



HPI 3D

Protocolo de comunicación

Wrocław 21 Feb 2019
Rev. A.4

1. INTRODUCTION

La comunicación del PC con un hardware HPI se realiza físicamente a través del puerto USB, o inalámbrico a través de Bluetooth. Los controladores para la comunicación USB se adjuntan en el paquete de instalación, en el catálogo de HPI Software / FTDI Driver o en el sitio FTDI: <http://www.ftdichip.com/FTDrivers.htm>.

Después de encender o reiniciar el dispositivo, tras 10 segundos, el firmware del dispositivo está listo para funcionar, mostrándose la petición de datos.

Hay cinco tipos principales de datos que se pueden obtener del láser:

- Distancia
- Velocidad
- Dinámico
- Meteo

Los detalles del protocolo se describen en el siguiente párrafo.

Parámetros del puerto USB / COM	
Velocidad	3000000 bps
Longitud de datos	8 bit
Bit de parada	1 bit de parada
Paridad	No
Establecimiento de comunicación	No

Parámetros del puerto BT	
Velocidad	230400 bps
Longitud de datos	8 bit
Bit de parada	1 bit de parada
Paridad	No
Establecimiento de comunicación	No

2. DETALLES DEL PROTOCOLO

2.1 Cuadro al dispositivo

| INICIO | COMANDO | DATOS | CRC |

INICIO - 1 byte- siempre 0xAA
 COMANDO - 2 bytes
 DATOS - 4 bytes
 CRC - 1 byte

Lista de tipos de cuadros del sistema:

0xB0, 0x32	LEER DISTANCIA ACTIVADO
Cuadro	0xAA 0xB0 0x32 0 0 0 0 CRC
	Después de este comando, el sistema cambia el tipo de resultado a distancia y comienza a enviar datos de distancia al PC. La respuesta es el cuadro DATOS DE DISTANCIA .
0xB0, 0x33	LEER DISTANCIA DESACTIVADO
Cuadro	0xAA 0xB0 0x33 0 0 0 0 CRC
	Este comando finaliza la transferencia de datos de distancia medida al PC.
0xB0, 0x34	LEER VELOCIDAD ACTIVADO
Cuadro	0xAA 0xB0 0x34 0 0 0 0 CRC
	Después de este comando, el sistema cambia el tipo de resultado a velocidad y comienza a enviar datos de distancia al PC. La respuesta es el cuadro DATOS DE VELOCIDAD
0xB0, 0x35	LEER VELOCIDAD DESACTIVADO
Cuadro	0xAA 0xB0 0x35 0 0 0 0 CRC
	Este comando finaliza la transferencia de datos de velocidad medida al PC.

0xB0, 0x3C	NO ENVÍA NINGUNA CORRIENTE DE DATOS															
Cuadro	0xAA 0xB0 0x3C 0 0 0 0 CRC															
	Este comando desactiva toda la transferencia automática de datos del dispositivo al PC (es decir, distancia, velocidad, etc.)															
0xB0, 0x3D	BORRAR BANDERA DE 'NIVEL DE PEQUEÑA SEÑAL'															
Cuadro	0xAA 0xB0 0x3D 0 0 0 0 CRC															
	Este comando restablece la bandera de 'Nivel de pequeña señal' en el sistema. Después de enviar este comando, es necesario borrar los valores medidos.															
0xB0, 0x3F	BORRAR BANDERA DE 'EXCESO DE VELOCIDAD'															
Cuadro	0xAA 0xB0 0x3F 0 0 0 0 CRC															
	Este comando restablece el indicador 'Exceso de velocidad' en el sistema. Después de enviar este comando, es necesario borrar los valores medidos.															
0xB0, 0x40	BORRAR BANDERA DE 'CAPTURA EXTERNA'															
Cuadro	0xAA 0xB0 0x40 0 0 0 0 CRC															
	Este comando restablece el indicador 'Captura externa'. Debe enviarse cada vez que se utiliza un disparador externo para capturar el resultado. Antes de enviar este comando, el sistema no es sensible al disparador.															
0xB0, 0xAE	DINÁMICO ACTIVADO															
Cuadro	0xAA 0xB0 0xAE 0 0 0 0 CRC															
	<p>Después de este comando, el sistema comienza a enviar datos dinámicos a la aplicación.</p> <p>SAMPLE_RATE (Word) acepta uno de los siguientes valores decimales:</p> <table border="0"> <tr> <td>1 – 10 Hz</td> <td>50-500 Hz</td> <td>2000-20 kHz</td> </tr> <tr> <td>2 – 20 Hz</td> <td>100- 1 kHz</td> <td>5000-50 kHz</td> </tr> <tr> <td>5 – 50 Hz</td> <td>200-2 kHz</td> <td>10000-100 kHz</td> </tr> <tr> <td>10 – 100 Hz</td> <td>500-5 kHz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20 – 200 Hz</td> <td>1000-10 kHz</td> <td></td> </tr> </table> <p>Para una frecuencia de muestreo entre 10 Hz y 10 kHz, la respuesta es el marco de DATOS DINÁMICOS. Para una frecuencia de muestreo más alta, la respuesta es DATOS DINÁMICOS RÁPIDOS</p>	1 – 10 Hz	50-500 Hz	2000-20 kHz	2 – 20 Hz	100- 1 kHz	5000-50 kHz	5 – 50 Hz	200-2 kHz	10000-100 kHz	10 – 100 Hz	500-5 kHz		20 – 200 Hz	1000-10 kHz	
1 – 10 Hz	50-500 Hz	2000-20 kHz														
2 – 20 Hz	100- 1 kHz	5000-50 kHz														
5 – 50 Hz	200-2 kHz	10000-100 kHz														
10 – 100 Hz	500-5 kHz															
20 – 200 Hz	1000-10 kHz															

