



## Hora correcta para FT8 en cualquier situación

por Hugo Bianchi (LU6BHB) para BARC (LU4BB)

El espíritu de estas líneas es facilitarle, a un radio aficionado, la implementación del sincronismo de la hora de la PC que empleamos en modos digitales, de forma simple y práctica.

Un colega experimentado encontrará en estas líneas un resumen de tres de los recursos más útiles, a mi criterio, para afrontar distintas situaciones prácticas y que son discutidos en forma crítica y con ejemplos actuales que funcionan en el mundo real.

Este artículo no va a enseñar a un lector curioso temas de metrología de la hora según estándares actuales, un tema complejo técnicamente y reservado a especialistas.

El texto es un resumen de diversos manuales disponibles en la red (los más importantes están citados en las referencias), junto a mi experiencia personal y comentarios útiles.

Joe Taylor (K1JT), en los manuales de FT8, recomienda revisar la hora correcta de la PC empleando la página <http://Time.is>

No poseo un reloj atómico en casa ni tengo acceso a la hora exacta, los comentarios de la precisión alcanzada surgen de estimaciones que suponen que la hora de Time.is es la correcta. La página muestra una estadística básica para asignar un error que en mi caso es bastante alto debido a la calidad de la conexión de internet que sufre toda la región. Probé empleando la red de datos desde CABA por telefonía celular con estadísticas y errores similares.

Para esta discusión lo más importante es la estabilidad de la hora empleada como referencia, la precisión que necesita un radioaficionado por suerte no es muy alta. Time.is es la mejor referencia que encontré y es la recomendada por los autores de los programas JTDX y WSJT-X.

Después de operar un tiempo en FT8, uno empieza a entender la importancia del sincronismo de hora de la PC al ver los valores de las diferencias de sincronismo entre nuestra estación y la de los colegas, mostrada en la columna de valores DT en el programa de decodificación; esos valores están expresados en segundos. Uno también observa que la hora de Windows habitualmente no es lo suficientemente exacta para los requerimientos de FT8 porque vemos valores erráticos de DT.

La hora de Windows puede funcionar sincronizando nuestra PC, del mismo modo que el sincronismo manual de la hora de la computadora. Mi estación funcionó por un tiempo empleando esos métodos. Esta solución es una solución precaria del problema que hace que los mensajes de FT8 no lleguen a destino en forma confiable. Windows mejoró mucho su algoritmo de sincronización con Win 10 pero aún sigue siendo un modo primitivo de sincronizar la computadora.

Este artículo presenta ejemplos de implementaciones de la hora en la PC empleando técnicas precisas y automáticas. La idea es resolver el tema de sincronismo de nuestra estación, incluso al operar en una activación en zona remota donde se ve a muchos colegas con problemas para conservar la hora durante sus transmisiones.

### Por qué es crítica la hora en FT8 ?

A diferencia de los modos digitales convencionales, FT8, JT65 y otros, son susceptibles a la exactitud de la hora de la computadora empleada en la decodificación.

## Métodos simples de sincronismo de hora para radioaficionados

Abril 2020

Radio Station WWV | NIST

Estación Emisora Argentina | SHN



### Radio Station WWV NIST

La estación de radio de NIST, WWV, transmite información de tiempo y frecuencia 24 horas por día en forma continuada a millones de usuarios en el mundo.

WWV está ubicada en las proximidades de Fort Collins, Colorado en USA. La información transmitida incluye anuncios de la hora, intervalos de tiempo estándar, frecuencias estándares, correcciones de UT1 y código BCD de hora.

Las frecuencias usadas son 2.50, 5.00, 10, 15 y 20 MHz

Modulación: Las señales emitidas por WWV usan doble banda lateral en AM.

<https://www.nist.gov/pml/time-and-frequency-division/radio-stations/wwv>

El programa decodificador necesita conocer el sincronismo de la señal con una precisión mejor que los 20 ms. Ese sincronismo tan exacto, se obtiene de la misma señal recibida por nuestra radio. El problema es que la sensibilidad del programa para determinar el sincronismo de la señal recibida cae mucho si el reloj de la PC no está sincronizado mejor<sup>1</sup> que 500 ms.

