

Patrick Vanouplines
ARCDP vzw / TLS
3 november 2017

HET ONTVANGEN VAN WEERSONDES

Door het beestje gebeten

Vlaamse volleyballers schieten bal 33 km de ruimte in

Vier volleybalspelers van Knack Roeselare hebben met een volledig zelfgeknutseld ruimtescheepje een volleybal 33 kilometer hoog de ruimte ingestuurd. Ze volgden het hele gebeuren met een camera. "Vijf weken voorbereiding voor een filmpje van 5 minuten. Maar wat een kick!"

De Morgen – 26 februari 2016



Vijf minuten in een notendop



It's still recording!

<https://www.youtube.com/watch?v=S7qZLDA9x0&feature=youtu.be>

Four men and a balloon



Stijn Dejonckheere



Hendrik Tuerlinckx



Ruben Van Hirtum



Matthijs Verhanneman



Verstekeling aan boord ?



Arduino ?
Sensoren?
Link met Mr. X ?

Connecties met KMI ?



Luchtfoto's vanaf een weerballon

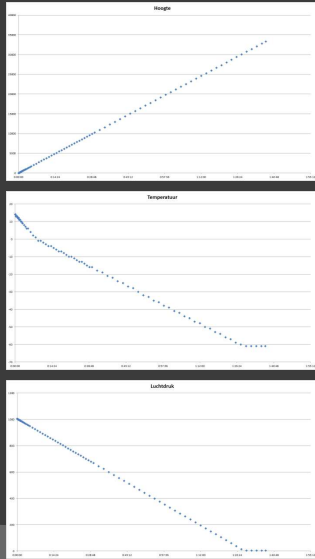
- Het KMI verleende op donderdag 27 mei 2010 haar medewerking aan het project van Martijn Debever en Kasper Verfaillie, ...



De dingen een naam geven, maar wat is een HAB?

- HAB = High Altitude Balloon
 - hierna weerballon genoemd
- We betreden een regio van de aarde die we 'bijna-ruimte' noemen (E. 'near space')
- Opmerkelijk:
 - veelzijdig (E. 'multiskilled')
 - zonder enorme budgetten
 - zonder toelatingen van allerlei regionale, nationale en internationale ministeries, departementen en agentschappen
 - wel een toelating en een melding nodig, en liefst ook een verzekering

Ik ga naar de stratosfeer en ik neem mee ...

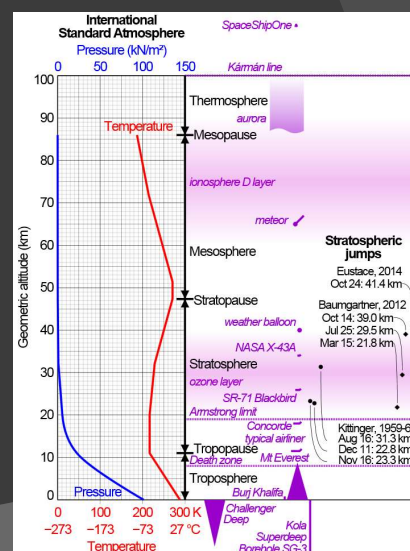


- Camera's
- Arduino
- GPS
- Sensoren voor het meten van:
 - temperatuur, luchtdruk, luchtvochtigheid
 - kosmische deeltjes (Geigerteller)
- Voorwerpen als vlaggetjes, foto's, ...
- ...

Atmosfeer



- Hemelkoepel wordt donker
- Je kan overdag maan, planeten en sterren zien en fotograferen
- Kosmische straling neemt toe (te meten met Geigerteller)



Benodigd budget (indicatie)

