

Este documento está em fase de elaboração....

Ainda está incompleto. será adicionado de mais detalhe nomeadamente sobre o software utilizado.

As datas indicadas nos planos serão alteradas para 2017.

**PROJECTO E LANÇAMENTO
DE UM BALÃO SONDA
COM TELEMETRIA EM APRS E SSTV
USANDO COMO PAY-LOAD UM
RASPBERRY-PI**

Parte 1 - PROJETO

- 1.1– Objetivo
 - 1.1.1- Medições a realizar pela sonda
 - 1.1.2- Diagrama de Blocos
 - 1.1.3 - Plano de atividades
- 1.2 – Legislação e Entidades oficiais
- 1.3 – Registos no APRS.fi

Parte 2 – IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

- 2.1 - Hardware de emissão
 - 2.1.1 - Utilização do Raspberry PI para todas as funções do Payload
 - 2.1.1.1- Emissão FM e escolha das frequências para APRS e SSTV
 - 2.1.1.2- Protocolo e formato APRS
 - 2.1.1.3- SSTV
 - 2.1.1.4- ADC para Telemedidas
 - 2.1.1.5 - Sinalização
 - 2.1.2 – GPS Adafruit
 - 2.1.3 – Antena GPS exterior
 - 2.1.4 – Antena de emissão em VHF 144.800 MHz
 - 2.1.5 – Placa ADC para Telemedidas
 - 2.1.6 – Amplificador de RF
 - 2.1.7 – Baterias
 - 2.1.8 – Dimensionamento do Balão e Payload
 - 2.1.9 – Paraquedas
 - 2.1.10 – Refletor
 - 2.1.11 – Caixa para o Hardware
- 2.2 - Software de emissão
 - 2.2.1 - aprsstv.cpp
 - 2.2.2 - atctp.cpp
 - 2.2.3 - tequa.cpp
 - 2.2.4 - atsstv.cpp
 - 2.2.5 - atfmtxctp.cpp
 - 2.2.6 - atfmtxsstv.cpp

Parte 3 - RECEÇÃO E CONTROLE

- 3.1 – Hardware para receção
 - 3.1.1 – Equipamentos
 - 3.1.2 - Antenas
- 3.2 - Software de receção
 - 3.2.1 – Receção APRS
 - 3.2.2 – Receção SSTV

Parte 4- MONTAGEM E LANÇAMENTO

- 4.1 - Compra dos materiais.
- 4.2 - Construção da caixa.
- 4.3 - Montagem do Payload.

Parte 5 – ENSAIOS

- 5.1 – Ensaio em pequena potencia 40 mW
- 5.2 –Ensaio em potencia média 200 mW

Parte 6 – LANÇAMENTO E RECOLHA

- 6.1 - Lançamento.
- 6.2 – Seguimento e busca
- 6.3 - Recolha.

Parte 1 – O PROJETO

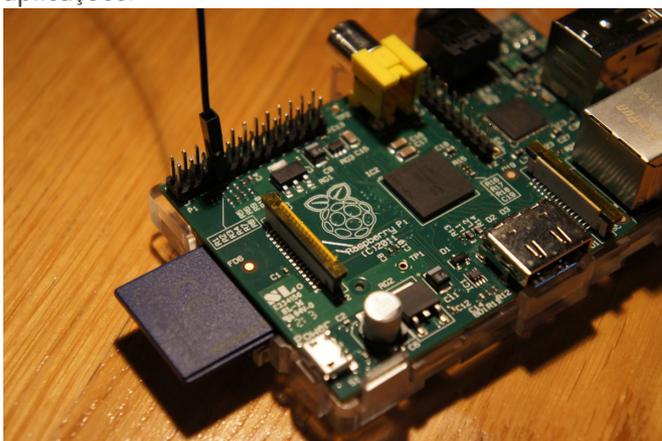
1.1 - Objetivo

O Grupo de Radioamadores Científico de Cascais (GRC) pretende lançar um Balão sonda estratosférico até aos 30000 metros de altitude para experimentar um módulo (ME) que será equipado com um microcomputador que fará uma serie de medições que serão registadas no Google e que, captasse também imagens reais da atmosfera realizando o seu envio para terra em SSTV na frequência de 144.430MHz.

A transmissão dos dados telemétricos será efetuada em APRS na frequência de 144.800 MHz.

O objetivo não é lançar mais um balão para além das centenas lançados diariamente em todo o mundo, mas, desenvolver um sistema compacto de medidas e de transmissão de dados em APRS/AX25 concentrando todas as funções num microcomputador do tipo CoM (Computer on Module).

Foi escolhido o Raspberry PI, cujo peso é de apenas 65 gramas, porque possui uma boa capacidade de processamento e existem programas e desenvolvimentos e Fóruns de investigação para estudo das suas aplicações.



Este microcomputador, para além das Telemedidas, SSTV e Sinalização, fará também a Transmissão em APRS em VHF. A sinalização áudio visual destina-se à localização e recolha em terra da carga com o equipamento.

Para interface com Raspberry será desenvolvida uma placa de conversão analógica digital que fará a conversão das diversas medidas. Será também adquirido um mini-GPS e construído um amplificador de RF para funcionar entre os 144.430 MHz e 144.800 MHz dando uma potência de saída de 200mW.

Ao projeto demos o nome de **ATECA-1 Aeróstato**

Transportando Equipamento de Comunicações de Amador

1.1.1 Medições a realizar pela sonda:

1 - Coordenadas tiradas do GPS.

As coordenadas vão dando a cada momento a informação relativa à localização do ME que será registada no APRS.fi do Google, que servirão para efetuar as análises comparativas dos dados durante o percurso. Por outro lado permitirão seguir e localizar com grande aproximação o local onde o ME irá cair.

2- Altitude do GPS.

Com o envio das coordenadas virá também a informação da altitude.

3 - Medida da Temperatura exterior do módulo estratosférico (ME).

A temperatura exterior permitirá o estudo do comportamento térmico durante o percurso em altitude naquela data/hora e servirá para uma análise comparativa com a temperatura interior do ME. Esta temperatura é obtida com um Termistor.

4 - Medição da temperatura interior junto do hardware.

A temperatura interior permite vigiar o comportamento térmico interior do ME porque a maioria dos dispositivos eletrónicos e baterias, não funcionarão abaixo dos -40°C.

Como teremos de dimensionar a alimentação, será realizado um pequeno enrolamento em volta das baterias com fio cromoniquel para um pequeno aquecimento das baterias que explicaremos a seguir

5 - Pressão atmosférica

A medida da pressão atmosférica também é de relevante importância em altitude e permitirá analisar o comportamento do Balão e o ponto do seu rebentamento.

6 - Comportamento da tensão da bateria.

O comportamento da tensão da bateria será para verificar a sua descarga ao longo do percurso e eventualmente registrar as variações de tensão com as diversas partes de evolução do software e das emissões em VHF.

