tapşırıq üçün kifayətdir.

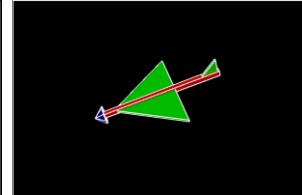
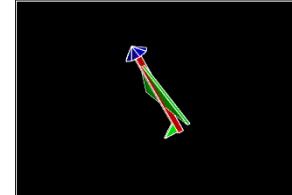
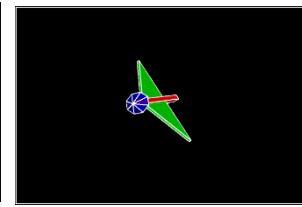
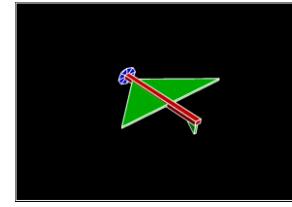
Qeyd: bu iki arduino NANO bir-biri ilə UART interfeysi sayəsində naqillər vasitəsi ilə əlaqə saxlayacaq. (Bax: KVI bölməsinə ümumi baxış)

YHS – ə model peykin fəzadakı vəziyyətini əks etdirən bölmə əlavə edilmişdir



Bu bölmədə əks edilən model, model peykin fəzadakı vəziyyətini əks etdirir.

Qeyd: model nümunəvidir.





Əlavə tapşırığın izahı (davamı)

Verilənlər bazası

Əlavə tapşırıq olaraq YIS program təminatında əks edilən bütün telemetriya məlumatlarının Verilənlər Bazasına yazılmayı nəzərdə tutulub.

Verilənlər bazasının nümunəsi:

TeamID	MissionTime	PacketCount	Altitude	Pressure	Temperature	Voltage	GPSTime	GPSLatitude	GPSLongitude	GPSSatellites	Humidity
7604	5:34	97	80.1	19652.2	25.4	8.5	0:50:26	23.6789	24.2174	7	29.2
8370	18:36	26	9.2	28776.2	40.4	8.3	14:18:35	28.6536	39.8869	15	10.6
4654	11:32	1	132.5	16960.6	29.3	10.4	0:49:5	34.5054	25.8697	6	48.3
4169	11:32	23	290.1	29388.2	33.8	6.1	16:19:56	32.9294	37.1779	9	30
7847	8:25	48	266.1	23257.7	29.1	4.8	20:10:38	27.5325	42.4104	8	48
6718	20:9	88	89.3	23742.7	30.6	7.2	9:31:28	42.5688	39.7417	6	36.4
8981	21:33	6	299	21442.1	25.6	6.3	18:40:55	34.4437	24.4564	2	43.4
1703	19:29	37	128.7	25628.3	32.4	1.7	1:11:18	29.2597	23.8287	9	85.8
2088	11:19	89	49.5	26032.5	21	10.7	13:25:10	36.552	37.3396	11	92.4
4009	15:50	29	118.6	16259.6	33.8	3.5	9:26:31	31.4784	38.4362	0	50.1
1011	8:37	97	263.4	15458.3	35.5	6.6	16:58:19	28.5383	38.6472	19	73.8
9438	12:27	55	41.3	15491.1	36.3	1.5	16:33:26	41.201	29.2803	18	59.8
6610	11:45	57	207	17966.4	40.5	6.8	7:2:14	33.8551	26.1577	6	49.6
4644	0:38	61	234	28226.8	34.5	9.4	17:26:3	30.1645	23.4346	14	83.6
7031	19:27	38	394.1	11604	27.1	1.7	16:20:57	43.3952	29.5856	16	77.5
4072	9:45	94	329.8	21888.1	23.3	4.1	9:37:52	28.6246	26.5687	7	50.6
8141	9:19	98	118	26677.5	21.5	6.4	15:56:5	35.6584	25.902	6	60.3
9012	9:56	82	98.8	24162.6	38.3	9.6	20:9:16	33.3261	44.2552	2	56.4
4494	7:49	83	232.1	13103.8	23.6	10.2	15:19:31	37.542	29.487	5	50.8
9789	14:51	9	149.4	22270.2	36.1	5.7	15:28:1	44.9177	44.6153	14	87.6
3128	13:11	8	195.6	18937.7	25.6	11.8	5:55:11	44.9119	44.2373	5	10.1
9026	19:34	73	371.7	23798.6	39.4	8.6	10:0:14	38.6639	34.2065	14	49
6359	4:58	74	87.7	29241.3	27.8	2.6	11:33:27	30.3306	25.561	10	20
7764	12:39	64	360.3	29799.8	27.6	7.3	17:27:45	38.2551	33.2086	5	38.6
5116	2:1	45	258.8	11927.4	30.3	11.1	20:29:32	38.7009	31.3516	9	39.4
6201	9:53	74	373.1	14874.1	38.1	10.3	11:41:34	34.4945	36.3466	15	16.1
7612	15:49	27	75	27127.2	38.2	11.7	7:41:57	37.1882	40.9658	13	66.1
3630	20:58	44	129.2	21638.4	22	1.1	8:27:56	23.9328	44.2035	3	35.4
4977	18:7	57	327	29379.8	30.3	1.2	14:31:17	23.572	37.1065	5	54.5
3700	14:21	84	305	15667.4	30	10.4	6:23:25	25.126	40.1273	6	53
5280	1:8	95	120	16643.6	31.1	8.8	1:20:56	32.6381	30.4136	8	57.8
7351	4:49	74	179.2	14482.2	39.6	3.1	12:22:35	24.4057	40.8753	1	16.7
5924	4:55	26	135.1	12470.6	32.4	7.5	15:55:52	40.3081	24.4403	4	35.3