Balloon and Payload Train				
Item	Distributor	Cost per Unit	Quantity	Total Cost
600 gram Latex Balloon	Scientific Sales	\$58.00	1	\$58.00
6 ft. Diameter Parachute	The Rocketman	\$50.00	1	\$50.00
Radar Reflector	Davis Instruments	\$29.99	1	\$29.99
SPOT Gen3 Tracker	REI	\$150.00	1	\$150.00
PowerShot A2600	Canon	\$129.99	1	\$129.99
Styrofoam Cooler	Ace Hardware	\$6.50	1	\$6.50
1/8 in. x 48 ft. Nylon Cord	Home Depot	\$3.92	1	\$3.92
1-1/2 in. Key Ring	Home Depot	\$0.97	10	\$9.70
3/4 in. x 12 ft. Velcro Roll	Home Depot	\$9.27	1	\$9.27
			Total:	\$447.37
Launch Materials				
Item	Distributor	Cost per Unit	Quantity	Total Cost
Type-K Helium Bottle	Praxair	\$100.00	1	\$100.00
580 CGA Tank Valve	Grainger	\$29.60	1	\$29.60
5/8 in. x 20 ft. Vinyl Tubing	Home Depot	\$3.83	1	\$3.83
1-3/4 in. Hose Clamp	Home Depot	\$0.98	2	\$1.96
Disposable Latex Gloves	Home Depot	\$5.97	1	\$5.97
12 in. Crescent Wrench	Home Depot	\$19.97	1	\$19.97
3.75 in. Scissors	Home Depot	\$6.97	1	\$6.97
50 ct. 7 in. Cable Ties	Home Depot	\$4.99	1	\$4.99
			Total:	\$173.29
		Grand Total:		\$620.66

Administratieve aspecten

Aanvraagformulier inzake mobiliteit
 Directie Luchtvaart, Luchtmobiel en Vervoer
 Luchtmobiel en Vervoer
 Voorzorgsmiddel: 01210-0000
 0121743115
 Fax: 0121743115
 BCM Aanvraagformulier (p. 1)

DIRECTORAT-GENERAAL LUCHTVAART
OPLATEN VAN EEN STRATOSFEERBALLON
 Toelatingsaanvraag

AANVRAGER
 Naam: _____ Voornaam: _____
 Straat: _____
 Postcode: _____ Gemeente: _____
 Telefoon: _____ Fax: _____

LOOPLAATS EN PERIODE VAN LOSSE
 Straat: _____ Nummer: _____
 Postcode: _____ Gemeente: _____
 Coördinaten: _____
 Datum: _____ (Uitdrukkelijk)
 Dierendaal van de ballon: _____
 Maaktale vliegtoegang: _____
 Gewenste vliegtoegang: _____

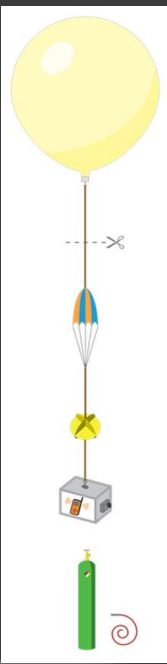
KENMERKEN VAN DE STRATOSFEERBALLON

Verzekering:
nodig omdat de parachute dienst
kan weigeren en ... de weerballon is
niet te sturen ...



Lijst met aan Belgocontrol mee te
delen karakteristieken van de ballon:
https://www.belgocontrol.be/opersite/eaip/eaip_Next/html/eaip/EB-ENR-1.1-en-GB.html

Onderdelen



The diagram illustrates the components of a balloon system. At the top is a yellow balloon. Below it is a vertical line representing the connecting wire. A pair of scissors icon indicates a cutting point on the wire. Further down is a parachute with a blue and orange canopy. Below the parachute is a yellow radar reflector. Underneath that is a grey payload box. At the bottom is a green gas cylinder connected to the balloon by a red spiral line.

- Ballon
- Verbindingsdraad
- Knip (-mechanisme) – optioneel
- Parachute
- Radarreflector – niet verplicht in België
- Payload (in gondel)
- Gasfles (helium)
- Verbinding gasfles – ballon

De ballon



The top image shows a yellow balloon with a small white spot. The bottom image shows a large white balloon being inflated by a person wearing a black t-shirt with the text 'Imagine Higher' on the back.