PLANO DE TRANSMISSÕES DA SONDA ESTRATOSFÉRICA ATECA1

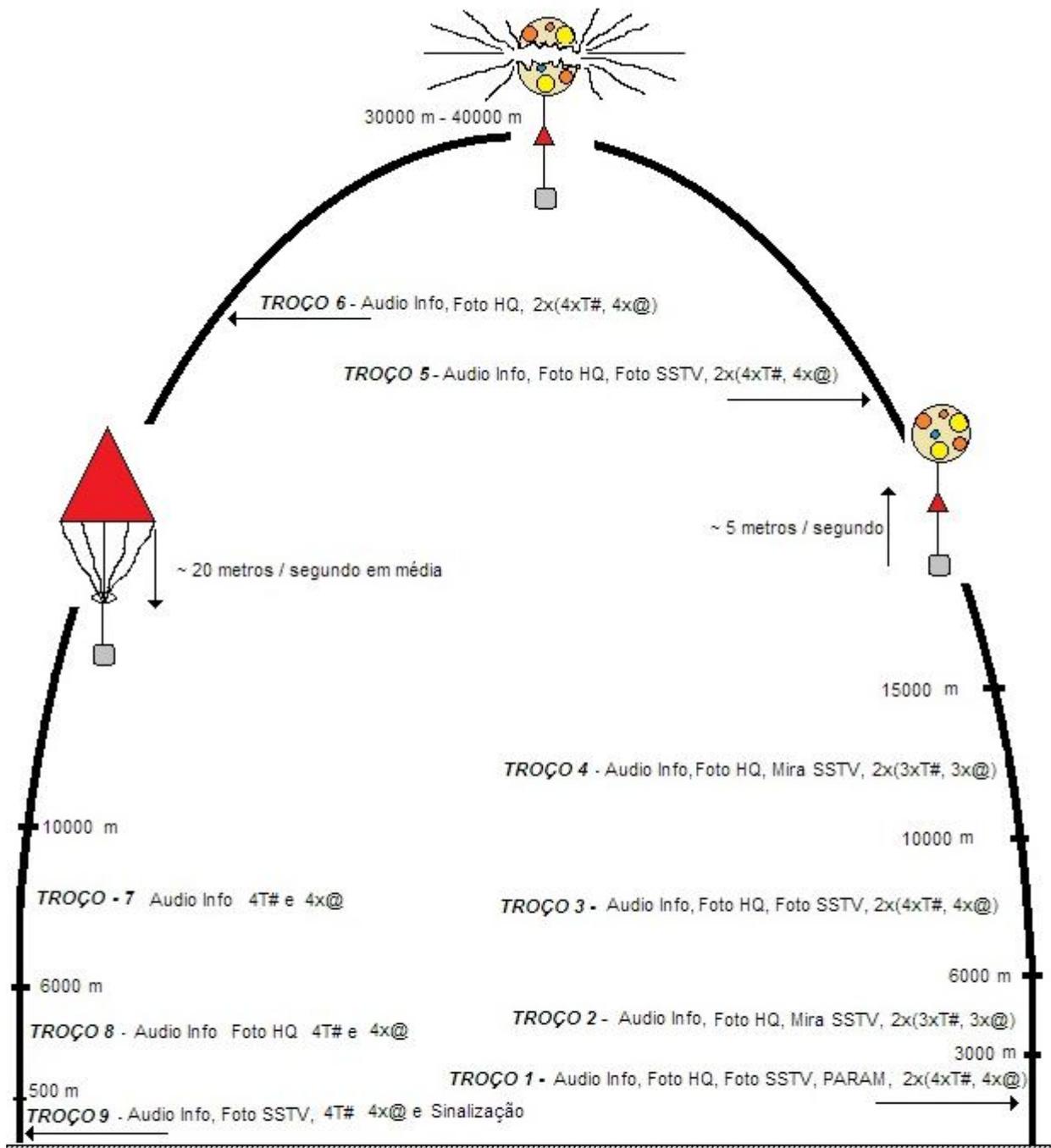


Foto HQ = Fotografia de Alta qualidade 2592x1944 pixels, guardada no software do Payload

Foto SSTV = Fotografia da terra enviada por SSTV em VHF

Audio Info = Informação de audio indicando o troço de percurso e a direção do Payload

T# = Transmissão das Telemedidas em APRS/AX25

@ = Transmissão em APRS/AX25 das coordenadas obtidas do GPS

PARAM = Transmissão dos Parâmetros para a descodificação das Equações da Telemetria pelo protocolo APRS

Sinalização = Emissão de um alarme em audio e iluminação intermitente, para localização

Ex: Audio Info, Foto HQ, 2x(4xT#, 4x@) = Transmissão da informação de audio, Recolha de uma Foto de qualidade para o arquivo e transmissão de 4 Telemedidas e 4 Coordenadas por duas vezes

As tramas APRS com GPS terão formato :

NMEA

CS5GRC-11>APRS: \$GPRMC,151447,A,4034.5189,N,10424.4955,W,6.474,132.5,220406,10.1,E*58

CS5GRC-11>APRS: \$GPGGA,151449,4034.5163,N,10424.4937,W,1,06,1.41,21475.8,M,-21.8,M,,*4D

Daqui extraem-se:

- 1- Horas UTC das medidas (extraída do GPGGA)
- 2- Coordenadas geográficas (extraída do GPGGA)
- 3- Altitude GPS acima do nível do mar(extraída do GPGGA)
- 4- Azimute do percurso no momento (extraída do GPRMC)
- 5- Velocidade horizontal em Km /Hora(extraída do GPRMC)
- 6- Variação Magnética (GPRMC)- Não usada

TELEMETRIA

:CS5GRC-11 :PARM.TempInt,TempExt,Press,AltIP,Velsub (Parâmetros)

:CS5GRC-11 :UNIT.Graus.C,Graus.C,HcPasc,Metros,m/seg (Unidades)

:CS5GRC-11 :EQNS.0,82,0,0,2.4,0,0,4.2,0,0,0,0,6,0 (Coef.a calcular)

:CS5GRC-11 :BITS.00000000,Projeto ATECA1

As Telemidas serão referentes a:

- 1- Temperatura interior dos equipamentos (**TempInt**)
- 8- Temperatura exterior (**TempExt**)
- 9- Pressão atmosférica (**Press**)
- 10- Altitude calculada a partir da pressão atmosférica pelo SW(**AltIP**)
- 11- Tensão da Bateria (**VBat**)

T#000,245,123,45,24,252 Estes valores são descodificados pelas receções de APRS, desde que esteja activada a função telemida detinada a guardar os parâmetros das equações de descodificação anteriormente enviados.