El programa de decodificación (JTDX o WSJT-X) muestra en la ventana de trabajo valores de DT para cada estación escuchada. Algunos colegas tienen mal el sincronismo de hora de su computadora (valores de DT=1.8 s por ejemplo) y vemos que tienen muy pocas estaciones que los contactan.

Lo que está sucediendo, es que pocas estaciones los escuchan y ellos escuchan pocas estaciones.

Un error en la hora de la PC se traduce en baja sensibilidad debido que al programa le cuesta encontrar las secuencias de símbolos que emplea para determinar el sincronismo de la señal y poder decodificarla.

Una PC sin la hora correcta (error mayor que el segundo) es incapaz de decodificar adecuadamente el tráfico de este tipo de mensajes<sup>2</sup>, no importa la condición de propagación que no encontremos.

Adicionalmente, valores muy altos de DT se traducen en QRM afectando las transmisiones de otros colegas al no respetar los ciclos de Rx y Tx que usan estos programas.

## Network Time Protocol (NTP)

K1JT y sus colaboradores recomiendan la implementación de la hora mediante un servicio que emplee el protocolo NTP<sup>3</sup> usando el instalador gratuito distribuido por Meinberg (lo llamaremos Meinberg NTP)<sup>4</sup>.

NTP es un protocolo de sincronización de hora para computadoras de dominio público que fue diseñado originalmente por David L. Mills de la Universidad de Delaware y permanece vigente como un estándar. Meinberg es una empresa que mantiene una de las distribuciones del algoritmo original en forma gratuita incluyendo NTP service (ntpd) para Windows que es similar al que incluye UNIX en su kernel.

Una ventaja de esta solución sobre infinitas opciones, es que el reloj de la computadora se corrige en forma gradual de modo de no alterar la decodificación de las señales mientras son recibidas por la radio.

La tecnología empleada por este servicio de sincronismo de hora explica porque al encender la PC, puede ocurrir que pasan varios minutos antes que se logra la hora correcta y la decodificación de los mensajes FT8 en la ventana. Una situación que muchos colegas seguramente han observado al encender la computadora y tratar de decodificar las señales. Esta aparente desventaja, es una enorme ventaja a la hora de mantener el sincronismo preciso por

horas o días durante la recepción de mensajes al conservar, después de esos minutos iniciales, el error del reloj de la computadora muy por debajo de las necesidades del programa de decodificación y en forma sostenida y sin sobresaltos.

Adicionalmente, NTP emplea un pool de servidores de hora de internet de modo de garantizar la estabilidad y confiabilidad que se necesita para nuestra aplicación al tomar decisiones de ajustar el reloj sobre un promedio pesado de la información proveniente de los servers de hora. De este modo, el algoritmo es inmune a errores de uno o varios servidores y es capaz de descartar datos aislados con error, que harían inestable la corrección de la hora.

La instalación de software me resultó trivial.

Entiendo que funciona en diversos sistemas operativos sin problemas y se ve como un producto comercial muy refinado a pesar de ser gratuito. Simplemente download e install.

<https://www.meinbergglobal.com/english/sw/ntp.htm>

Yo instalé la versión 4.2.8 sin problemas en win10 en una máquina antigua. Además lo instalé en una máquina en XP, también vieja, sin ningún problema. El programa genera una configuración automática. Las instrucciones del setup están muy bien descritas por David Taylor<sup>5</sup>, no tuve necesidad de leer los temas de troubleshooting.

El instalador pide definir la región para elegir el pool correcto de servidores, al final está la opción correcta que es Sudamérica.

<https://www.meinbergglobal.com/download/ntp/windows/ntp-4.2.8p13-win32-setup.exe>

Como ustedes se imaginan, la precisión del sincronismo con esta herramienta está limitada a la calidad de nuestro acceso a internet y las prestaciones de los servers de hora que contacta el programa y que se eligen en forma regional. En mi caso observo que las diferencias entre Time.is y mi PC, pasado el tiempo inicial necesario para estabilizar la sincronización, se acerca a  $\pm 20$  ms y permanecen en esos valores a lo largo de varios días.