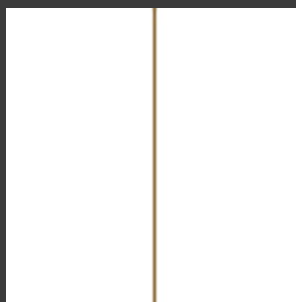
- Dr. Roeland Van Malderen (KMI):
 - “Te verkrijgen bij de firma Flow-Tronic in Welkenraedt, <http://www.flow-tronic.com>”
- Prijs bij Flow-Tronic:
 - 350g → 52,61 €
 - 1000g → 132,39 €
 - 1500g → 180,48 €

Bevestiging ballon aan draad



- Zie tutorial “Sealing The Balloon”:
https://ukhas.org.uk/guides:sealing_the_balloon

Verbindingskabel



- Zie (rope & connectors) tutorial via
<https://balloonchallenge.org/tutorials>
- Zie, uiteraard, de “jachttrofee” van begin september 2016

Parachute



- Te verkrijgen bij Flow-Tronic in Welkenraedt:

<http://www.flow-tronic.com>



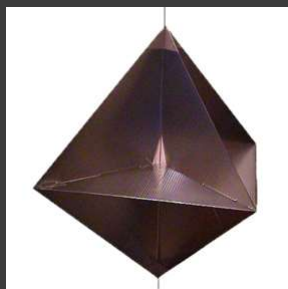
- Groot model:
Totex Type n° 190 → 163,35 €

Radarreflector (niet (altijd) verplicht in België)



- Toch aanschaffen?

- Flow-Tronic vertelt dat Belgocontrol soms oplegt een radarreflector te gebruiken



- Prijs bij Flow-Tronic → 51,06 €

Payload (in capsule / gondel)



Max 2 kg (voor alles wat onder de ballon hangt)

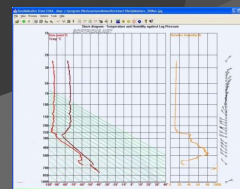
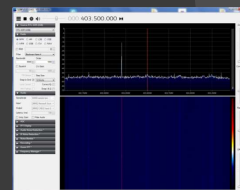
- ◉ Track & trace
 - GPS
 - Zendertje
- ◉ Gadgets
 - In beeld van camera
 - Nadien verkopen (sponsoring!)
- ◉ Andere
 - Doos ("gondel")
- ◉ Experimenten
 - Meten temperatuur, vochtigheid, luchtdruk, ...
 - Gewone camera, ook voor sterren, meteoren, ...
 - Bloemzaadjes
 - Geigerteller meet kosmische straling
 - Aerogel vangt meteorenstof
- ◉ Bij eerste vlucht niet te veel hooi op de vork nemen

Focus en focusverlegging

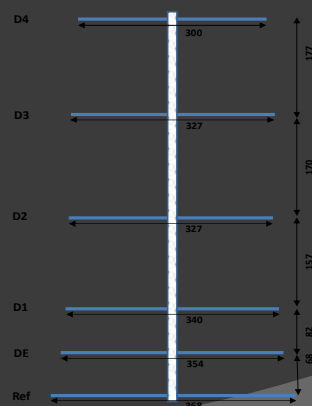
- ◉ Informatie over HABs doornemen
- ◉ Vaisala-weersondes KMI ontvangen
- ◉ Vaisala-weersonde KMI opvangen
- ◉ HABduino testen
- ◉ Project Titan uitpluizen
- ◉ HABduino en Arduino Mega combineren
- ◉ Constructie isomodoos
- ◉ Canon fototoestel en CHDK testen
- ◉ HABduino fototoestel laten besturen door HABduino
- ◉ HABduino uitrusten met gevoelige sensoren
- ◉ Aanschaf ballon, parachute, radarreflector
- ◉ ...
- ◉ Eos1

Ontvangstysteem voor Vaisala

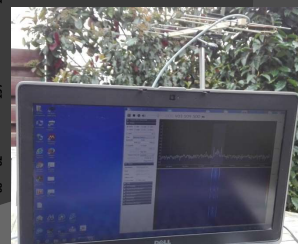
- ◉ Weersondes KMI worden gelanceerd op maandag, woensdag en vrijdag
- ◉ Hardware:
 - Eenvoudige zelfbouw Yagi
 - RTL-SDR
- ◉ Software:
 - sdr#
 - Sondemonitor
- ◉ Nog wat ander kleinood voor onderweg:
 - Auto (cabrio heeft voordelen, bij mooi weer)
 - Laptop met continue netwerkverbinding
 - Google maps



