**Encendido del sistema**

1. Al encender el sistema, la RPi envía una solicitud para actualizar el tiempo del Master con la hora del GPS, red o RTC.
2. El Master activa la interrupción externa para incrementar la hora del reloj.
   1. El Master envía la hora a la RPi.
   2. El Master envía la hora a los nodos.
   3. El nodo activa una bandera para indicar que recibió la hora.
   4. El Master genera los pulsos en los nodos para que incrementen la hora.
3. La RPi envía una solicitud de inicio de muestreo al Master y este lo reenvía a todos los nodos.
4. Los nodos responden con la dirección del sector donde empezaron la escribir.
5. Los nodos empiezan el muestreo y almacenan los datos en la SD.

**Conexión de un nuevo Nodo**

1. El nodo inicia con la interrupción externa encendida.
2. Dentro de la interrupción revisa el estado de la bandera que indica si recibió la hora.
   1. Si la bandera es igual a 0, envía una petición de actualización de tiempo por RS485.
3. El Master recibe la petición a través de una interrupción por UART.
4. El Master envía la trama de tiempo al nodo por RS485.
5. El Master activa el pulso de interrupción en el nodo correspondiente.
6. El nodo empieza a incrementar su tiempo interno.
7. El Master envía una solicitud de inicio de muestreo al nodo.
8. El nodo empieza el muestreo y almacena los datos en la SD.

**Bajada de datos de los nodos**

1. La RPi envía una solicitud de lectura al Master especificando el id del nodo, el sector, la fecha, la hora y la duración del evento en segundos.
2. El Master reenvía la solicitud al nodo.
3. El nodo recibe la solicitud y la procesa.
4. El nodo responde la solicitud al Master la solicitud.
   1. Si la respuesta del nodo es que el dato no esta disponible, el Master reenvía la respuesta a la RPi y esta toma la decisión de que hacer (pedir de nuevo la información o pedir la información de otro nodo)
   2. Si la respuesta del nodo es que el dato esta disponible, el Master se prepara para recibir la información del primer sector y envía una respuesta a la RPi para que cree un archivo para almacenar los datos pedidos.
5. El Master recibe los sectores y los reenvía a la RPi uno por uno.
6. La RPi guarda todos los sectores y cierra el archivo.

**Funciones y parámetros**

1. **Muestreo:**

**Función:** 0xF1

**Subfunciones:** Iniciar, detener, leer (0xD1, 0xD2, 0xD3)

**Iniciar:**

Parámetros = Escribir, sobrescribir

Pyload = [0xD1, 0|1]

NumDatos = 2

**Detener:**

Parámetros = ninguno

Pyload = [0xD2]

NumDatos = 1

**Leer:**

Parámetros = sector, tiempo, duración

Pyload = [0xD3, SMSB, S2, S1, SLSB, aa, mm, dd, hh, mm, ss, duracionSegundos]

NumDatos = 12

1. **Tiempo:**

**Función:** 0xF2

**Subfunciones:** Establecer, leer (0xD1, 0xD2)

**Establecer:**

Parámetros = tiempo

Pyload = [0xD1, aa, mm, dd, hh, mm, ss]

Numdatos = 7

**Leer:**

Parámetros = ninguno

Pyload = [0xD2]

NumDatos = 1

1. **Comprobar comunicación:**

**Función:** 0xF3

**Ejemplos de solicitudes**

**Constantes:**

***Cabecera*** = [Inicio, Dirección, Función, #datos]

***CabeceraV2*** = [Inicio, Dirección, Función, Subfuncion, #datos]

***Fin de trama*** = [0x0D, 0x0A]

**Sincronización de nodos (Función F1, subfunción D1):**

***Master envía:***

Cabecera= [0x3A, 255, 0xF1, 7]

Pyload = [Subfunción, aa, mm, dd, hh, mm, ss]

Pyload = [0xD1, 0x20, 0x6, 0x18, 0x15, 0x0, 0x0]

***Nodo procesa:***

tramaCabeceraRS485 = [0x3A, 255, 0xF2, 7]

tramaPyloadRS485 = [0xD1, 0x20, 0x6, 0x18, 0x15, 0x0, 0x0, 0x0D, 0x0A]

función = tramaCabeceraRS485[2]

subfunción = tramaPyloadRS485[0]

tiempo = tramaPyloadRS485[1:8]

***Nodo responde:***

La hora del master.