1.1.2 - Diagrama de Blocos

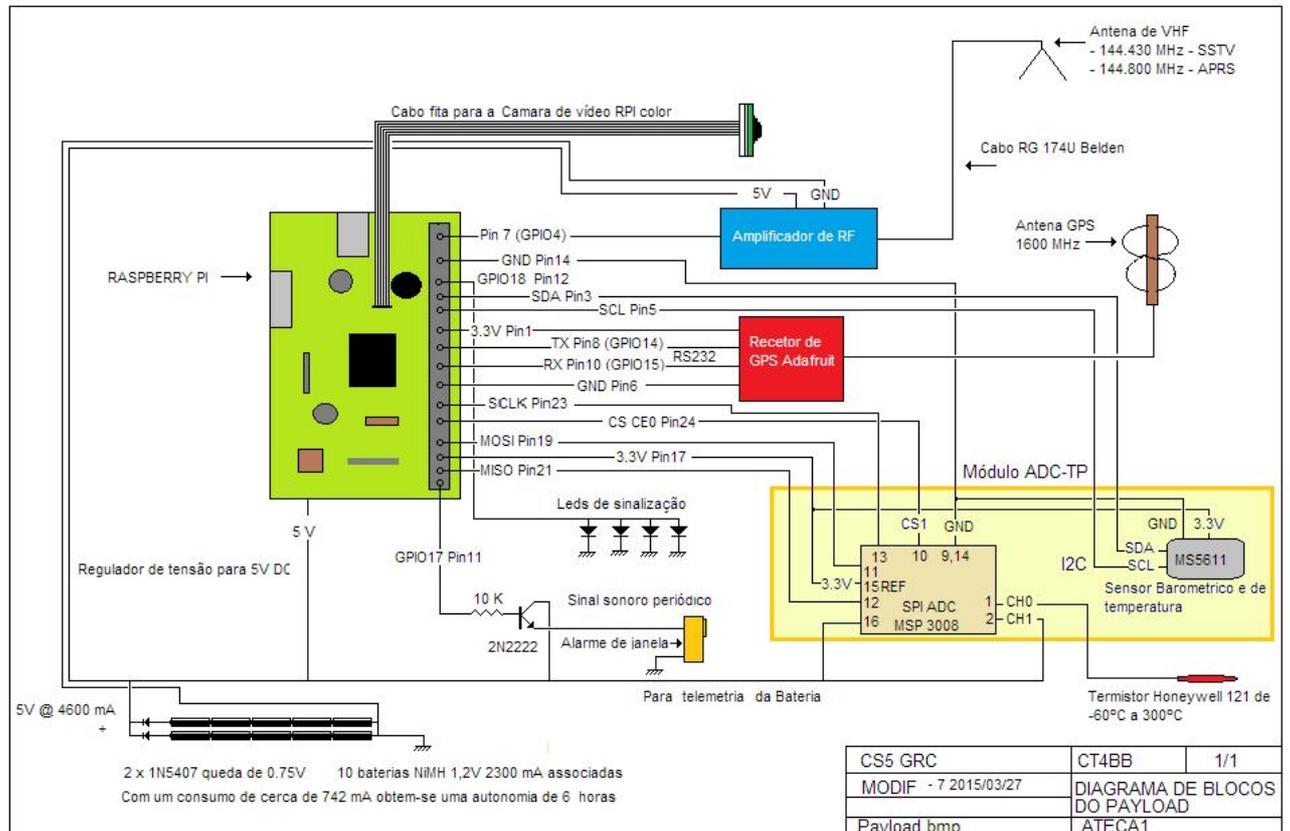


Figura 1 – Diagrama de Blocos do Hardware que equipará o ME

1.1.3 - Plano de atividades

Para o desenvolvimento das atividades foi estabelecido um calendário temporal que permitirá conciliar as tarefas e realizar testes em datas predefinidas.

TAREFAS	Plano	Proj. ANACOM	Payload	Refletor	Paraquedas	3 ant. VHF	Balão e KIT	Teste1	Teste2	Ass. final	INAC	Eq. Lançam.	Eq. Sequim.	Eq. Recolha
EXECUTANTES														
CT/HASMT	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15				
CR7AEN	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15		jul/15		
CT1VZ	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15			jul/15	
CT4VB	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15				jul/15
CT1TO	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15				jul/15
CT4JO	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15				jul/15
CT1EXJ	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15			jul/15	
CT1EKD	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15				jul/15
CT1EFH	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15		jul/15		
CT1DZE	jan/14-dez/14					mar/15		jan/15	mar/15	jun/15				
CT1DRE	jan/14-dez/14					mar/15		jan/15	mar/15	jun/15		jul/15		
CT1DMK	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15				
CT1COM	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15				jul/15
CT1CHZ	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15	jul/15			
CT1BUN	jan/14-dez/14			fev/15				jan/15	mar/15	jun/15				
CT1BPT	jan/14-dez/14							jan/15	mar/15	jun/15			jul/15	
CT4BB	jan/14-dez/14	jan/15	jan/15					jan/15	mar/15	jun/15	jul/15		jul/15	
CT4AN	jan/14-dez/14	jan/15			fev/15	mar/15	abr/15	jan/15	mar/15	jun/15	jul/15	jul/15		
- O projeto é constituído por duas partes: A Carga (Payload) e o Veículo . - A aquisição dos materiais e construção do Payload são da responsabilidade de CT4BB - A aquisição ds materiais e construção do Veículo são da responsabilidade de CT4AN. São necessárias 3 viaturas para as 3 Equipas de Lançamento Seguimento e Recolha.														

1.2- Legislação e Entidades Oficiais

Antes de se efetuar o lançamento de um Balão estratosférico em Portugal, deve ser solicitada uma licença à **Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC)** indicando:

- Identificação do requerente.
- Endereço Postal.
- Telefone
- Data/hora e local do lançamento em coordenadas geográficas WSG-84 e um mapa com o trajeto estimado
- Diâmetro do Balão no momento do lançamento.
- Diâmetro do balão no momento do rebentamento.
- Altitude estimada de rebentamento.
- Tempo de voo estimado em horas.
- Velocidade de subida esperada em metros por segundo.
- Velocidade de descida esperada em metros por segundo.
- Peso da carga (Payload). Por exemplo: Carga com 723 gramas composta por paraquedas refletor, caixa com 15 x 15 x 15 cm
- Resistência dos cabos utilizados em toda a estrutura.
- Número de telefone para contacto durante o lançamento

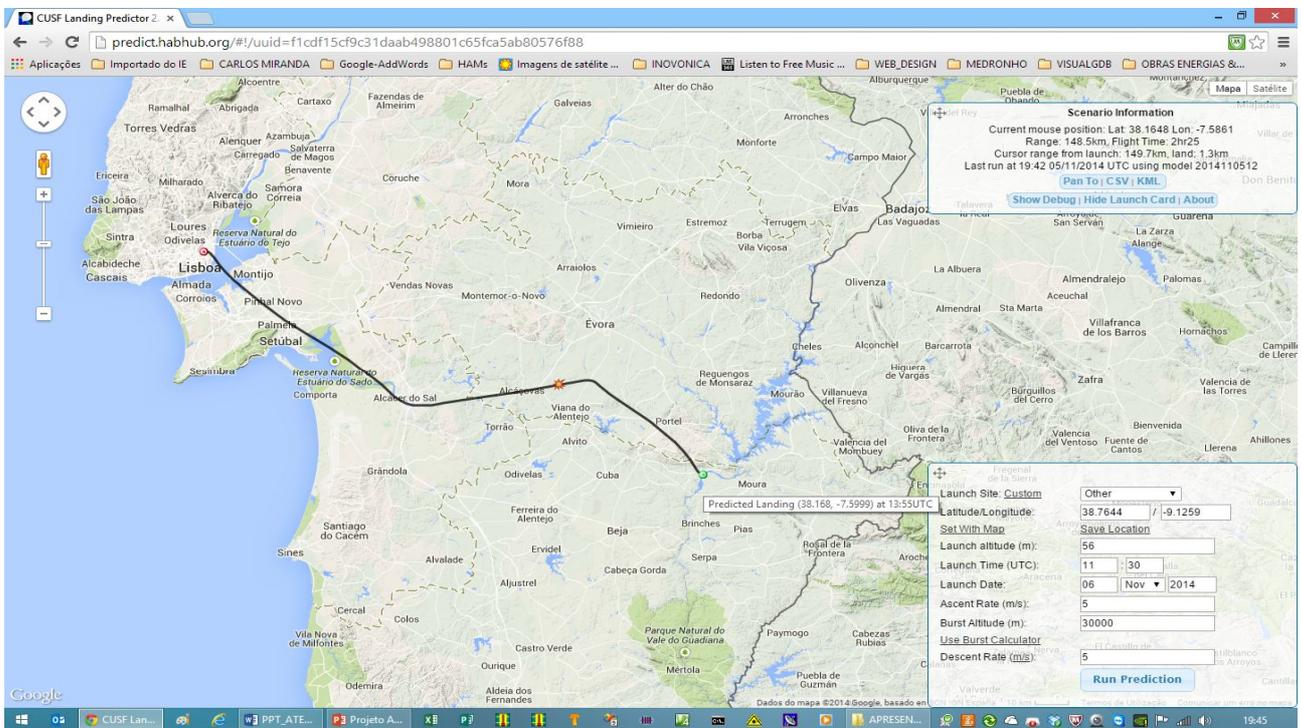
Quanto às restantes características necessária para o lançamento de Balões estratosféricos, deve ser tida em conta a circular de Informação Aeronáutica nº 29/13, nomeadamente o nº 6.5.3 onde se indicam as proteções a considerar para lançamentos a realizar junto dos aeroportos.