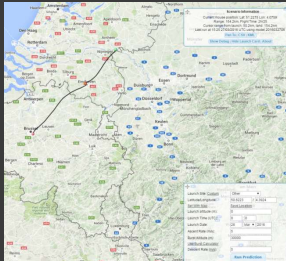
Antenne voor Vaisala



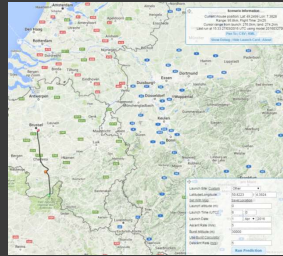
Kostprijs < 10,- €
😊



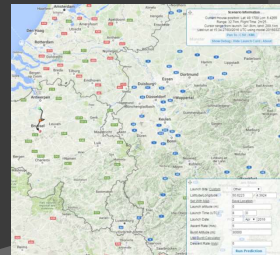
Voorspelling vlucht predict.habhub.org



Maandag 28 maart 2016
8u UTC



Woensdag 30 maart 2016
8u UTC



Zaterdag 2 april 2016
8u UTC

Vossenjacht 27 juli 2016



Vossenjacht 7 september 2016



Op weersondes jagen is goed voor het milieu ☺

- ◉ Situatie:
 - KMI zit in Europees en zelfs wereldwijd onderzoeksprogramma voor bestudering en monitoring van de atmosfeer (onder andere ozonconcentraties)
 - KMI lanceert een minimum aan weersondes (3 per week, KNMI lanceert dagelijks een weersonde)
- ◉ Probleem:
 - Na tien jaar lanceren in België vind je op het Belgische oppervlak gemiddeld 1 sonde per vierkant van 15 bij 15 kilometer
 - Weerballon (rubber) en gondel (schuimplastiek, metalen) vergaan niet (parachute wel)
- ◉ Bijdragen tot het milieu:
 - Sondes terugvinden, zodat paarden en vee het rubber niet kunnen opeten
 - Sondes terugsturen, zodat materialen kunnen gerecycleerd worden

En dan toch niet Vaisala

Pro's

- Commercieel systeem
- Kostprijs 185 €
- Heeft ijking nodig
- Gesloten systeem
- Gekend systeem bij ervaren vossenjagers
- Goede software voor decodering
- Amerikaanse systemen voor GPS en tracking zijn niet bruikbaar (niet toegelaten in EU)

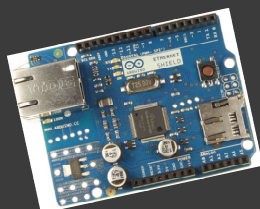
Cons

- Commercieel systeem
- Kostprijs 185 €
- Heeft ijking nodig
- Gesloten systeem
- Gekend systeem bij ervaren vossenjagers
- Gefixeerd aantal en soort gegevens
- Er bestaat een systeem dat in de EU beschikbaar, gekend en bruikbaar is

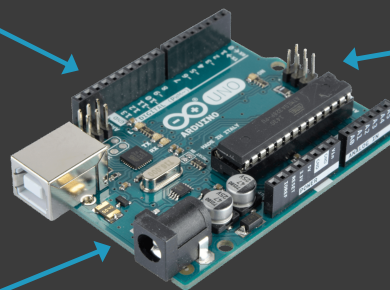
Exit Vaisala, enter HABduino



DHT22
- Temperatuur
- Luchtvochtigheid



Arduino Ethernet
Shield



Arduino UNO μ -
controller
(opensource
computerplatform)



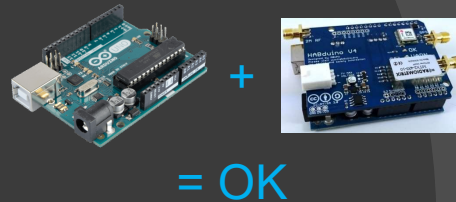
HABduino

= uitbreiding voor
Arduino

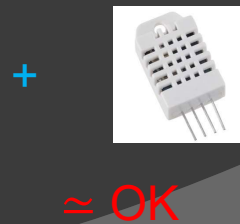
Inclusief zendertje,
GPS, temperatuur,
...