YIS program təminatında telemetriya qəbul olunur-olunmaz **verilənlər bazasına** yazılır. Həmçinin program təminatında verilənlər bazasını sıfırlamaq üçün də funksiya əlavə edilmişdir.

Verilənlər bazası kimi **MySQL Workbench lokal hosting** seçilmişdir.

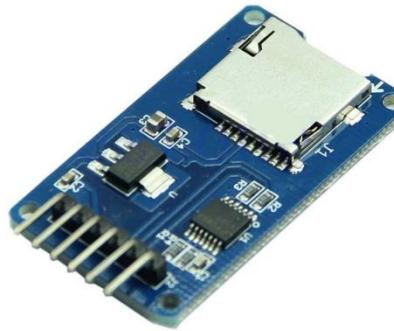
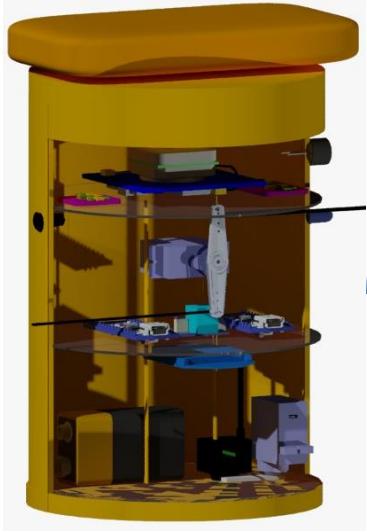
Bu əlavə tapşırığın da bir çox üstünlüyü var. Bu üstünlük'lər nümunə kimi onu göstərə bilərik ki, məsələn: uçuş zamanı YIS – də hər hansı bir problem yaranarsa qəbul edilən telemetriya tələf ola bilər. Lakin verilənlər bazası ilə biz həmişə özümüzü sığortalamış olacaq. Və yaxud da, hansısa səbəbdən YIS – dəki kompyuterləri dəyişəsi olsaq yenə də verilənlər bazası sayəsində telemetriya məlumatlarda heçbir itki olmayıcaq.





Əlavə tapşırığın izahı (davamı)

Telemetrik məlumatlarının yaddaş kartına yazılması



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182
183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208
209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234
235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260

Peykdə qəbul edilən bütün telemetrik məlumatlar yaddaş kartına yazılaçq. Bunun səbəbi kimi uçuş sonrasında hansı telemetrik məlumatların itiriləib, hansılarınsa qəbul edildiyini biləcəyimizi göstərə bilərik.

Başqa bir səbəbi isə, komandamızın telemetrik məlumatların göndərilməsi zamanı hər hansıa uğursuzluq zamanı (telemetriyanın 60% - dan çoxunun itirilməsi) USHS – də ən azından yaddaş kartına yazılı olan telemetrik məlumatlara sahib olacaq və USHS – nə yazmalı nəisə olacaq.