No olvidar desactivar el sincronismo automático de hora de Windows para que todo funcione correctamente.

La siguiente figura muestra parte del ntp.conf generado por el instalador en mi caso:

```
# Use drift file
driftfile "C:\Program Files\NTP\etc\ntp.drift"

# your local system clock, could be used as a backup
# (this is only useful if you need to distribute time no matter how good or bad it is)
#server 127.127.1.0
# but it should operate at a high stratum level to let the clients know and force them to
# use any other timesource they may have.
#fudge 127.127.1.0 stratum 12

# Use a NTP server from the ntp pool project (see http://www.pool.ntp.org)
# Please note that you need at least four different servers to be at least protected against
# one falselicker. If you only rely on internet time, it is highly recommended to add
# additional servers here.
# The 'iburst' keyword speeds up initial synchronization, please check the documentation for more details!
server 0.south-america.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
server 1.south-america.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
server 2.south-america.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
server 0.us.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
server 2.us.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7

# End of generated ntp.conf --- Please edit this to suite your needs
```



## Estación Emisora Argentina | SHN

(LOL) Observatorio Naval (Av. España 2099 - Ciudad Autónoma de Buenos Aires)

HORAS DE EMISIÓN: 14:00 a 15:00 Tiempo Universal Coordinado (UTC) los días hábiles (según la web institucional).  
RADIOFRECUENCIAS PATRONES: 10 MHz.  
POTENCIA EN ANTENA: 2 kW.

AUDIOFRECUENCIAS PATRONES: Las portadoras se modularán en 1000 y 440 Hz. alternativamente.  
INTERVALOS DE MODULACIÓN: 3 minutos sobre 5 minutos, iniciando en todos los minutos múltiplos de cinco, excepto en los 55 minutos, intervalo destinado a señal horaria especial de precisión.

SEÑAL HORARIA DE PRECISIÓN:  
Durante toda la señal se emite un top de cinco milisegundos de duración en cada segundo, excepto en los segundos 59 (que se suprime). El top consiste en la emisión de 5 ciclos de una modulación de 1000 Hz.

SEÑAL HORARIA: De tiempo universal coordinado, (UTC).  
PRECISIÓN EN LOS INTERVALOS DE TIEMPO PATRÓN:  
El intervalo entre la iniciación de dos tops consecutivos es de un segundo de tiempo atómico, con una precisión del microsegundo. La iniciación y fin de las modulaciones están sincronizadas con los pulsos horarios, quedando así definidos intervalos exactos de 1,3 y 5 minutos o mayores.

<http://www.hidro.gov.ar/Observatorio/LaHora.asp>

## REFERENCIAS

- 1- Synchronization in FT8, M.P. Hasselbeck, WB2FKO (2019)
- 2-Work the World with WSJT-X, Joe Taylor, K1JT; Steve Franke, K9AN, and Bill Somerville, G4WJS, QST (2017)
- 3- [https://es.wikipedia.org/wiki/Network\\_Time\\_Protocol](https://es.wikipedia.org/wiki/Network_Time_Protocol)
- 4-WSJT-X User Guide J. Taylor
- 5-<http://www.satsignal.eu/ntp/setup.html>
- 6-ver en el directorio de la instalación de NTP /ntp/doc/html/drivers/driver20.html
- 7-Radio CHU Audio Demodulator/Decoder (driver 7) listado en reference clock support <https://www.eecis.udel.edu/~mills/ntp/html/refclock.html>

## Señales de GPS

Si nuestra estación se muda a un lugar remoto, es habitual que nuestro acceso a la red sea limitado. En estas condiciones se necesita otra estrategia.

Las señales de GPS son el método moderno de distribución de hora mundial. La precisión que se alcanza supera cualquier otro método de sincronismo dado que la pauta de diseño del sistema es de 100ns de error máximo, accesible con receptores comunes. Equipos dedicados y de alta performance tiene errores de la hora por debajo de 20ns. Adicionalmente, los equipos de GPS son baratos y fáciles de conseguir.