Foutje in de vorige slide

- ◉ HABduino op een Arduino Uno geeft een kant-en-klaar systeem



- ◉ Het toevoegen van meer sensoren kan, maar is lastig
- ◉ Arduino Mega? Groter en meer I/O



Standing on the shoulders of giants

Google zoekopdracht met “HABduino” en “Arduino Mega” leidt al vlug tot:

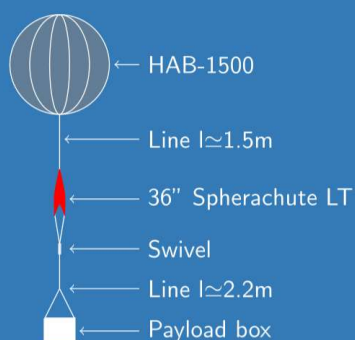


- ◉ Twee uitgebreide technische rapporten:
 - Design and mission
 - Flight Data Report
- ◉ Leidde tot een geslaagde vlucht:
 - Denemarken, 2015
 - Met recovery 😊
- ◉ Contact met Emanuel Bombasaro via mail verloopt vlot

Uit <http://bombasaro.org/titan1>

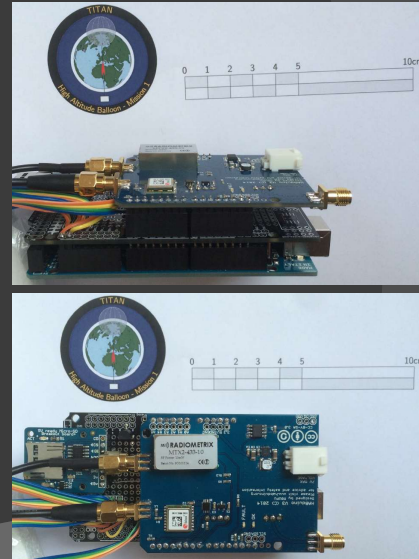
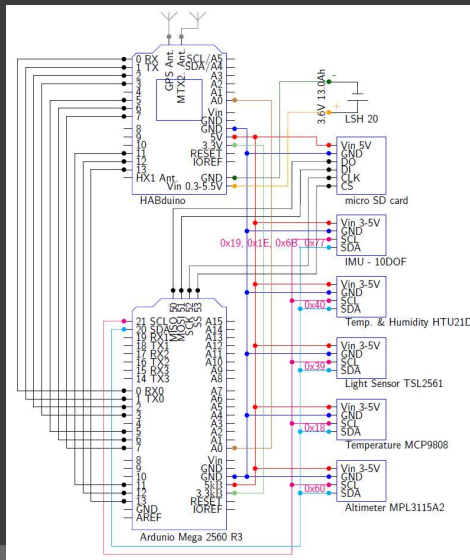
- Titan 1: up to 35393m
- Helium filled latex balloon (HAB-1500) with parachute (36" diameter) and a payload box (22.5x22.5x19.5cm)
- Arduino Mega 2560 logs position (GPS), pressure, temperature, humidity, luminosity, earth magnetic field, acceleration and spin
- GoPRO captures images every second
- Radio module (10mW, RTTY) transmits position and flight computer status information approximately every 14s