Əlavə tapşırığın izahı

Əlavə tapşırığın müsbət və mənfi tərəfləri

Rütubət sensorunun əlavə olunması

Model peykin etrafındaki mühitin cari rütubəti məlumatına sahib olacaq

Telemetriya daha da uzandığından göndərmək və qəbul etmək çətinləşəcək

Akselerometr və giroskop sensorunun əlavə olunması

Model peykin fəzadakı vəziyyəti məlumatlarına sahib olacaq

Uçuş zamanı baş verə biləcək bir çox halın səbəbini açıqlamamıza yardımçı olacaq

Batareyanın enerji sərfiyatına təsir edəcək (modul 5V gərginlik tələb edir)

Telemetriya daha da uzandığından göndərmək və qəbul etmək çətinləşəcək

Verilənlər bazasının əlavə olunması

YİS – də yarana biləcəl hər hansı məlumat itkisindən sığortalanmış olacaq

Uçuş zamanı kompyuterin dəyişdirilməsi məlumatların itkisinə səbəb olmayacaq

Telemetrik məlumatların yaddaşa yazılması

Telemetriyanın analizi və saxlanılması baxımından faydalıdır



Testlər və Alınmış Nəticələr

Əsgərov Kamran



Testlərin həyata keçirilməsi (davamı)

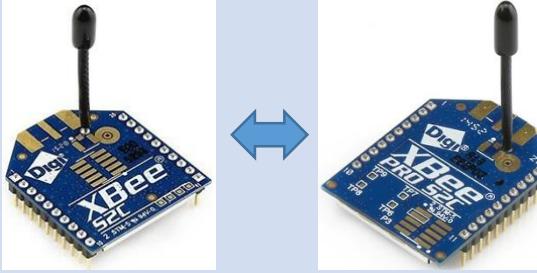
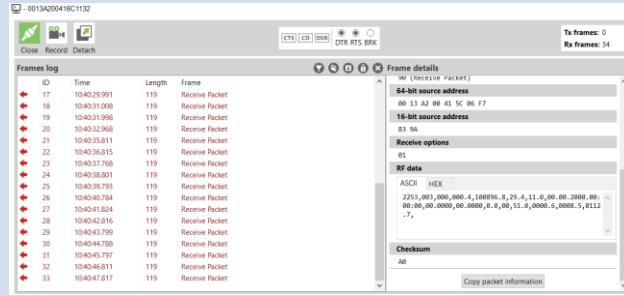
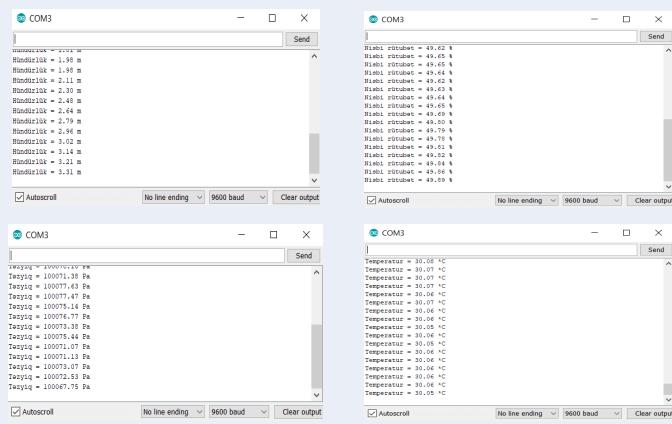


Test	Testin Təsviri	Tələb ID(lər)	Nəticə
1	<p>Paraşütün enmə sürəti testləri. Paraşütün yüksək hündürlükdən buraxılıb enmə zamanı və sürətinin hesablanması.</p> 	1, 21	UĞURLU
2	<p>Kamera modulunun testi. Ölçmə həssaslığı və şəkillərin keyfiyyət testi.</p> 	17	UĞURLU



Testlərin həyata keçirilməsi (davamı)



Test	Testin Təsviri	Tələb ID(lər)	Nəticə
3	<p>Xbee radiomudulların qısa məsafəli ötürmə testi. Hər iki Xbee – də whip antenna ilə testlər.</p>  	7, 8, 9, 10, 11	ÜĞURLU
4	<p>BME/BMP280 sensorunun testi.</p>  	13, 22	ÜĞURLU



