



Universidad Complutense de Madrid

Manual de Paparazzi

UCM237

12 de mayo de 2022



El contenido de estos apuntes está bajo licencia Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

©Juan Jiménez

Índice general

1. Paparazzi Center	7
2. Ground control station	9
3. El directorio conf	11
4. El directorio sw	13
5. Un ejemplo completo: Rover Steering	15
6. Módulo de comunicación serie	17
6.1. Protocolo de comunicación	17
6.1.1. Configuración del puerto serie	17
6.1.2. Comunicación desde paparazzi	17
6.1.3. Comunicación desde el companion computer	20
6.2. Archivo de configuración	22
6.3. Archivos de código	24

Índice de figuras

1.1. Interfaz de Paparazzi Center, el panel de control principal de PaparazziUAV. . . .	7
---	---

Esto es un simple guía burros para paparazzi, dado que entender lo que dice es complicadillo. En principio, podemos dividirlo en capítulos, y emplear para cada uno un archivo nuevo. De todos modos, lo importante es ir escribiendo y luego vemos como organizarlo.

Antes de comenzar, indicar que a lo largo de todo este documento vamos a trabajar con Linux, más concretamente con el sistema operativo Ubuntu en su versión 20.04. Este es el único entorno que va a soportar PaparazziUAV.

El equipo que desarrolla PaparazziUAV cuenta con una wiki muy detallada que puede llegar a ser muy útil para incorporarse al entorno: <https://wiki.paparazziuav.org/wiki>. Para instalar PaparazziUAV recomendamos al usuario seguir directamente la entrada *installation* (<https://wiki.paparazziuav.org/wiki/Installation>) y leer el *README.md* principal del proyecto (<https://github.com/UCM-237/paparazzi>).

Capítulo 1

Paparazzi Center

Una vez realizada la instalación, podremos ejecutar el binario precompilado *paparazzi* que se encuentra en la carpeta raíz de Paparazzi. Entonces se inicializará todo el ecosistema y se ejecutará Paparazzi Center, el panel de control principal de PaparazziUAV [Figura 1.1]. En él nos encontraremos inicialmente con un proyecto (A/C) ejemplo. Dentro de cada proyecto podremos introducir varios **archivos de configuración .xml** (en el capítulo sobre el directorio *conf* explicaremos más detalladamente para qué sirve cada uno):

1. **Airframe:** va a contener toda la información sobre el hardware y firmware de nuestro vehículo. https://wiki.paparazziuav.org/wiki/Airframe_Configuration.
2. **Flight Plan:** definirá la geolocalización, los bloques y los waypoints que aparecerán en el modo navegación.
3. **Radio:** ajustará las ganancias y la funcionalidad de los canales del radio control. Paparazzi ya trae la configuración de varios modelos, si nuestro controlador no se encuentra entre ellos deberemos de generar su .xml teniendo en cuenta sus especificaciones.
4. **Telemetry:** definirá los distintos modos de telemetría del vehículo y los mensajes que se enviarán en cada uno de ellos.

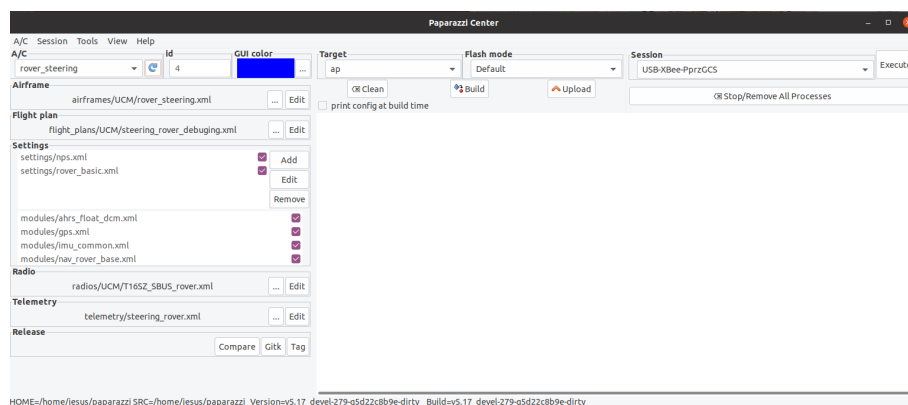


Figura 1.1: Interfaz de Paparazzi Center, el panel de control principal de PaparazziUAV.