Titan1 - overzicht



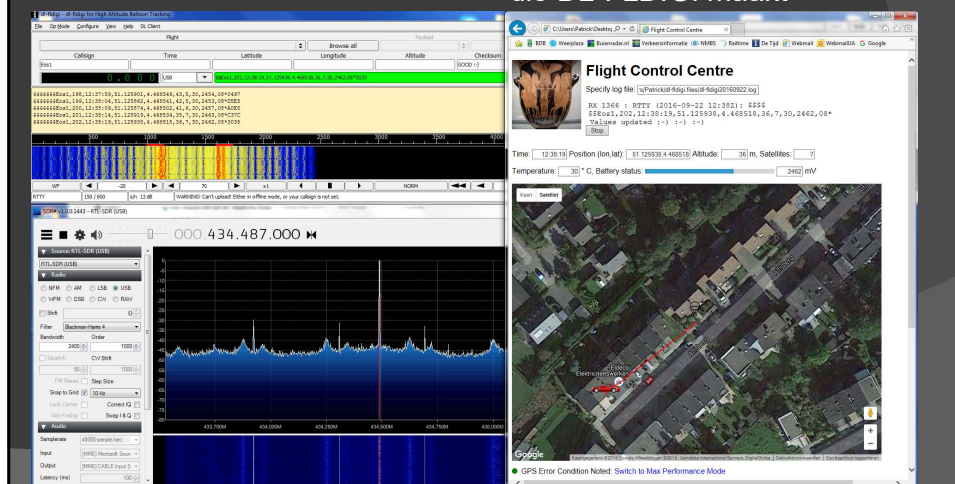
Peak Altitude: 35 104 m
Ascent Velocity: 5.59 m s^{-1}
Descent Velocity: 4.78 m s^{-1}
Ascent Time: 105 min
Descent Time: 122 min
Total Flight Time: 227 min
Payload Weight: 0.720 kg
Length over all: $\approx 7 \text{ m}$
Balloon Volume at Launch: 3.460 m^3
Balloon Lift at Launch: 3.548 kg
Area Weight: 5.06 g cm^{-2}

Titan1 – hardware



Titan1 – Flight Control Centre

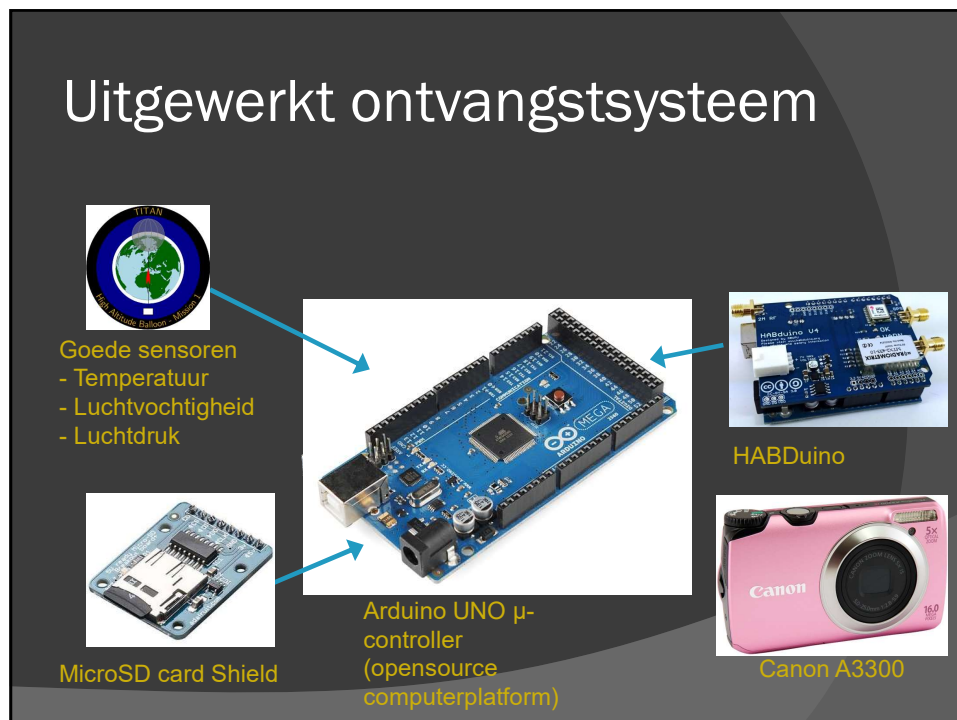
- Op basis van de log-file die DL-FLDIGI maakt