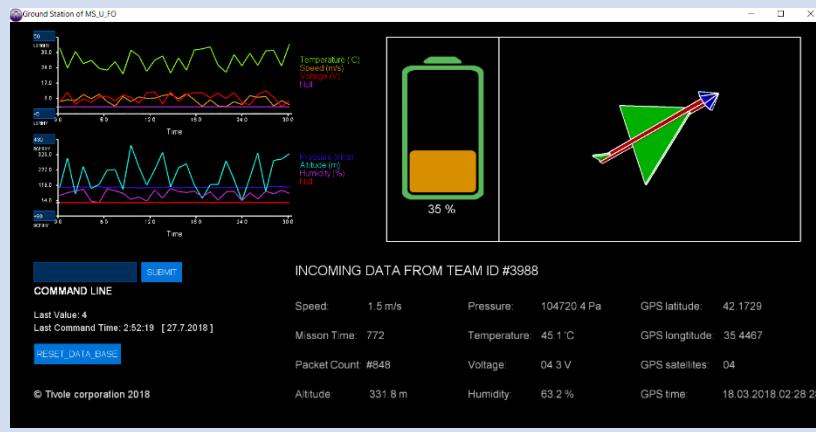
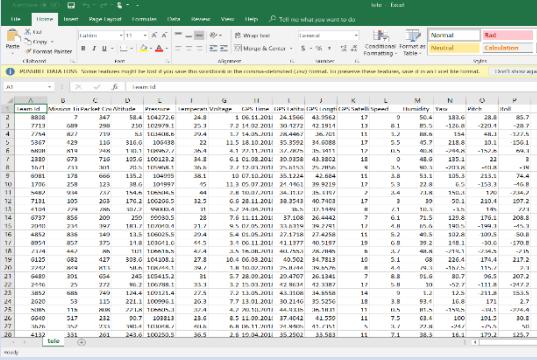
Testlərin həyata keçirilməsi (davamı)

Test	Testin Təsviri					Tələb ID(lər)	Nəticə	
5	Ölçü və çəki testləri. Hərbi sensorun dəqiq tərəzi tərəfindən çəkilmiş çəkisi və müsabiqənin şərtlərinə uyğunluğu.						2, 3	UGURLU
	 Arduino NANO	 Gərginlik sensoru	 Xbee S2C	 SG90 Servo	 Xbee adapter			



Testlərin həyata keçirilməsi (davamı)

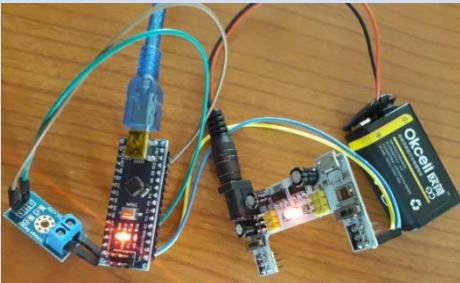
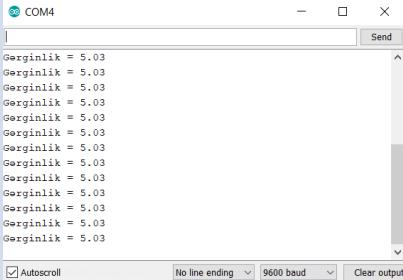
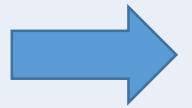
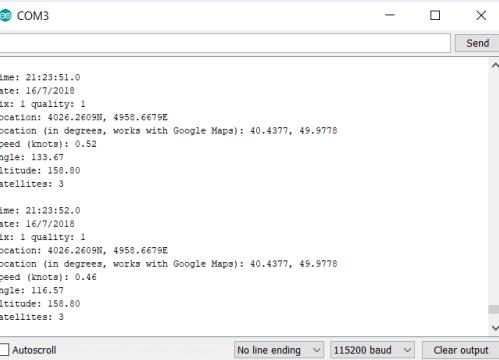


Test	Testin Təsviri	Tələb ID(lər)	Nəticə
6	<p>YIS testləri. Radio modul tərəfindən məlumatlar qəbul edildikdən sonra həmən məlumatların YIS – də təsviri.</p>    	4, 6, 13, 18, 19	ÜĞURLU



Testlərin həyata keçirilməsi (davamı)