Para compilar ...

Herramientas y sesiones ...

Capítulo 2

Ground control station

Capítulo 3

El directorio conf

Capítulo 4

El directorio sw

Capítulo 5

Un ejemplo completo: Rover Steering

Capítulo 6

Módulo de comunicación serie

El módulo de comunicación serie permite que Paparazzi establezca comunicación bidireccional con otro dispositivo a través de uno de los puertos serie. Con este módulo implementaremos el protocolo de comunicaciones entre paparazzi y la Raspberry (o el companion computer) correspondiente.

6.1. Protocolo de comunicación

La comunicación entre Paparazzi y el (companion Computer) CC será bidireccional. Todos los mensajes llevarán una marca de tiempo. Los mensajes establecidos son los siguientes:

1. Mensajes desde Paparazzi al CC

- a)* Mensaje con los datos de telemetría.
- b)* Mensaje indicando al CC que puede proceder a realizar las medidas.
- c)* Mensaje solicitando al CC la posición de la sonda.

2. Mensajes desde el CC al Paparazzi

- a)* Mensaje de respuesta a la solicitud de medida.
- b)* Mensaje periódico con la profundidad de la sonda (durante la medida).
- c)* Mensaje de finalización de medida.
- d)* Mensaje de respuesta a la solicitud de posición de la sonda con la posición.

6.1.1. Configuración del puerto serie

La configuración del puerto serie será la estándar con velocidad de 9600 baudios, tabla [6.1](#).

6.1.2. Comunicación desde paparazzi

Paparazzi enviará tres mensajes diferentes al CC. Uno de ellos periódico, el mensaje de la telemetría y el resto puntualmente.

Todos los mensajes comienzan con un byte que contiene el código ASCII de la letra **P** indicando que dicho mensaje procede de paparazzi. Todos los mensajes terminan con 2 bytes que corresponden al checksum.

Cuadro 6.1: Configuración del puerto serie

Parámetro	Valor
Velocidad	9600 (baudios)
Paridad	ninguna
Bits	8
Bits de parada	1
Control de flujo	ninguno

Las cantidades numéricas enteras sin signo se codifican usando el formato Little Endian (el byte más significativo ocupa la posición de menor índice en el mensaje). Por ejemplo si queremos enviar el número decimal 72 como hexadecimal de 2 bytes lo codificaremos como: 0x00, 0x48.

Las cantidades numéricas con signo se codifican de igual manera que las enteras sin signo pero el byte de menor índice se usa para indicar el signo: 0x01 si el signo es negativo y 0x00 si es positivo. Por ejemplo si usamos 3 bytes para codificar el número -72 lo codificaremos como 0x01, 0x00, 0x48 y el número 72 será 0x00, 0x00, 0x48.

Mensaje de telemetría

El mensaje de telemetría es un mensaje periódico que envía paparazzi al CC con los datos de telemetría: GPS y medida de Sonar. Tiene una longitud de 25 bytes y la estructura en bytes especificada en la tabla 6.2.

Cuadro 6.2: Estructura del mensaje de telemetría

Posición	Valor	Tipo	Número de bytes
0	Byte de sincronía "P"	ASCII	1
1	Tipo de mensaje "T"	ASCII	1
2 – 3	Marca de tiempo (s)	Entero sin signo	2
4 – 8	Longitud ($grad \cdot 10^7$)	Entero con signo	5
9 – 13	Latitud ($grad \cdot 10^7$)	Entero con signo	5
14 – 17	Altitud (mm)	Entero sin signo	4
18 – 21	Distancia sonar (mm)	Entero sin signo	4
22	Confianza sonar (%)	Entero sin signo	1
23 – 24	Checksum	Entero sin signo	2

En la tabla 6.3 puede verse un ejemplo de uno de estos mensajes.