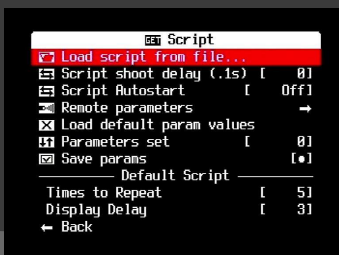
Overzicht ontvangststelsysteem



Uitgewerkt ontvangststelsysteem

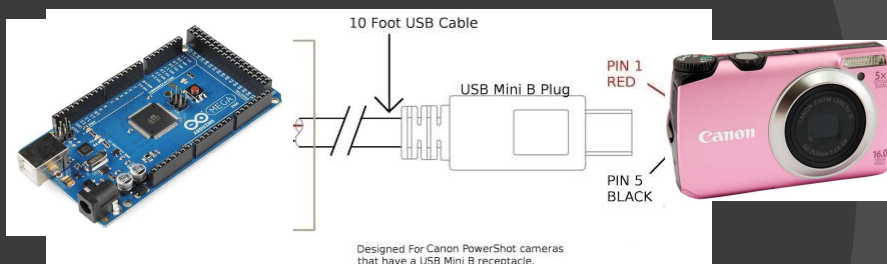


Canon Powershot A3300 en CHDK



- 2011
- Goedkoop: 60 euro
- Lichtgewicht: 149 gram
- Zoom: 5x optisch
- CHDK = Canon Hack Development Kit
- Geen permanente wijzigingen aan toestel
- Doel:
 - Na X minuten beginnen
 - Of tussen hoogte h1 en h2
 - Afwisselend breedbeeld en zoom
- Opgelet: batterijen kunnen snel ontladen

Nog een stap verder: Arduino + Canon + CHDK

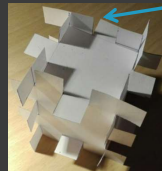
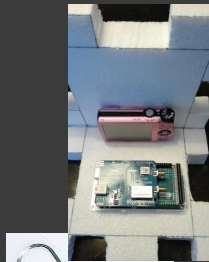


Arduino+HABDuino meten alles

→ Kunnen op basis van gegevens over hoogte en temperatuur het fotoestel opdracht geven om in en uit te zoomen en om een foto te maken

Misschien iets te geavanceerd voor een eerste vlucht?

Ontwerp van de gondeldoos



- Geëxpandeerd polystyreen (EPS, expanded polystyrene) = PS-hardschuim = "piepschuim" (Styrofoam, E) (Isomo is handelsnaam)
- Kant- en klare doos kopen, of zelf knutselen?
- Beide hebben voor- en nadelen
- Wie doet er mee?

Piepschuimsnijder



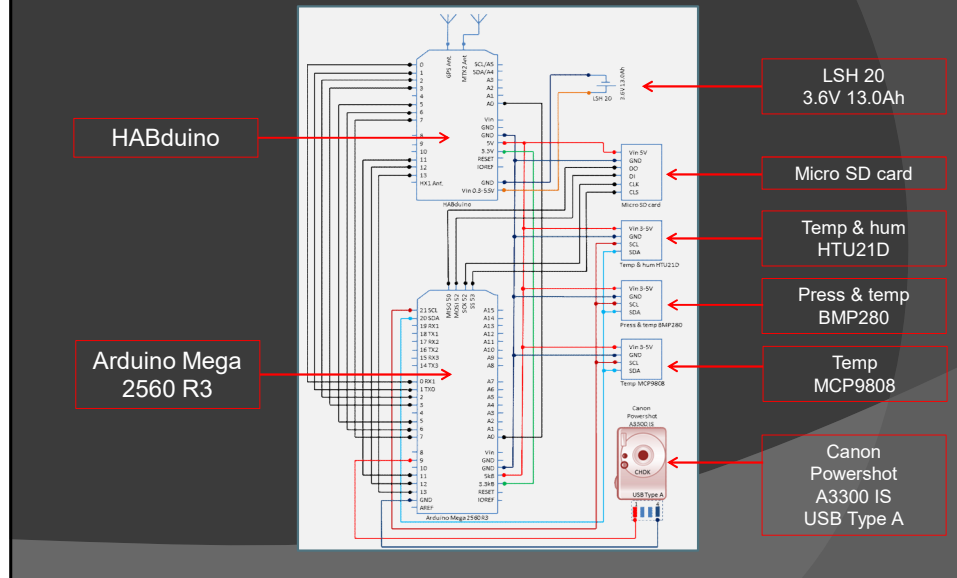
Counting down for Eos1

- Lancering hopelijk in lente 2018
- Ondertussen:
 - Hoogwaardige sensoren aansluiten en testen
 - Fototoestel koppelen
 - Payload samenstellen
 - Verzekering en toelating regelen
 - Vossenjagers vinden
 - ...