0xB0, 0xAF	DINÁMICO DESACTIVADO
Cuadro	0xAA 0xB0 0xAF 0 0 0 0 CRC
	Este comando detiene la transferencia de datos dinámicos.
0xB0, 0x79	METEO ACTIVADO
Cuadro	0xAA 0xB0 0x79 0 0 0 0 CRC
	Este comando enciende la unidad TPH (estación meteorológica) en el sistema y comienza a enviar datos meteo a la aplicación. La respuesta es el cuadro DATOS METEO INALÁMBRICOS enviado periódicamente cada 1 segundo para cada sensor de forma independiente.
0xB0, 0x7A	METEO DESACTIVADO
Cuadro	0xAA 0xB0 0x7A 0 0 0 0 CRC
	Este comando apaga la unidad TPH (estación meteo) en el sistema y detiene la transferencia de datos meteo a la aplicación.
0xB0, 0x48	RESULTADOS ABSOLUTOS DE LA MEDIDA
Cuadro	0xAA 0xB0 0x48 0 0 0 0 CRC
	Este comando fuerza el resultado medido a cero. No borra los datos en espera en la cola de quince del sistema.
0xB0, 0x58	LECTURA DE DATOS XY ACTIVADA
Cuadro	0xAA 0xB0 0x58 0 0 0 0 CRC
	Este comando cambia el modo DPS a XY (sistema de posicionamiento 3D). Si se selecciona la opción DSP STREAM, este sistema de comando comienza a colocar los datos XY medidos del DPS en la cola de quince en el sistema y envía datos de la cola a la aplicación. La respuesta es el cuadro DATOS XY (cuadros de DSP).

0xB0, 0x59	LECTURA DE DATOS XY DESACTIVADA
Cuadro	0xAA 0xB0 0x59 0 0 0 0 CRC
	Este comando termina colocando los resultados XY medidos (sistema de posicionamiento 3D) en la cola de quince en el sistema. Si no ha habido otro comando que ponga datos en la cola, detiene toda la transmisión a la aplicación. DSP STREAM no está desactivado.

0xB0, 0x5D	LECTURA DE DATOS XYZ ACTIVADA
Cuadro	0xAA 0xB0 0x5D 0 0 0 0 CRC
	Este comando cambia el modo DPS a XYZ (giroscopio de cabezal láser). Si se selecciona la opción DSP STREAM, este sistema de comando comienza a colocar los datos XYZ medidos de DSP en la cola de quince en el sistema y envía datos de la cola a la aplicación. La respuesta es el cuadro XYZ DATA (cuadros de DSP).

0xB0, 0x5E	LECTURA DE DATOS XYZ DESACTIVADA
Cuadro	0xAA 0xB0 0x5E 0 0 0 0 CRC
	Este comando termina colocando los resultados XY medidos (sistema de posicionamiento 3D) en la cola de quince en el sistema. Si no ha habido otro comando que ponga datos en la cola, detiene toda la transmisión a la aplicación. DSP STREAM no está desactivado

0xB0, 0x91	CABEZAL LÁSER ENCENDIDO
Cuadro	0xAA 0xB0 0x91 0 0 0 0 CRC
	Cuadro que enciende el cabezal láser.

0xB0, 0x92	CABEZAL LÁSER APAGADO
Cuadro	0xAA 0xB0 0x92 0 0 0 0 CRC
	Cuadro que apaga el cabezal láser.