Relativamente ao Payload, há recomendações internacionais como por exemplo as da Federal Aviation Authority (FAA) que caracterizam alguns parâmetros a ter em conta:

- O Máximo peso da carga (Payload) deve ser inferior a 5,5 Kg com uma densidade máxima de 13,2 gr /cm³. A caixa com os equipamentos não deve ter mais de 20cm de lado fazendo assim no máximo um volume com 20x20x20 cm³ = 8000cm³ ou sejam 8 litros.

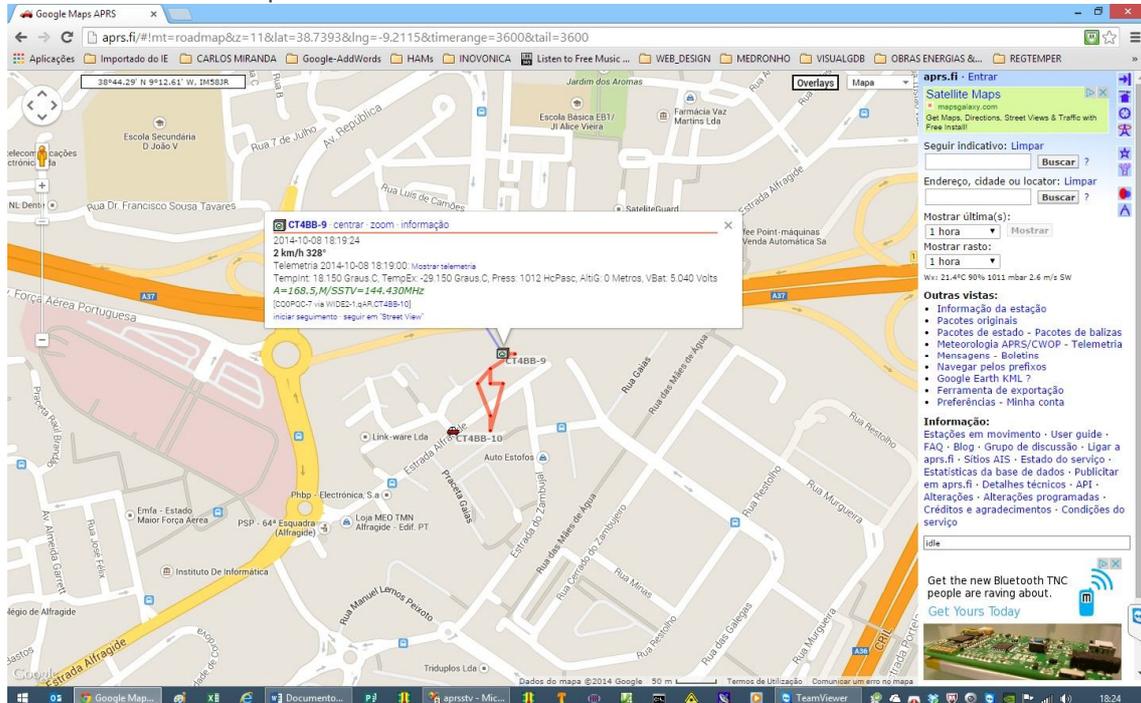
O mapa do trajeto estimado pode ser tirado de um software disponível na net em:

<http://predict.habhub.org/>



1.3 – Registos no APRS.fi

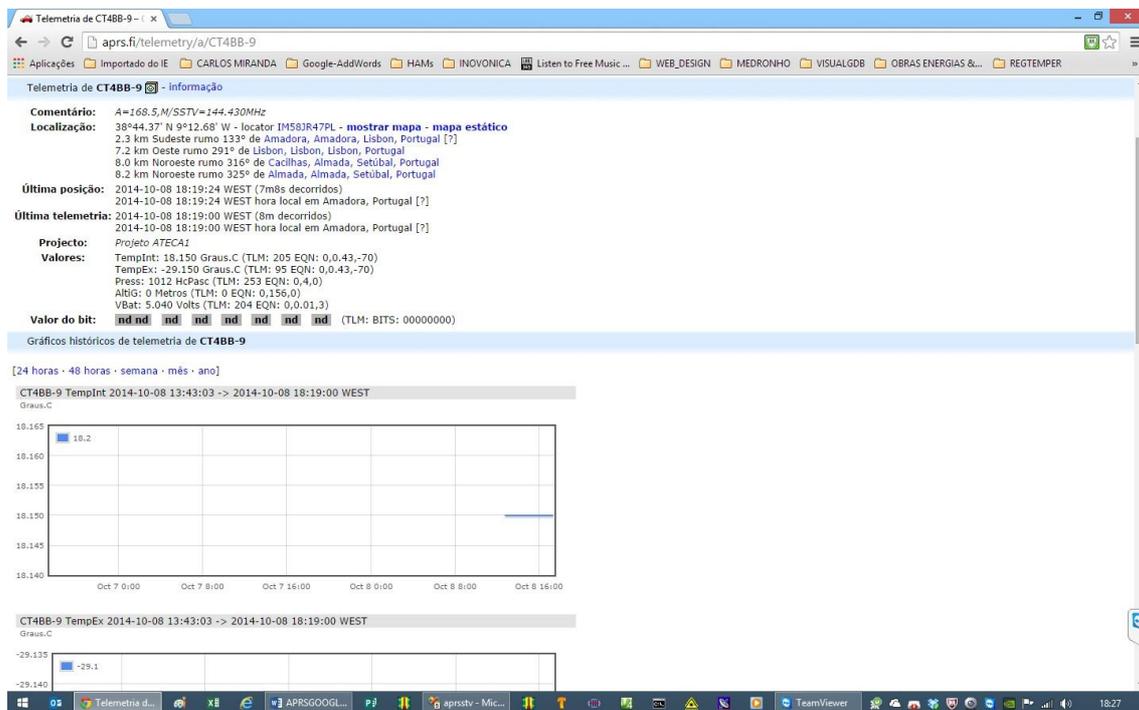
O registo dos dados no aprs.fi tem a vantagem de permitir registar os valores das Telemedidas apresentando-os em gráficos e também a possibilidade de registar em tempo real o trajeto seguido pelo balão. Esta facilidade permite-nos saber a todo o momento o local onde se encontra o Balão sonda.