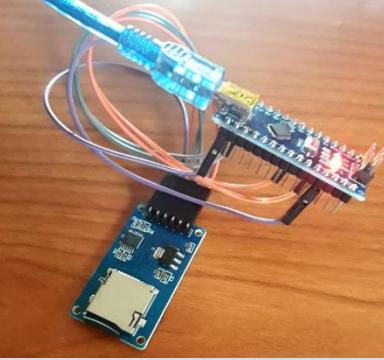
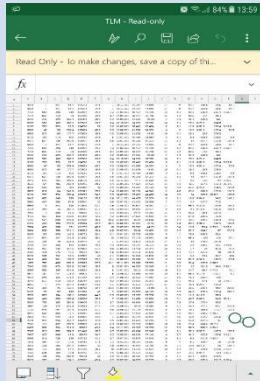
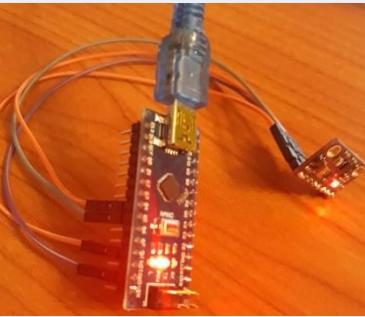
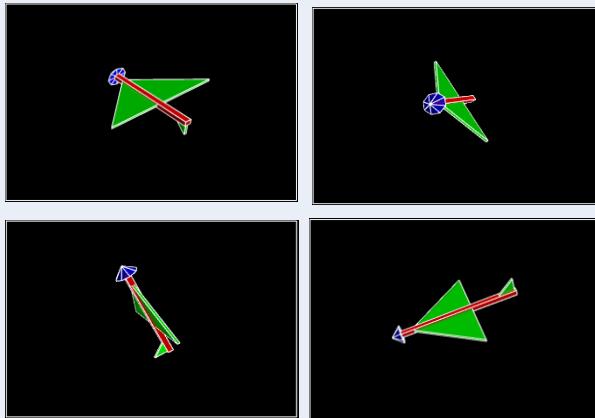


Test	Testin Təsviri	Tələb ID(lər)	Nəticə
7	Gərginlik sensorunun testi. 	 	13, 22 UĞURLU
8	GPS modulunun testi. Ölçmə dəqiqliyinin testləri. 	 	13, 22 UĞURLU



Testlərin həyata keçirilməsi (davamı)



Test	Testin Təsviri	Tələb ID(lər)	Nəticə
7	<p>SD kart modulunun testi. (Əlavə tapşırıq)</p>  <p>→</p> 		UĞURLU
8	<p>GY-91 modulunun testləri. (Əlavə tapşırıq)</p>  <p>→</p> 		UĞURLU



Testlərin həyata keçirilməsi (davamı)



Test	Testin Təsviri	Tələb ID(lər)	Nəticə
9	Xbee uzun məsafəli ötürmə testi. YİS – də olan Xbee – nin əsas YİS antennası ilə uzun məsafəli testlər. Beləki uzun məsafəli YİS antennası ilə keçirtdiyimiz testlər uğursuz olmuş, və uzun məsafəyə telemetriya ötürürlə bilməmişdir.	7, 8, 9, 10, 11	UGURSUZ
10	Model peykin korpusunun dayanıqlılığı testi. Bu testi etmə şansımız olmamışdır. Beləki, model peykimiz hələki tam hazır vəziyyətdə deyildir.	2, 3, 21	
11	Buzzerin səsinin yüksəkliyi testi. Buzzer arduino NANO ilə test edilmişdir və buzzerin səsinin yüksəkliyi qiymətləndirilmişdir. Hesab edirik ki, səsinin yüksəkliyi qənaətbəxşdir.	14, 20	UGURLU
12	Model peykin elektronikasının ümumilikdə breadboard üzərində işləyəbilməsi testi. Model peyki breadboard üzərində test edilmişdir. Beləki model peykin bütün sensorları əsas elektronik dövrənin quruluşunda ki, kimi qurulmuş və nəcə işlədiyi test edilmişdir. Bu isə peykin özünün işləməsi ilə eyni mənənəti daşıyır.	7, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 22	UGURLU



Planlaşdırma və Maliyyə

Payızov Emin



Planlaşdırma

Mexanika bölməsi

Edilmiş işlər

- ✓ Paraşüt komanda tərəfindən tikilib və test edilib
- ✓ Model peykin təsvirləri edilmişdir
- ✓ Peyk korpusu üçün müxtəlif testlər keçirilib