**Lectura de reloj del nodo (Función F1, subfunción D2):**

***Master envía:***

Cabecera= [0x3A, 5, 0xF1, 1]

Pyload = [Subfunción]

Pyload = [0xD2]

***Nodo procesa:***

tramaCabeceraRS485 = [0x3A, 5, 0xF1, 1]

tramaPyloadRS485 = [0xD2]

función = tramaCabeceraRS485[2]

subfunción = tramaPyloadRS485[0]

***Nodo responde:***

Cabecera= tramaCabeceraRS485 = [0x3A, 5, 0xF2, 6] => modifico la dirección y el número de datos

Pyload = tramaTiempo

**Iniciar muestreo (Función F2, Subfunción D1):**

***Master envía:***

Cabecera= [0x3A, 255, 0xF2, 2]

Pyload = [Subfunción, sobrescribir1/0]

Pyload = [0xD1, 0] => sobrescribir = no

***Nodo procesa:***

tramaCabeceraRS485 = [0x3A, 255, 0xF2, 2]

tramaPyloadRS485 = [0xD1 0]

función = tramaCabeceraRS485[2]

subfunción = tramaPyloadRS485[0]

***Nodo responde:***

\*\*Nada por ahora

**Detener muestreo (Función F2, Subfunción D2):**

***Master envía:***

Cabecera= [0x3A, 255, 0xF2, 1]

Pyload = [Subfunción]

Pyload = [0xD2]

***Nodo procesa:***

tramaCabeceraRS485 = [0x3A, 255, 0xF2, 1]

tramaPyloadRS485 = [0xD2]

función = tramaCabeceraRS485[2]

subfunción = tramaPyloadRS485[0]

***Nodo responde:***

\*\*Nada por ahora

**Inspeccionar sector (Función F3, Subfunción D2):**

El Master envía como parámetro la dirección del nodo y el sector que desea analizar. El nodo responde con la hora y fecha almacenada en ese sector, o mejor dicho el contenido de la ubicación donde se supone que esta almacena esa información.

***Master envía:***

Cabecera = [0x3A, 5, 0xF3, 5]

Pyload = [Subfunción, SMSB, S2, S1, SLSB]

Lectura de 100 segundos del sector 1000:

Sector = 1000d = 0x03EB

Pyload = [0xD3, 0x0, 0x0, 0x03, 0xEB]

***Nodo procesa:***

tramaCabeceraRS485 = [0x3A, 5, 0xF1, 1]

tramaPyloadRS485 = [0xD3, 0x0, 0x0, 0x03, 0xEB]

***Nodo responde:***

Cabecera= tramaCabeceraRS485 => modifico la dirección y el número de datos

Pyload = datos tiempo sector

**Programas Raspberry:**

**Importante:**

B1 => Tiempo

B2 => Control Muestreo

B3 => Control Sectores

1. **SincronizarTiempoSistema(r):** Iguala el reloj del master y TODOS los nodos.

***Parámetros de entrada:*** Fuente de reloj

* r: Hora de red
* g: Hora de GPS

***Retorna:*** La hora del Master

***Función:*** F1, D1

1. **LeerTiempoNodo(255):** Lee la hora y la fecha de un nodo especifico.

***Parámetros de entrada:*** Dirección del nodo. En caso de poner la dirección de broadcast hace un barrido de las direcciones de los nodos teniendo en cuenta un slot de tiempo para evitar interferencias.

***Retorna:*** La dirección del nodo con su fecha y hora correspondiente.

***Función:*** F1, D2

1. **IniciarMuestreo(255, 1):** Inicia el muestreo en los nodos.

***Parámetros de entrada:*** Dirección del nodo. Permiso para sobrescribir la SD del nodo. En caso de poner la dirección de broadcast hace un barrido de las direcciones de los nodos teniendo en cuenta un slot de tiempo para evitar interferencias.

* 0: No sobrescribe la SD
* 1: Sobrescribe la SD

***Retorna:*** La dirección del nodo, el sector donde empezó la escritura y la hora/fecha del nodo.

***Función:*** F2, D1

1. **DetenerMuestreo(255):** Detiene el muestreo de los nodos.