Aspeto das informações gerais apresentadas no mapa de trajeto do veículo.

Os dados em APRS são recebidos por uma iGate que os insere na net em tempo real endereçadas ao Google APRS.fi

Os sinais de SSTV são rececionados pelos seguidores do Balão e arquivados nos seus PCs através da utilização do MULTIPSK



Aspeto da página de Telemidas do aprs.fi

Parte 2 – IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

2.1 - Hardware de emissão

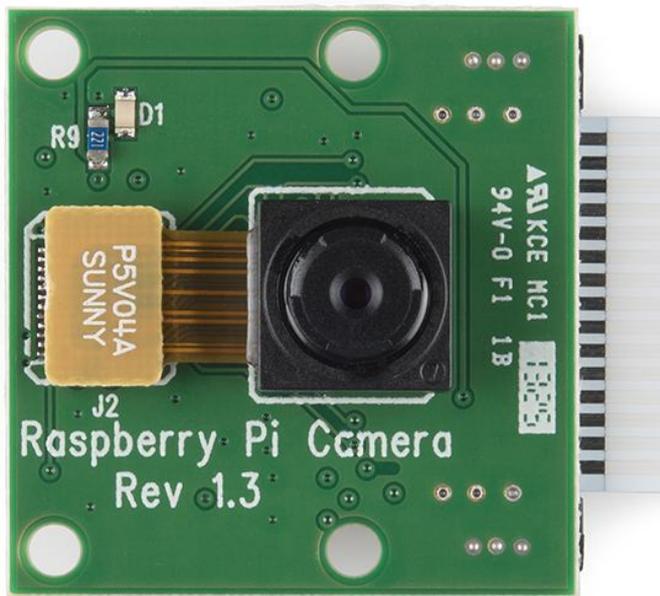
2.1.1 – Utilização do Raspberry PI para todas as funções

2.1.1.1- Emissão FM



2.1.1.2- Protocolo e formato APRS

2.1.1.3- SSTV



Nos primeiros ensaios ligamos o GPS conforme mostra a figura utilizando a porta de comunicação pela porta RS232 a 9600 baud. Pino 8 TX (GPIO14) e Pino RX(GPIO15) tal como mostramos se mostra no diagrama de blocos anterior.

A Camara utilizada foi uma C200 da Logitech que tira fotos periodicamente sob comando do software. As Camara web são muito sensíveis à luz porque são desenhadas para funcionar em interiores com iluminação reduzida. Para colmatar o problema da saturação experimentamos vários filtros e o que melhor resultou foi uma lente UV sem graduação de uns óculos escuros.

Porém como tivemos de recalcular o peso e a autonomia do sistema, a alimentação do Raspberry PI será feita a 3,3V e não a 5 V como é normal e que nos referiremos mais tarde.

Será utilizada uma camara da Raspberry que trabalha a 3,3 V, se a camara Logitech C200 não funcionar. A nova camara será inserida numa ficha linear para o cabo "fita" que vem com a Camara.

2.1.1.4- Telemetria em APRS

Teste de bancada do Raspberry envolto em papel de alumínio para proteção de RF e EMI

2.1.1.5 Sinalização

Para facilitar a localização de proximidade existe um sistema de sinalização áudio-visual.

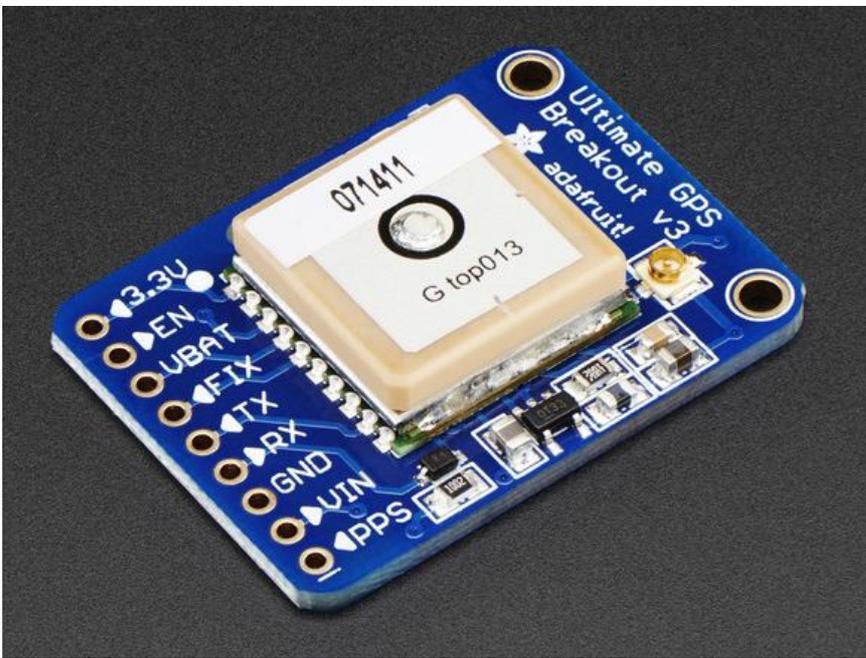
Para o sinal auditivo de 1000Hz com duração de 1 segundo em intervalos de 1 segundo utiliza-se um transdutor piezoelétrico alimentado diretamente pela saída GPIO 17 no Pino 11 do IDC.

Para a sinalização visual são instalados 4 ledes de alto brilho, um em cada face cujo consumo alimentado diretamente pela porta GPIO 18 Pino 12, será de 16 mA. Cada Led alimentado a 3,3V consome 4 mA. A sinalização será de 0,5 segundos de 1 em 1 segundo.

Notar que cada pino do GPIO pode dar no máximo 16 mA sendo que, o total de todos os pinos GPIO em uso não devem nunca ultrapassar um consumo simultâneo de 50mA