2.2 Marco del dispositivo

| INICIO | COMANDO | DATOS | CRC |

INICIO del cuadro = **0xAA**:

INICIO	- 1 byte - 0xAA (FFT y DATOS DINÁMICOS - 0xAB)
COMANDO	- 2 bytes
DATOS	- 12 bytes
CRC	- 1 byte

INICIO del cuadro = **0xAB**:

| INICIO | NIVEL | COMANDO | BANDERA | DATOS (tamaño del cuadro 117 bytes)

INICIO	- 1 byte
NIVEL	- 1 byte
COMANDO	- 1 bytes
BANDERA	- 2 bytes
DATOS	- 112 bytes

INICIO del cuadro = **0xAC**:

| INICIO | COMANDO | NIVEL | BANDERA | DATOS | CRC2 | (tamaño del cuadro 26 bytes)

INICIO	- 1 byte
COMANDO	- 2 bytes
NIVEL	- 1 byte
BANDERA	- 2 bytes
DATOS	- 18 bytes
CRC2	- 2 bytes

Lista de tipos de cuadros del sistema:

0xB0, 0x00	OK
Cuadro:	0xAA 0xB0 COM 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 CRC
	COM es igual al número de comando reconocido. Debe recibirse después del comando enumerado y significa que el comando fue recibido y ejecutado.
0xB0, 0x15	DATOS DE DISTANCIA (enviados automáticamente cada 40 ms)
Cuadro:	0xAA 0xB0 0x15 DISTANCIA – 7 bytes 0 0 BANDERA2 BANDERA NIVEL CRC
	<p>DISTANCIA es un valor de distancia en unidades de 100 pm</p> <p>BANDERA es un primer byte del estado del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1er bit - si el cabezal láser configurado está listo para medir - 3er bit: es la bandera de 'sobrecalentamiento' - 4to bit: es la bandera de 'Nivel de pequeña señal' <p>BANDERA2 es un segundo byte del estado del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3er bit - si está configurado, se produjo "Exceso de velocidad" <p>NIVEL es el valor de potencia de la señal del rayo láser en un fotodiodo receptor.</p>
0xB0, 0x16	DATOS DE VELOCIDAD (enviados automáticamente cada 40 ms)
Cuadro:	0xAA 0xB0 0x16 VELOCIDAD - 4 bytes 0 0 0 0 BANDERA2 BANDERA NIVEL
	<p>VELOCIDAD es un valor de velocidad en unidades de 100 nm/s.</p> <p>BANDERA es un primer byte del estado del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1er bit - si el cabezal láser configurado está listo para medir - 3er bit: es la bandera de 'sobrecalentamiento' - 4to bit: es la bandera de 'Nivel de pequeña señal' <p>BANDERA2 es un segundo byte del estado del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3er bit - si está configurado, se produjo "Exceso de velocidad" <p>NIVEL es el valor de potencia de la señal del rayo láser en un fotodiodo receptor.</p>

0xB0, 0x0D	DATOS DINÁMICOS (enviados automáticamente cada 10µs)
Cuadro:	0xAC 0xB0 0x0D NIVEL BANDERA2 BANDERA DATOS DINÁMICOS (6B + (3 x 4B)) CRC2 - tamaño 26 bytes
	<p>Los DATOS DINÁMICOS incluyen 4 valores: el primer dato, absoluto, tiene una longitud de 6 bytes, los siguientes datos diferenciales tienen una longitud de 4 bytes. Todos los datos están en unidades de 100 pm.</p> <p>BANDERA es un primer byte del estado del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1er bit - si el cabezal láser configurado está listo para medir - 3er bit: es la bandera de 'sobrecalentamiento' - 4to bit: es la bandera de 'Nivel de pequeña señal' <p>BANDERA2 es un segundo byte del estado del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3er bit - si está configurado, se produjo "Exceso de velocidad" <p>CRC2 - suma de los primeros 24 bytes - tamaño 2 bytes NIVEL es el valor de potencia de la señal del rayo láser en un fotodiodo receptor.</p>
0x17	DATOS DINÁMICOS RÁPIDOS (enviados automáticamente cada 10µs)
Cuadro:	0xAB NIVEL 0x17 BANDERA2 BANDERA DATOS DINÁMICOS (38b + (39 x 22b)) -
	<p>Los DATOS DINÁMICOS incluyen 40 valores de distancia comprimida especial para ganar mayor velocidad de transmisión. En un cuadro largo se transmiten 40 palabras de datos: el primer dato, absoluto, tiene una longitud de 38 bits, el siguiente dato diferencial es 22 bits de largo. Todos los datos están en unidades de 100 pm.</p> <p>BANDERA es un primer byte del estado del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1er bit - si el cabezal láser configurado está listo para medir - 3er bit: es la bandera de 'sobrecalentamiento' - 4to bit: es la bandera de 'Nivel de pequeña señal' <p>BANDERA2 es un segundo byte del estado del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3er bit - si está configurado, se produjo "Exceso de velocidad" <p>NIVEL es el valor de potencia de la señal del rayo láser en un fotodiodo receptor.</p>