Mensaje indicando al CC que puede proceder a realizar las medidas

El mensaje de inicio de medidas es un mensaje puntual que envía paparazzi al CC indicando que puede comenzar a descender la sonda para tomar medidas. Incluye los datos de telemetría: GPS y medida de Sonar. Tiene una longitud de 25 bytes y la estructura en bytes especificada en la tabla 6.4.

En la tabla 6.5 puede verse un ejemplo de un mensaje de inicio de medida.

Mensaje solicitando al CC la posición de la sonda

El mensaje de solicitud de posición de la sonda es un mensaje puntual que envía paparazzi al CC solicitando la posición de la sonda. Tiene una longitud de 6 bytes y la estructura en bytes

Cuadro 6.3: Ejemplo de un mensaje de telemetría

Byte	Valor (en hexadecimal)	Valor	Significado
0	0x50	"P"	Byte sincronía
1	0x54	"T"	Tipo mensaje
2	0x00	72 segundos	Tiempo
3	0x48		
4	0x01	$-37260579 \text{ (grad} \cdot 10^7)$	Longitud
5	0x02		
6	0x38		
7	0x8D		
8	0x23		
9	0x00	404506308 ($\text{grad} \cdot 10^7$)	Latitud
10	0x18		
11	0x1C		
12	0x46		
13	0xC4		
14	0x00	702385 (mm)	Altitud
15	0x0A		
16	0xB7		
17	0xB1		
18	0x00	8219 (mm)	Distancia sonar
19	0x00		
20	0x20		
21	0x1B		
22	0x64	100 %	Confianza
23	0x05	6405	checksum
24	0x19		

Cuadro 6.4: Estructura del mensaje de inicio de medida

Posición	Valor	Tipo	Número de bytes
0	Byte de sincronía "P"	ASCII	1
1	Tipo de mensaje "M"	ASCII	1
2 – 3	Marca de tiempo (s)	Entero sin signo	2
4 – 8	Longitud ($grad \cdot 10^7$)	Entero con signo	5
9 – 13	Latitud ($grad \cdot 10^7$)	Entero con signo	5
14 – 17	Altitud (mm)	Entero sin signo	4
18 – 21	Distancia sonar (mm)	Entero sin signo	4
22	Confianza sonar (%)	Entero sin signo	1
23 – 24	Checksum	Entero sin signo	2

especificada en la tabla 6.6.

En la tabla 6.7 puede verse un ejemplo de un mensaje de solicitud de posición de la sonda.

6.1.3. Comunicación desde el companion computer

El CC enviará a paparazzi cuatro mensajes diferentes. Uno de esos mensajes es periódico y se enviará cada segundo mientras la sonda está midiendo. El resto son mensajes puntuales.

Todos los mensajes comienzan con un byte que contiene el código ASCII de la letra **R** indicando que dicho mensaje procede de la Raspberry. Todos los mensajes terminan con 2 bytes que corresponden al checksum.

Las cantidades numéricas se codifican de la misma manera que en el caso de la comunicación desde paparazzi al CC.

Mensaje de respuesta a la solicitud de medida

El mensaje de respuesta a la solicitud de medida se enviará por parte del CC a paparazzi como respuesta al mensaje de solicitud de medida.

Tiene una longitud de 6 bytes y la estructura en bytes especificada en la tabla 6.8.

En la tabla 6.9 puede verse un ejemplo de un mensaje de respuesta a la solicitud de medida.

Mensaje periódico con la profundidad de la sonda (durante la medida)

El mensaje periódico con la profundidad de la sonda se enviará por parte del CC a paparazzi con una periodicidad de 1s mientras la sonda está midiendo.

Tiene una longitud de 8 bytes y la estructura en bytes especificada en la tabla 6.10.