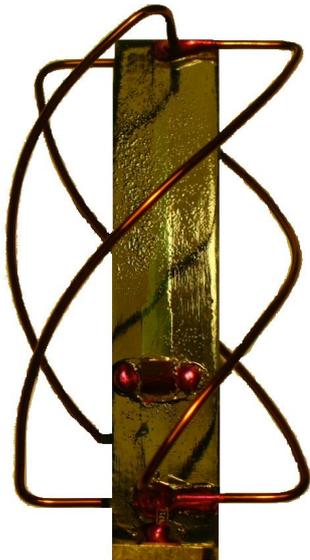
2.1.2 - GPS Adafruit

Fazer o diagrama de blocos da ligação



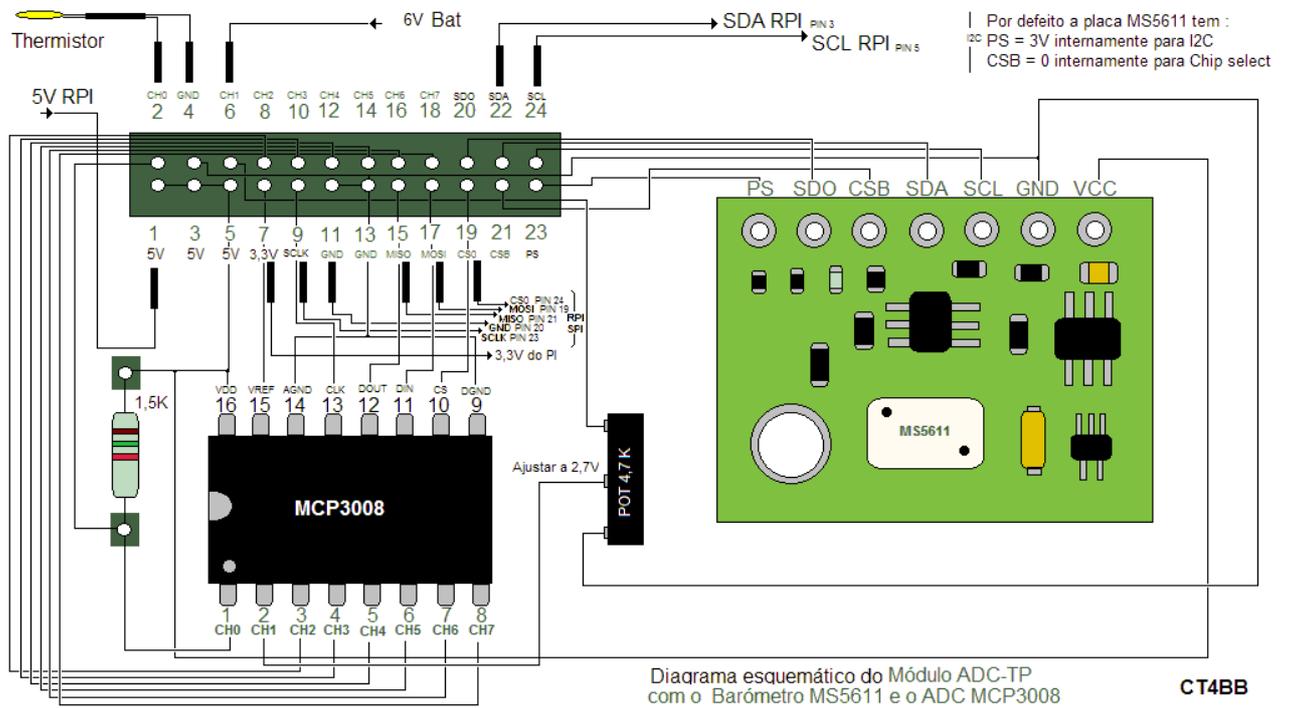
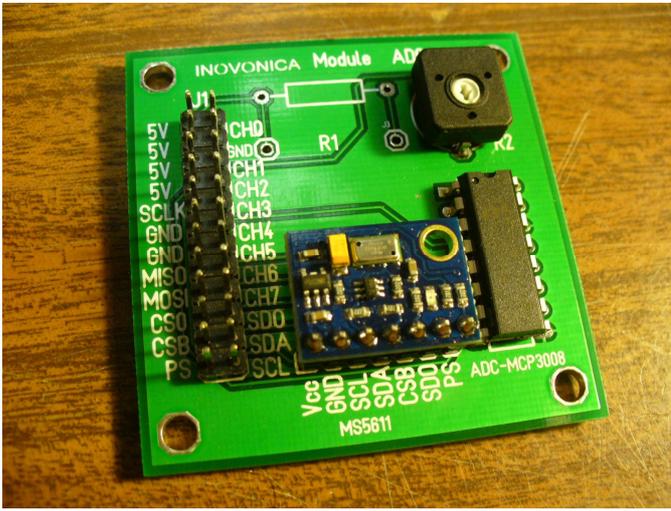
2.1.3 - Antena GPS exterior

Descrição desenhos e esquema



2.1.4 - Antena VHF 144.430 MHz exterior

2.1.5- Placa de conversão Analógica digital para Telemédidas
descrição



2.1.6 - Amplificador de RF

Determinação da potência de emissão necessária.

Sec o Balão atingir os 30000 metros em cerca duas horas à velocidade de subida de 5m/segundo significa que na pior das hipóteses, num dia com ventos a 100Km/hora o balão deslocar-se horizontalmente uns 200Km. Por isso será considerada essa distância já que, a altitude de 30Km não tem qualquer significado nos cálculos da distância real.

Utilizando as formulas de cálculo normais para percurso em linha de vista com uma sensibilidade do recetor de 1uV/m para 12dB S/N obtemos que para a banda dos 2 metros 150 mW satisfarão as comunicações. Utilizaremos 200mW.

Calculo da ligação do Balão ATECA1 à iGate na Arrábida			
Entidade	GRC/Projeto ATECA1 -2015		
Rua/Av.			
Localidade de ançamento	Lisboa Aeroporto		
Frequência	144,430	MHz	
Local do emissor	Estratosfera	35Km	
Local do receptor iGate	Arrábida		
Distância	200	Km	
Dados	Valores		Cálculos
Frequência Mhz	144,430		
Cabo tipo	RG174 Belden		
Atenuação do cabo/100m (dB)	9		
Ganho antena TX (dB)	0		0,00 dB
Comprimento cabo TX (m)	1		
Atenuação do cabo Tx (dB)			0,09 dB
Atenuação em espaço livre (dB)	121,7		121,70 dB
Distância do obstáculo			
Penetr. do obstáculo no elipsoide			
Atenuação no 1º Elip. Fresnel (dB)	0		0,00 dB
Ganho da antena RX (dB)	0		0,00 dB
Comprimento do cabo de RX	5		
Atenuação do cabo Rx (dB)			0,45 dB
Atenuação em fichas (dB)	0,5		0,50 dB
Atenuação em distribuidores	0		0,00 dB
Sensibilidade do receptor em uV	1	=	-106,99 dBm
Sensibilidade do receptor em dBu	0	=	0 dbm
Margem de fading	6		6,00 dB
Total de ganhos			106,99 dB
Total de perdas			128,74 dB
Potencia do emissor (dBm)			21,75 dBm
Potencia do emissor em Watts			0,15 Watts

As características do Amplificador serão:

- Voltagem de trabalho 4,8V.
- Funcionamento em Classe C para o maior rendimento possível. Estamos em FM e a linearidade não é importante.
- À saída deve existir um Filtro LPF e uma malha adaptadora de saída para 50 Ohms que pode ser parte integrante do filtro.
- Rendimento 70% Potencia de saída de 200mW => Potencia de entrada =- 300 mW ou seja um consumo de 62 a 70 mA.
- A saída do RPI é de 10mW (10 dBm) máximo com uma carga de 500 Ohms. Ou seja: a saída do RPI é de 3V RF RMS naquela carga que não pode ser inferior a 500 Ohms.
- Impedância de entrada do Amplificador = 500 Ohms.
- O Ganho do Amplificador será de 20dB a 23dB- Impedância de saída 50 Ohms.
- Não usar fichas SMA . Os cabos serão soldados diretamente.
- Circuito impresso com 5x5 cm.
- Peso do amplificador completo <= 20 gramas

2.1.7 - Baterias

descrição escolha da alimentação peso e autonomia

A Velocidade de subida é de 5m /s

A Velocidade de queda é de -5m/s

Desde a subida até à queda passam-se 2 horas a 2:30 horas

(Lançamento às 11:30 e queda às 13:30 ou às 14:00)

O PI foi testado em Janeiro 11 de 2015 com uma autonomia de 09:00 a consumir 450mA

Estou a chegar à conclusão que Baterias NiMH de 2500ma a debitem para o sistema RPI + RF Amplif. aguentarão 7 horas.