0xB0, 0x0A	DATOS METEO INALÁMBRICOS (enviados automáticamente cada 1s, independientemente para cada sensor)
Cuadro:	 0xAA 0xB0 0x0A DATOS METEO – 12 bytes CRC
	<p>DATOS METEO incluye seis parámetros ambientales:</p> <p>1º byte - número de sensor inalámbrico: 0 - temperatura del aire, 1-3 temperatura base</p> <p>2º - 3º byte - temp. medida por sensor inalámbrico [0.01 C]</p> <p>4º byte: humedad del aire [1%]</p> <p>5º byte - estado de la batería</p> <p>6º byte - estado del enlace inalámbrico</p> <p>7º - 8º byte - presión de aire medida por sensor en unidad TPH [0,1 hPa]</p> <p>Este cuadro se recibe cuando los sensores meteorológicos inalámbricos están conectados al sistema</p>

3. ALGORITMOS

3.1 Algoritmo CRC

A continuación, se presenta la función para calcular la suma de control del cuadro (escrita en C ++).

```

unsigned char Count_CRC(unsigned char crc, unsigned char c)
{
    const unsigned char CRC_MASK = 0x31;
    unsigned char cnt;
    for(cnt = 0; cnt < 8; cnt++)
    {
        if((crc^c) & 0x80)
            crc = (crc << 1)^CRC_MASK;
        else
            crc <<= 1;
        c <<= 1;
    }
    return crc;
}

```



Esta función tiene dos argumentos y devuelve un resultado. El primer argumento es CRC, del cálculo anterior, y el segundo argumento es el siguiente byte del cuadro de transmisión. El valor inicial de CRC antes de comenzar a contar debe ser igual a 0xFF.

A continuación, se presenta un ejemplo para el cálculo de la trama de bytes CRC al dispositivo:

```
Data_Frame[7] = 0xFF;
for(int i = 0; i < 7; i++)
Data_Frame[7] = Count(Data_Frame[7], Data_Frame[i]);
```

To test value of CRC in received frame may use code as below:

```
CRC = 0xFF;

for(int i = 0; i < 16; i++)
CRC = Count_CRC(CRC, Data_Frame[i]);

if(CRC == 0)
...data are correct...
else
...transition error...
```

3.2 Algoritmo FTDI

Conjunto de procedimientos USB para acceder a través del driver FTDI USB. Para obtener más información, consulte: <http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm>.

```
#include "FTD2XX.h"
FT_HANDLE Con_Handle;
unsigned long device_number;
FT_DEVICE_LIST_INFO_NODE device_table[16];
FT_STATUS is_ok;

FT_CreateDeviceInfoList(&device_number);
FT_GetDeviceInfoList(device_table,&device_number);
FT_Open(i,&Con_Handle);
FT_SetBaudRate(Con_Handle,3000000);
FT_SetDataCharacteristics(Con_Handle, FT_BITS_8, FT_STOP_BITS_1, FT_PARITY_NONE);
FT_SetTimeouts(Con_Handle, 5000, 1000);
FT_Purge(Con_Handle, FT_PURGE_RX | FT_PURGE_TX);

FT_Write(Con_Handle, buffer, 2, &Number_Bytes_Written);
FT_Read(Con_Handle, buffer, 1, &Number_Bytes_Read);
```

4. PROCEDIMIENTOS DE INICIALIZACIÓN Y MEDICIÓN

4.1 Inicialización de medida simple

Después de encender, HPI necesita 4-5 minutos para calentarse (depende de las condiciones externas). Durante este tiempo no se puede continuar con la medición. Cuando se establece el bit LSB en el byte FLAG, la frecuencia del láser se estabiliza y es posible medir.

Para comenzar la transferencia de los resultados de la medida, es necesario ejecutar los comandos 0xB0, 0x32 o 0xB0, 0x36. Después, el dispositivo envía los resultados de la medición de forma continua con un período de tiempo de 40 ms.

Si se establece el primer bit en el byte FLAG, el cabezal láser está listo para medir.

La aplicación debe controlar BANDERA y BANDERA 2 en cada fotograma para controlar si el resultado medido es correcto.

Después de darse cualquier error, los datos de la medida pueden ser incorrectos. Por lo tanto, se requiere restablecer la medida y eliminar la bandera enviando los comandos adecuados.