Ediləcək işlər

- Peykin korpusunun yekunu

Elektronika bölməsi

Edilmiş işlər

- ✓ Hər bir modul ayrılıqda test edilib
- ✓ Peykin elektronik prinsipial sxemi tam dəqiq çəkilib
- ✓ Peykin elektronik "skeleti" hazırlıdır

Ediləcək işlər

Programlaşdırma bölməsi

Edilmiş işlər

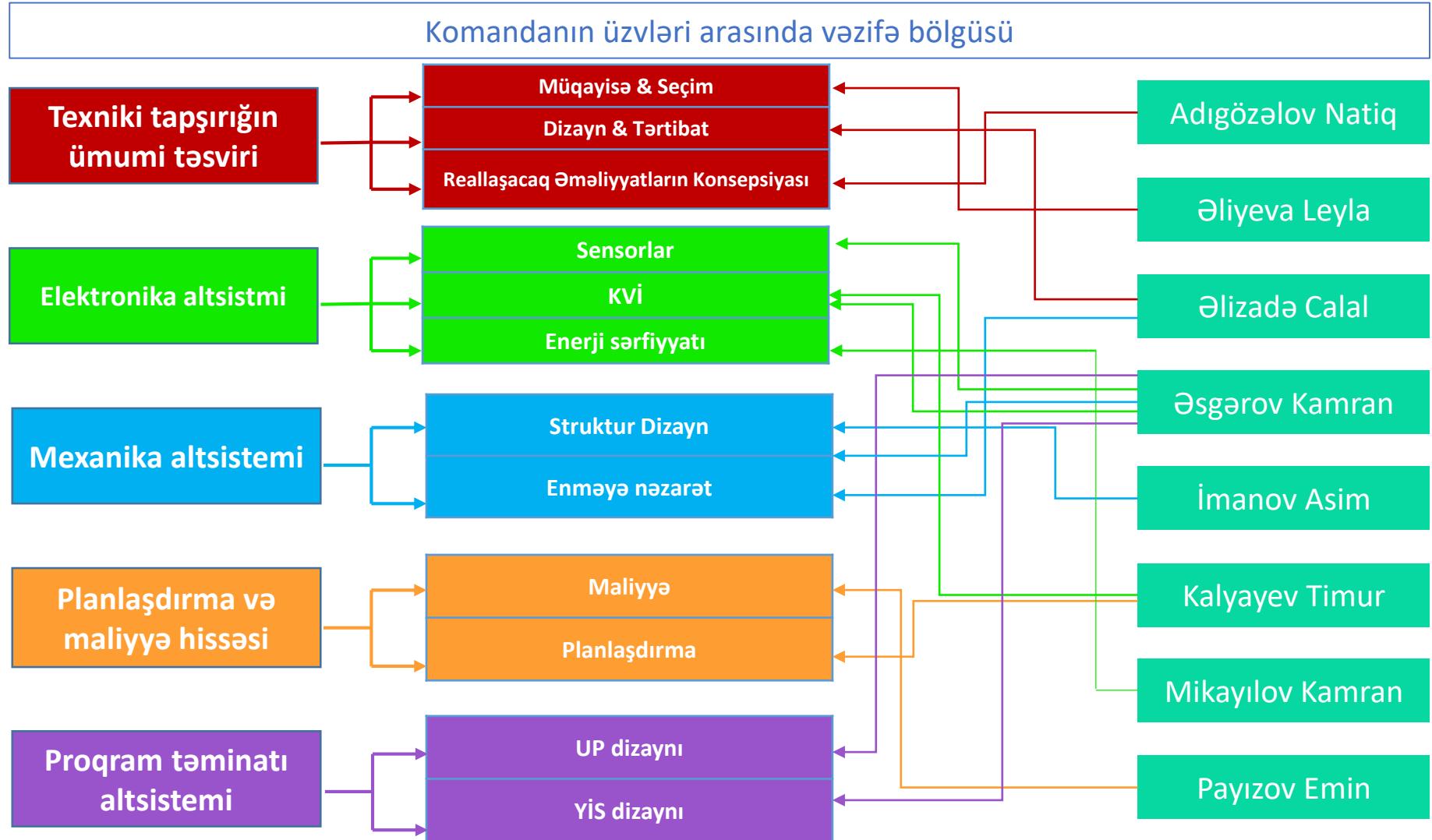
- ✓ YIS program təminatı tam hazırlıdır
- ✓ Peykin proqramlaşdırılmasını böyük hissəsi tamamlanıb

Ediləcək işlər

- Peykin proramlaşdırılmasının tamamən bitirmək



Planlaşdırma (davamı)





Maliyyə

Mexanika bölməsi. Çəkilən xərclər.