Estou aqui a testar: Carrego as 4 baterias de 2500 mA que tenho aqui e descarrego-as com uma carga variável ajustada aos 350mA de consumo ; tenho obtido 5 horas.

Estas baterias têm 6 anos, estão velhas, daí a razão de, talvez, não chegarem às 7 horas...

- Os 4,8 V passam a 3,3 V com uma resistência de Cromoníquel enrolada à volta das baterias com o valor de $(4,8-3,3)/350= 4,3$ Ohms para dar um "calorzinho" de 0,5W

Por isso, a placa reguladora de tensão não vai existir .

Serão usados dois Packs de baterias em paralelo que dão 4,8 V e 5000mA hora

Nota: Pelo quadro em baixo pode-se ver que dobrando o Pack de baterias o tempo de autonomia passa para as 6 horas (duas de subida até ao rebentamento e 4 para procurar o Payload). Por outro lado, a Free Lit está ainda muito próximo do 500gr o que garante ainda uma subida perto dos 300m/ minuto.

Ainda tenho de alterar o PI : Tirar o regulador de 5V para 3 V porque o PI trabalha a 3V e os 5V são para as interfaces de USB HDMI RJ45 etc. Só o interface USB irá funcionar com a Webcam.

Segundo diz o fabricante do PI a Webcam trabalha com 5V e consome 250mA !!!!!!!

Se a WebCam não trabalhar com 3V temos de descobrir uma Webcam barata que funcione a 3V ou, então, o SSTV neste 1º lançamento ATECA-1 fica sem efeito.

Todas as fichas do PI vão ser retiradas para reduzir o peso. O cabo USB da câmara será soldado diretamente

Vai ser retirado o regulador de 5V/3V do PI e alimentado diretamente pelas baterias de 4,8V seguidas por uma resistência de queda de 4,3 Ohms.

Vamos ver se as flutuações de tensão devido aos consumos variáveis não afetarão o PI

2.1.8 - Dimensionamento do Balão e Payload

Geral do projeto e Sistema do Balão (Veículo)

Balão (Diversos tipos de Balão, Lift Free Lift Impulsão etc)

Balões Sonda

Os Balões sonda são utilizados normalmente para transporter radiosondas a alta altitude. A altura atingida depende do tamanho do Balão.

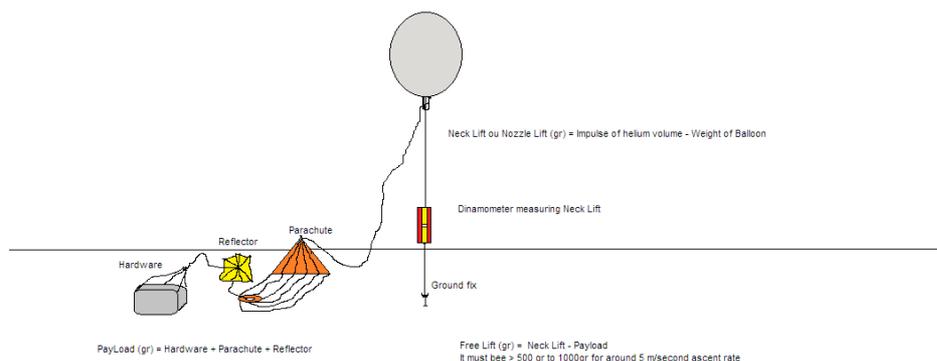
À sua máxima altitude, o balão rebenta e o payload cai lentamente com apoio de pára-quadras

Os tamanhos standard são : CPR-300, CPR-350, CPR-500, CPR-600, CPR-800, CPR-1000, CPR-1200, CPR-2000

*Pode ser solicitada mais informação ao fabricante. A aquisição pode ser feita no Ebay por preços acessíveis.

O fabricante pode fazer balões por medida com as especificações que os projetistas quiserem.

Balloon Specification	CPR-300	CPR-350	CPR-500	CPR-600	CPR-800	CPR-1000	CPR-1200	CPR-2000
Weight, gm	300	350	500	600	800	1000	1200	2000
Payload, gm	250	250	250	250	250	250	1000	1000
Recommend Free Lift, gm	590	620	700	890	980	1070	1190	1450
Nozzle lift, gm	840	870	950	1140	1230	1320	2190	2450
Gross lift, gm	1180	1220	1450	1740	2030	2320	3390	4450
Diameter at release, gm	1.27	1.3	1.35	1.48	1.55	1.64	1.86	2.05
Rate of ascent, m/min	325	325	325	325	325	325	325	325
Diameter at burst, cm	370	400	490	570	650	730	800	1020
Bursting altitude, km	22-23	25-25	25	28-29	30-32	30-32	30-32	34-36
Neck diameter, cm	6.0	6.0	6.0	6.0-7.0	8.5	8.5	8.5	8.5
Neck Length	16.00	16.00	18.00-20.00	20.0-22.0	20-22	20-22	20-22	20-22



CT4BB

Peso do Payload versus Baterias e hardware para ver quanto sobra de Free Lift do Balão que deve ser sempre da ordem de mais de 500gr a 1 Kg.

Claro que, tudo isto resulta da necessidade de se reduzir o peso e o consumo ao mínimo que se poderia resolver com a utilização de um Balão de 1200gr que tem um poder de carga de 1Kg com um poder de elevação livre também de 1Kg .

- Eliminação de partes no esquema de Blocos inicial (Vai ser atualizado e inserido no PPT)

- Não vai existir placa reguladora de tensão.

- Não vai existir placa de sinalização. A sinalização será feita pelo PI numa porta GPIO que excitará diretamente uma piezo de alto volume e 4 Leds laterais (1 por face).