***Parámetros de entrada*:** Dirección del nodo. Admite dirección broadcast.

***Retorna:*** Nada. Mensaje de confirmación.

***Función:*** F2, D2

**\*\* Muestrear(255, 1, 1):** Inicia el muestreo en los nodos.

***Parámetros de entrada:*** Dirección del nodo. Muestreo (1=iniciar, 0=detener). Sobreescritura de la SD (0=No, 1=Si)

***Retorna:*** Nada

***Función:*** F2, D1

1. **InformacionSectores(255):** Recupera información acerca de los sectores de la SD.

***Parámetros de entrada:*** Dirección del nodo.

***Retorna:*** Dirección del nodo. Primer sector físico. Primer sector escrito en la última petición de muestreo. Ultimo sector escrito. Fechas y horas asociadas.

***Función:*** F3, D1

1. **InspeccionarSector(255, Sector):** Recupera la hora y fecha del sector seleccionado.

***Parámetros de entrada*:** Numero del sector que se desea inspeccionar. Dirección del nodo.

***Retorna:*** Numero del sector en el nodo, hora/fecha. Si se solicita la información de un sector vacío o con información incongruente devuelve una advertencia.

***Función:*** F3, D2

1. **LeerAceleracion(id, Sector, periodo):** Recupera los datos de aceleración de un periodo de tiempo a partir del sector especificado.

***Parámetros de entrada*:** Dirección del nodo. Sector a partir del cual se va a leer los datos de aceleración. Periodo de tiempo de lectura en segundos.

Retorna: Archivo binario con los datos de aceleración requeridos. Formato del nombre: dirección\_aammddhhmmss\_duracion.dat

***Función:*** F3, D3

**Rutinas SPI Master:**

1. **A0:** Rutina para enviar la petición de operación a la RPi
2. **A1:** Rutina para iniciar el muestreo en los nodos
3. **A2:** Rutina para detener el muestreo en los nodos
4. **A3:** Rutina de lectura de los datos del acelerómetro\* (Aun no está implementado)
5. **A4:** Rutina para obtener la hora de la RPi
6. **A5:** Rutina para enviar la hora local a la RPi y a los nodos
7. **A6:** Rutina para obtener la referencia de tiempo (1=GPS, 2=RTC)
8. **A7:** Rutina para obtener el tiempo de los nodos
9. **A8:** Rutina para testeo de la comunicación RS485
10. **A9:** Rutina para enviar la trama de prueba
11. **AA:** Rutina para enviar el contenido del pyload de la trama RS485 a la RPi

**Observaciones generales.**

Lo ideal es reducir la máxima cantidad posible de trabajo a los nodos. Por ejemplo, en lugar de hacer que sean los nodos quienes busquen los datos de aceleración almacenados en la SD, se hará que sea la RPi quien le indique el sector que debe leer; de esta manera el nodo solo se limitara a comprobar primero si el dato es el correcto para luego responder con la información solicitada o el dato del tiempo del sector si no coincide con la información solicitada. Así será la RPi quien tenga que hacer un nuevo cálculo para antes de volver a solicitar la información al nodo.

La prioridad de las tareas esta en este orden:

1. Sincronizar los nodos y garantizar que se están almacenando los datos. Esto debo presentar mañana. La experiencia de lo sucedido con las estaciones de Chanlud, Labrado y la Centro Sur, indican que la memoria de 16Gb puede almacenar hasta 3 meses de datos.
2. Sincronización con el GPS.
3. Bajada de datos por sector sin revisión.
4. Bajada de datos por sector con revisión.

Los programas en red son más fáciles de implementar en Python y funcionan mejor. C es más conveniente para implementar programas que requieren velocidad y precisión. Lo más conveniente es combinar ambos lenguajes para utilizar lo mejor de cada uno.

El sistema funciona distinto al sistema de registro continuo en el sentido de que no es necesario que el sistema de control en la Raspberry Pi funcione de manera continua si no solo en los momentos de que se requiera hacer una acción especifica sobre los nodos como por ejemplo igualar el reloj, probar la comunicación o bajar los datos.