Het logo voor Eos1



Vermoedelijke opbouw van Eos1



Het gebruikte protocol voor Eos1

- Protocol
 - See UKHAS Communications Protocol: <https://ukhas.org.uk/communication:protocol>
- Transmission properties and mode
 - Transmission RTTY, Baud rate 50, carrier shift 425, 7-bit ASCII, two stop bits. Frequency 434.485 MHz (receiver on 434.487 MHz, USB).
- Transmitted string
 - Must follow UKHAS Communications Protocol.
- Tentative sentence from Arduino code


```

      snprintf(txstring,100,
      "$$$$%s,%i,%02d:%02d,%s%i,%06ld,%s%i,%06ld,%ld,%d,
      %i,%i,%i,%i,%i,%i,%i,%i,%i",callsign,count, hour, minute,
      second,lat < 0 ? "-" : "",lat_int,lat_dec,lon < 0 ? "-" :
      "",lon_int,lon_dec, maxalt, sats, int(temperature3), temperature1,
      battvaverage, int(humidity1), int(pressure2), int(alt2),
      int(temperature6), int(temperature5), errorstatus);
      
```

Voorbeeld van enkele door Eos1 uitgezonden lijnen

```

$$$$$Eos1,63,18:11:56,51.125971,4.468536,
30,5,23,27,174,33,1023,55,23,21,8*32DA
$$$$$Eos1,64,18:12:12,51.125985,4.468512
,29,5,23,27,172,33,1023,54,23,21,8*48D8
$$$$$Eos1,65,18:12:28,51.125929,4.468601
,33,5,23,27,173,33,1023,55,23,21,8*5172

```

Gegevens op micro SD-kaartje

```

Eos1,208,13:08:11,51.125872,4.468674,34,7,
32,172,8,25.71,36.77,26.06,1022,67.40,26.79

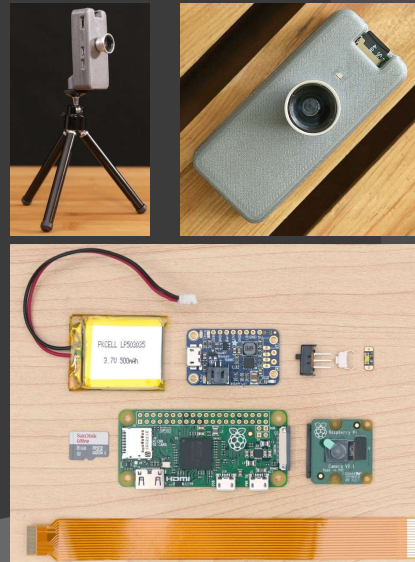
```

Callsign	Count	Time	Lat	Long	Elevation	#Sats
Eos1	208	13:08:11	51.125872	4.468674	34	7

Temp1	BattAv	Error	Tem3	Humid1	Temp5	Press2	Alt2	Temp6
32	172	8	25.71	36.77	26.06	1022	67.40	26.79

Nog een extra camera

- ◉ Raspberry Pi Wearable Time Lapse Camera
<https://learn.adafruit.com/raspberry-pi-wearable-time-lapse-camera?embeds=allow>
- ◉ Volledig zelfbouw (kastje = 3d-print)
Kostprijs < 100 €
- ◉ Werkt onafhankelijk van HABduino
- ◉ Gebruikt Raspberry Pi zero
- ◉ Checken of deze camera HABduino niet stoort!



Uitnodiging

- ◉ Er komen ongetwijfeld vluchten na Eos1
- ◉ Willen jullie iets meesturen:
 - Meetapparatuur
 - Zendapparatuur
 - ???
- ◉ Neem contact op met mij:
Patrick.Vanouplines@vub.be

Demo time

- Met zijn allen aan de ontvanger(s) en de computer !
- Ontvanger:
 - 434.487.000 Hz
 - USB
- FL-DIGI:
 - HAB modus
 - RTTY, baud rate 50, 7 bits/character, parity none, 2 stop bits, shift 170 Hz
 - AFC fast, receive filter bandwidth auto
- Ondertussen ga ik een luchtje scheppen ☺