PEÇA	Valores	Modelo	Fabricante	Fornecedor	Peso (gr)	Consumo mA	Custo	Responsável
RASPBERRY PI Mod B		B		Farnnel	65	400	40,00 €	CT4BB
GPS a 3V		Ultimate GPS	Adafruit	Adafruit	13	25	39,00 €	CT4BB
RASPBERRY CAMARA		C200	Raspberry	Farnnel	25	200	30,00 €	CT4BB
CAIXA - CABO DA WEB CAMARA		CT4BB	CT4BB	CT4BB	40	0	7,00 €	CT4BB
AMP RF -200mW a 4,8 V		CT4AN	CT4AN	CT4AN	60	80	30,00 €	CT4AN
PLACA ADC-TP PARA TELEMETRIA		CT4BB	CT4BB	CT4BB	20	20	32,00 €	CT4BB
SINALIZAÇÃO audio visual		CT4BB	CT4BB	CT4BB	0	10	0,00 €	CT4BB
REGULADOR TENSÃO					0	0	0,00 €	
PESO E PREÇO DO BALÃO	KIT	STARTERSET	STRATOFLIGHTS	STRATOFLIGHTS	800	0	196,00 €	CT4AN
PARA QUEDAS 800	KIT	STARTERSET	STRATOFLIGHTS	STRATOFLIGHTS	70	0		CT4AN
50m DE CABO DE LIGAÇÃO	KIT	STARTERSET	STRATOFLIGHTS	STRATOFLIGHTS	30	0		CT4AN
RADAR 2 discos cruzados 31cm diam.		CT1BUN	CT1BUN	CT1BUN	30	0	0,00 €	CT1BUN
CAIXA DO EQUIPAMENTO 15X15		CT4BB	CT4BB	CT4BB	60	0	0,00 €	CT4BB
ANTENA GPS		CT4AN	CT4AN	CT4AN	25	7	0,00 €	CT4AN
ANTENA VHF		CT4BB	CT4BB	CT4BB	25		0,00 €	CT4BB
2 x 4 BATERIAS AA NIMH 1,2V - 4,8V 5000mA+ SUPORTE	5000	CT4BB	CT4BB	CT4BB	260		79,00 €	CT4BB
CARREGADOR DE 4 BATERIAS AA DE 1,2 V		CT4BB	CT4BB	CT4BB			0,00 €	CT4BB
CÁLCULOS								
Dímetro do Balão cheio no lançamento (m) *	1,600							
Dímetro do Balão no rebenamento (m) *	6,500							
Impulsão Total do volume de hélio no lançamento (gr)	2568,192							
Neck Lift = Impulsão Total - Peso do Balão (gr)	1768,19							
Velocidade de subida (m/segundo)	5,02							
Tempo decorrido até ao rebenamento (minutos)	101,10							
Altitude do rebenamento (m)	30461,08							
Linha de vista à altitude de rebenamento (Km)	719,07							
Poder de Elevação Livre (Free Lift) (gr)	1045,19							
TOTAL DO PAYLOAD (gr)					723			
TATAL DE CONSUMO (mA)						742		
AUTONOMIA DA BATERIA DE 4,8V em Horas	6,74							
TOTAL DE CUSTOS DOS MATERIAIS PARA O SISTEMA (€)							453,00 €	

* Características dos fabricantes - O diâmetro inicial do balão para o lançamento pode ser diferente do especificado. Quanto maior for, mais peso levantará mas rebenará a menor altitude.

Nas casas amarelas introduzem-se as variáveis e nas casas vermelhas aparecem os resultados.

Ao peso do Payload é retirado o peso do Balão. O Payload é tudo o que vai puxado pelo Balão: Paraquedas, Refletor, e Hardware.

A força ascendente que o Balão produz (Neck Lift) é igual à Impulsão do volume de Hélio - Peso do Balão

A força de Elevação Livre (Free Lift) é a impulsão final obtida retirando ao Neck Lift o valor do peso do Payload. Deve ser no mínimo de 500 gr a 1 Kg para subir a 5m/s

Se o Free Lift for muito pequeno, da ordem por exemplo dos 60 gramas, o balão sobe lentamente a cerca de 60 metros por minuto. Isto significa que demora 8 horas a chegar aos 30.000 m.

Por outro lado, com os ventos laterais, durante este tempo demorado de subida, o balão pode viajar horizontalmente mais de 1000 Km quando atingir a altura de rebenamento.

2.1.9 - Paraquedas



2.1.10 - Refletor



2.1.11 - Caixa para o Hardware

2.2 - Software de emissão

- 4.1.1 - aprsstv.cpp
- 4.1.2 - atctcp.cpp
- 4.1.3 - tequa.cpp
- 4.1.4 - atsstv.cpp
- 4.1.5 - atfmxctcp.cpp
- 4.1.6 - atfmxsstv.cpp

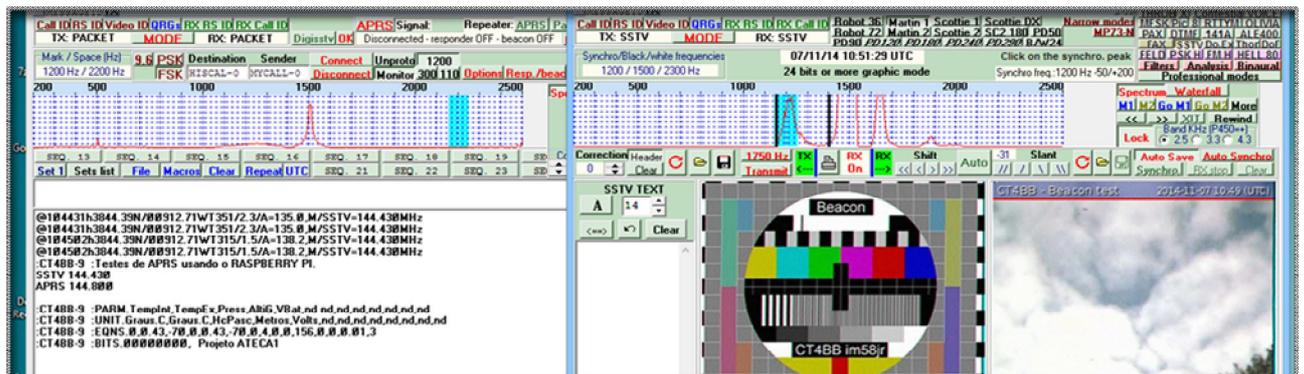
Parte 3 - RECEÇÃO E CONTROLE

3.1 – Hardware para recepção

- 3.1.1 – Equipamentos
- 3.1.2 - Antenas

3.2 - Software de recepção

Para a recepção usamos o MultiPSK MPSK.exe



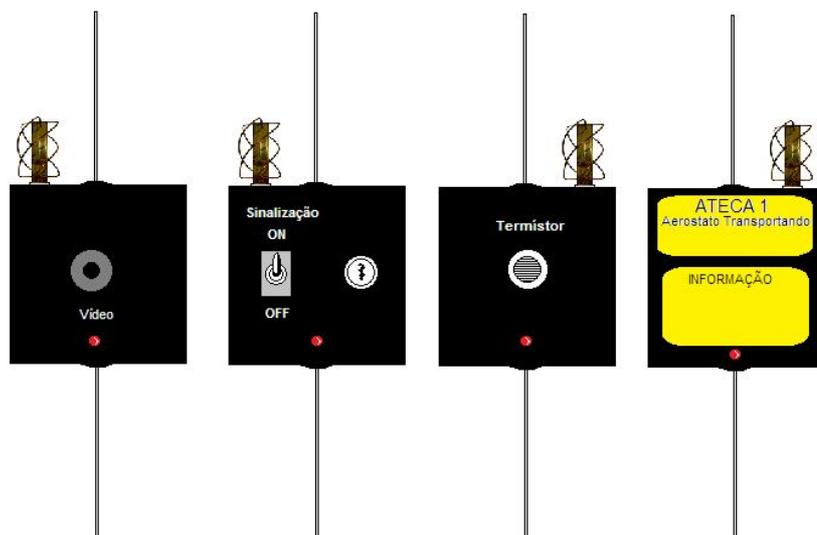
Do lado esquerdo recebem-se os dados em APRS no lado direito as imagens,

Parte 4- MONTAGEM E LANÇAMENTO

4.1 - Compra dos materiais.

indicação dos fornecedores

4.2 - Construção da caixa .



←

CS5 GRC	CT4BB	1/1
MODIF 0	Caixa-Veículo para o Hardware	
	ATECA1	

Fotos e descrição

4.3 - Montagem do Payload.

fotos e descrição

Parte 5 – LANÇAMENTO E RECOLHA

5.1 - Lançamento.

Referir os contactos oficiais e as licenças necessárias fotos

Botijas de Hélio enchimento hardware etc.

5.2 – Seguimento e busca

Fotos dos grupos

5.3 - Recolha.

Fotos e descrição