En la tabla 6.11 puede verse un ejemplo de un mensaje de profundidad de la sonda.

Mensaje de finalización de medida

El mensaje de finalización de la medida se enviará por parte del CC a paparazzi al terminar el procedimiento de medida de la sonda.

Tiene una longitud de 8 bytes y la estructura en bytes especificada en la tabla 6.12.

En la tabla 6.13 puede verse un ejemplo de un mensaje de finalización de medida.

Cuadro 6.5: Ejemplo de un mensaje de inicio de medida

Byte	Valor (en hexadecimal)	Valor	Significado
0	0x50	"P"	Byte sincronía
1	0x4D	"M"	Tipo mensaje
2	0x00	72 segundos	Tiempo
3	0x48		
4	0x01	$-37260579 \text{ (grad} \cdot 10^7)$	Longitud
5	0x02		
6	0x38		
7	0x8D		
8	0x23		
9	0x00	404506308 ($\text{grad} \cdot 10^7$)	Latitud
10	0x18		
11	0x1C		
12	0x46		
13	0xC4		
14	0x00	702385 (mm)	Altitud
15	0x0A		
16	0xB7		
17	0xB1		
18	0x00	8219 (mm)	Distancia sonar
19	0x00		
20	0x20		
21	0x1B		
22	0x64	100 %	Confianza
23	0x05	1311	checksum
24	0x1F		

Cuadro 6.6: Estructura del mensaje de solicitud de posición de la sonda

Posición	Valor	Tipo	Número de bytes
0	Byte de sincronía "P"	ASCII	1
1	Tipo de mensaje "S"	ASCII	1
2 – 3	Marca de tiempo (s)	Entero sin signo	2
4 – 5	Checksum	Entero sin signo	2

Cuadro 6.7: Ejemplo de solicitud de posición de la sonda

Byte	Valor (en hexadecimal)	Valor	Significado
0	0x50	"P"	Byte sincronía
1	0x53	"S"	Tipo mensaje
2	0x00	72 segundos	Tiempo
3	0x48		
4	0x00	235	checksum
5	0xEB		

Mensaje de respuesta a la solicitud de posición de la sonda con la posición

El mensaje de respuesta a la solicitud de posición de la sonda se enviará por parte del CC a paparazzi como respuesta al mensaje de solicitud de posición por parte de paparazzi.

Tiene una longitud de 8 bytes y la estructura en bytes especificada en la tabla 6.14.

En la tabla 6.15 puede verse un ejemplo de un mensaje de posición de la sonda.

6.2. Archivo de configuración

El archivo de configuración de este módulo es *conf/modules/serial_com.xml*.

Este archivo contiene:

1. La descripción de los parámetros que habrá que configurar: el puerto de conexión y la velocidad

```
<!DOCTYPE module SYSTEM "module.dtd">
```

```
<module name="serial_com" dir="com">
```

```
<doc>
```

```
<description>
```

```
Decoder for serial protocol
```

```
Data are extracted and sent from a serial link
```

```
</description>
```

```
<configure name="SERIAL_UART" value="UARTX" description="SERIAL on which other device is connected">
```

```
<configure name="SERIAL_BAUD" value="B9600" description="UART Baudrate, default to 9600"/>
```

```
</doc>
```

2. Los parámetros para el envío de los mensajes

Cuadro 6.8: Estructura del mensaje de respuesta a la solicitud de medida

Posición	Valor	Tipo	Número de bytes
0	Byte de sincronía R"	ASCII	1
1	Tipo de mensaje .o"	ASCII	1
2 – 3	Marca de tiempo (s)	Entero sin signo	2
4 – 5	Checksum	Entero sin signo	2