Komponent	Qiymət
Konteyner (FiberGlass)	3.00 AZN
Korpus (FiberGlass)	3.00 AZN
FiberGlass üçün eboksid yapışdırıcı	7.00 AZN
Konteyneri drona birləşdirmək üçün saxlayıcı	0.20 AZN
Paraşutun materiyalı	9.00 AZN
Paraşütü peykə birləşdirəcək olan iplər	1.00 AZN
TOPLAM	23.20 AZN



Maliyyə (davamı)



Elektronika bölməsi. Çekilən xərclər.

Komponent	Qiymət
XBee S2C	52.68 AZN
Arduino NANO x2	5.06 AZN x2
Y3000 Kamera	37.39 AZN
SG – 90 Servo x2	2.53 AZN x2
BMP/BME280	5.10 AZN
Gərginlik Sensoru	0.85 AZN
Buzzer QSI-1410	0.50 AZN
LED	0.20 AZN
Çevirici açar	1.50 AZN
Məftillər	5 AZN
GY - 91	8.50 AZN
Adafruit GPS	67.98 AZN
Okcell 9V Batareya	12 AZN
Xbee adapter	23.78 AZN
SD kart modulu	1.68 AZN
TOPLAM	232.34 AZN



Maliyyə (davamı)

Ümumilikdə CanSat + Konteyner çəkilən xərclər

Bölmə	Məbləğ
Mexanika	23.20 AZN
Elektronika	232.34 AZN
TOPLAM	255.54 AZN

Mövcud maliyyə dəstəyi haqqında məlumat

Komandamıza təhsil aldığımız universitet tərəfindən 900 AZN məbləğində maliyyə dəstəyi verilmişdir. Bu dəstək üçün M. V. Lomonosov adına Moskva Dövlət Universitetinin Bakı filialına ayrıca təşəkkürlərimizi bildiririk.

Qeyd etmək lazımdır ki, CanSatın yekun dəyərinin 255.54 AZN olmasına baxmayaraq, biz əlavə testlər və YIS üçün də xərclər çəkmişik. Və bu xərclərin toplam yekunu 900 AZN təşkil edir.



Tələblərə Uyğunluq

Əsgərov Kamran



Tələblərə uyğunluğun təqdimatı



#	Tələb	Cari Status	Slaydlar	Qeyd
1	Modelin və konteynerin ümumi kütləsi maksimum 500 qrama qədər olmalıdır.	TM	20, 21	50 qram ehtiyatımız var.
2	Model silindr (200 x 120 mm) formalı konteynerə yerləşə bilən formada olmalıdır.	TM	12, 18	Modelimizi 120 x 200 mm ölçülərində silindirə yerləşəcək ölçülərdə dizayn etdik.
3	Model peyk 400 metr hündürlükdə avtomatik olaraq konteynerdən ayrılib missiyani yerinə yetirməyə başlamalı və 1-2 dəqiqə intervalında yerə enməlidir.	TM	25	Hesablamalarımızı tamamən bu aralığa görə aparmışıq.
4	Hər bir komanda öz YİS program təminatını fərdi olaraq yazmalıdır.	TM	85 - 92	İxtisasımızın programlaşdırma olduğunu nəzərə alsaq, YİS program təminatını özümüz yazmasaq olmazdı.
5	Yekun "CanSat"-ın (konteyner və modelin) dəyəri 1000 AZN-dək olmalıdır.	TM	115, 116, 117	"CanSat"-ın dəyəri 253.86 AZN təşkil edir.
6	Hər komanda XBee radiomodulu üçün müvafiq NETID istifadə etməlidir.	TM	56	Bizim PANID/NETID komandamızın ID-nə əsaslanaraq 2253 götürülmüşdür.