Cuadro 6.9: Ejemplo de respuesta a la solicitud de medida

Byte	Valor (en hexadecimal)	Valor	Significado
0	0x52	R"	Byte sincronía
1	0x4F	.o"	Tipo mensaje
2	0x00	72 segundos	Tiempo
3	0x48		
4	0x00	233	checksum
5	0xE9		

```

<settings>
<dl_settings>
<dl_settings NAME="SR_Com">
<dl_setting MAX="1" MIN="0" STEP="1" VAR="serial_msg_setting" shortname="stream" module="m
</dl_settings>
</dl_settings>
</settings>

```

3. Las dependencias. En este caso el módulo solo depende de *uart*

```

<dep>
<depends>uart</depends>
</dep>

```

4. Las funciones programadas en el módulo (ver 6.3) que permiten iniciar la tarea, reaccionar a eventos y enviar periódicamente los mensajes.

```

<header>
<file name="serial_com.h"/>
</header>
<init fun="serial_init()"/>
<periodic fun="serial_ping()" freq="10" autorun="TRUE"/>
<event fun="serial_event()"/>

```

5. Los parámetros por defecto para el *makefile*

```

<makefile>
<configure name="SERIAL_UART" default = "UART5" case="upper|lower"/> <!-- Revisar estos co
<configure name="SERIAL_BAUD" default="B9600"/>
<file name="serial_com.c"/>
<define name="USE_${SERIAL_UART_UPPER}"/> <!-- for uart_arch-->

```

Cuadro 6.10: Estructura del mensaje periódico con la profundidad de la sonda

Posición	Valor	Tipo	Número de bytes
0	Byte de sincronía R"	ASCII	1
1	Tipo de mensaje "M"	ASCII	1
2 – 3	Marca de tiempo (s)	Entero sin signo	2
4 – 5	Profundidad (mm)	Entero sin signo	2
6 – 7	Checksum	Entero sin signo	2

Cuadro 6.11: Ejemplo de mensaje de profundidad de la sonda

Byte	Valor (en hexadecimal)	Valor	Significado
0	0x52	R"	Byte sincronía
1	0x4D	"M"	Tipo mensaje
2	0x00	72 segundos	Tiempo
3	0x48		
4	0x3D	15820 mm	Profundidad
5	0xCC		
6	0x01	496	checksum
7	0xF0		

```

<define name="SERIAL_DEV" value="$(SERIAL_UART_LOWER)"/>
<define name="$(SERIAL_UART_UPPER)_BAUD" value="$(SERIAL_BAUD)"/>
</makefile>
</module>

```

6.3. Archivos de código

Cuadro 6.12: Estructura del mensaje de finalización de medida

Posición	Valor	Tipo	Número de bytes
0	Byte de sincronía R"	ASCII	1
1	Tipo de mensaje "F"	ASCII	1
2 – 3	Marca de tiempo (s)	Entero sin signo	2
4 – 5	Profundidad (mm)	Entero sin signo	2
6 – 7	Checksum	Entero sin signo	2

Cuadro 6.13: Ejemplo de mensaje de finalización de medida

Byte	Valor (en hexadecimal)	Valor	Significado
0	0x52	R"	Byte sincronía
1	0x46	"M"	Tipo mensaje
2	0x00	72 segundos	Tiempo
3	0x48		
4	0x00	0 mm	Profundidad
5	0x00		
6	0x00	224	checksum
7	0xE0		

Cuadro 6.14: Estructura del mensaje de posición de la sonda

Posición	Valor	Tipo	Número de bytes
0	Byte de sincronía R"	ASCII	1
1	Tipo de mensaje "P"	ASCII	1
2 – 3	Marca de tiempo (s)	Entero sin signo	2
4 – 5	Profundidad (mm)	Entero sin signo	2
6 – 7	Checksum	Entero sin signo	2

Cuadro 6.15: Ejemplo de mensaje de posición de la sonda

Byte	Valor (en hexadecimal)	Valor	Significado
0	0x52	R"	Byte sincronía
1	0x50	"P"	Tipo mensaje
2	0x00	72 segundos	Tiempo
3	0x48		
4	0x12	4776 mm	Profundidad
5	0xA8		
6	0x01	420	checksum
7	0xA4		