Tələblərə uyğunluğun təqdimatı (davamı)



#	Tələb	Cari Status	Slaydlar	Qeyd
7	İcraedici əmrlər göndərmək və telemetriya qəbul etmək üçün Xbee radiomodullarının yalnız 2.4 GHz tezlikdə işləyən növlərindən istifadə olunmalıdır.	TM	55	Seçdiyimiz Xbee modelləri (S2C və S2C PRO) hər ikisi 2.4 GHz tezlikdə işləyir.
8	Telemetriya saniyədə 1 dəfə olmaqla (1Hz) yerüstü stansiyaya göndərilməlidir.	TM	56	
9	XBee radiomodullar ümumi yayım rejimində işlədirə bilməz.	TM	56	Xbee radiomodulları peer-to-peer rejimində işlədirəcək.
10	Telemetriya YIS – ya <Komanda İD-si>, <Peykin çalışma vaxtı>, <Paketləri sayı>, <Hündürlük>, <Təzyiq>, <Temperatur>, <Gərginlik>, <GPS vaxt>, <GPS-dən gələn coğrafi en>, <GPS-dən gələn coğrafi uzunluq>, <Modelin sürəti>, <GPS peyk sayı>, [<Əlavə göstəricilər>] formasında göndərilməlidir.	TM	57, 58, 59	Telemetriyamız məhz bu formadadır.
11	Pirotexniki, tezalışan və köpük əsaslı materiallardan, ətraf aləmə və insan sağlamlığına zərər törədəcək maddələrdən istifadə etmək qadağandır.	TM	18, 19	Peykin materiallarının seçimi zamanı bu cür materiallardan qəçilmişdir.



Tələblərə uyğunluğun təqdimatı (davamı)



#	Tələb	Cari Status	Slaydlar	Qeyd
12	Qəbul edilən bütün telemetrik məlumatlar yerüstü program təminatında göstərilməli və yaddaşa yazılımalıdır.	TM	86, 87, 88, 89, 90	YIS program təminatımız bu texniki tələblərə cavab verəcək şəkildə proqramlaşdırılıb.
13	Model konteynerin daxilində olarkən işə salına bilməsi üçün aclar, işləməsini göstərən işq (LED) və ya səs siqnali (Buzzer, Speaker) ilə təmin olunmalıdır.	TM	17, 29, 76	Model peyk lazımlı olan aclar və LED ilə təmin olunub.
14	Modeldə istifadə ediləcək batareyalar metal örtükdə olmalıdır və modelin gövdəsinə möhkəm şəkildə bağlanmalıdır.	NT		Bu texniki tələbin qarşılanması yönündə işlər gedir.
15	Çəkilən şəklin ayırdetməsi minimum 480x480 piksel olmalıdır.	TM	41, 42	Kamera modelimizin ayırdetmə həssaslığı texniki tələblərə uyğundur.
16	Model peyk yüksəklik haqqındaki məlumatı Yerdən qalxdığı andan etibarən Yerə enənədək ölçmək və real zaman ərzində yerüstü stansiyaya göndərmək məcburiyyətindədir.	TM	66	Bu texniki şərtidə hesaba qataraq UP – nın hal diaqramı çəkilmişdir.



Tələblərə uyğunluğun təqdimatı (davamı)



#	Tələb	Cari Status	Slaydlar	Qeyd
17	Uçuşdan dərhal sonra toplanan telemetrik məlumatlar *.csv formatda münsiflərə çəkilmiş şəkil(lər)lə birlikdə təqdim olunmalıdır.	TM	90	YİS program təminatı telemetriya məlumatları alınır-alınmaz *.csv formatında olan fayla əlavə edir.
18	Peyk eniş etdikdən sonra buzzer işə düşməlidir.	TM	17, 29, 76	Bu tələb məqsədi ilə model peykə buzzer əlavə olunub.
19	Peyk təhlükəsiz eniş etməlidir. Və faydalı yük zərər almamalıdır.	TM	25, 26	Nəzəriyyə baxımından peyk təhlükəsiz eniş etməlidir, bunun üçün müvafiq hesablamalar aparmışdır.
20	Model peyk havanın temperaturu, təzyiqi, batareyadakı gərginliyi, modelin şaquli istiqamətdəki düşmə sürətini və GPS qəbuledicinin göstəriciləri (koordinat, görünüşdə olan peyk sayı, UTC standartı ilə cari zaman) kimi telemetrik məlumatları konteynerdən ayrıldığı andan etibarən ölçmək və real zaman ərzində yerüstü stansiyaya göndərmək məcbutiyyətindədir.	TM	33 – 43, 55	Model peyk bütün bu məlumatları ölçüb və göndərmək üçün hər bir modul və sensor ilə təmin olunub.



SON