Que el GPS conozca a la hora con una precisión de 0.1 ms, no significa que podamos sincronizar la computadora a esos errores de tiempo tan bajos. Existen limitaciones en la conexión de datos del GPS e internas de la PC que hacen que la precisión real sea mucho menor cuando se emplean los recursos que usualmente posee un radioaficionado.

Mi experiencia con un equipo Garmin que es capaz de sincronizar la hora desde la aplicación de Garmin para cargar mapas empleando la conexión propia usb del equipo y Mapsource (provisto por Garmin) me dio errores típicos de  $\pm 500$  ms. Las diferencias seguramente son debidas a truncado de la información interna del equipo, además de la celeridad de las comunicaciones entre el equipo y la computadora. No todos los equipos Garmin pueden realizar esta tarea y tampoco son particularmente convenientes para esto, simplemente, se han vendido muchos en Argentina en el pasado y muchos usuarios de veleros, camionetas off-road y aficionados al trekking poseen uno. Encontramos un uso útil a un equipo probablemente guardado en un cajón al ser desplazado por otras tecnologías.

Mi equipo es ya obsoleto pero sigue vigente y funcionando por actualizaciones de bios provistas por el fabricante (GPSMAP 60CSx del 2005). Muchos equipos han tenido problemas por obsolescencia y los fabricantes no los han corregido, por suerte mi equipo recibió un upgrade y no tengo que comprar otro.

Además, debemos recordar que, cambios bruscos del reloj de la PC durante el ciclo de decodificación hacen inviable el trabajo de los programas JTDX y WSJT-X.

Para nuestra suerte, Meinberg NTP contiene un driver para GPS<sup>6</sup> capaz de realizar la misma tarea que hace sobre los servidores de hora de la red.

La única modificación necesaria para que funcione es agregar dos líneas de texto en ntp.conf descritas en una de las figuras.

Para este uso, el equipo debe conectarse mediante la interface NMEA (una segunda interface presente en mi equipo que opera bajo RS232) al puerto COM1 de mi PC en Win 10. También lo probé con un conversor serie-usb en mi

computadora sobre XP (COM5), con resultados similares. El flujo de sentencias NMEA debe ser ajustado al mínimo para favorecer el trabajo del software, en mi caso se configuró el equipo a modo autopilot (ver imagen de referencia del equipo).

Imagino que cualquier GPS dongle de buena calidad con interface NMEA debiera poder emplearse en forma similar a este ejemplo. Existen muchos clones GPS que son muy económicos; hay que probar su performance y sus habilidades de comunicación antes de comprarlos para no decepcionarnos.

Tengo entendido que los equipos Nüvi de Garmin, otro equipo muy popular en un tiempo, no son capaces de realizar esta tarea.

En la siguiente figura se describe las modificaciones realizadas en /etc/ntp.conf para activar el driver 20 y el soporte NMEA en el puerto serie COM5:

```
# Use a NTP server from the ntp pool project (see http://www.pool.ntp.org)
# Please note that you need at least four different servers to be at least protected against
# one falseticker. If you only rely on internet time, it is highly recommended to add
# additional servers here.
# The 'iburst' keyword speeds up initial synchronization, please check the documentation for more details!
server 0.south-america.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
server 1.south-america.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
server 2.south-america.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
server 0.us.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
server 2.us.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7

#Garmin GPS
# testeado con GPSMAP 60CSX sobre NMEA en modo autopilot en el puerto COM5
server 127.127.20.5 iburst minpoll 4 mode 1 prefer
fudge 127.127.20.5 time2 +0.500 flag3 1
```

Esta opción, mejoró el sincronismo obtenido con mi Garmin a valores menores de  $\pm 20$  ms, un valor que está debajo del error estimado de Time.is en mi conexión de internet.

Un sincronismo muy bueno que no tiene sobresaltos del reloj, aunque se pierda la señal de GPS temporalmente o la comunicación entre el GPS y la PC.

Se observa que mi GPS es muy limitado para informar la hora a la PC. Esta afirmación se basa en los valores de jitter (20 ms típicos) que se miden y la necesidad de corregir en 500ms que tiene el equipo de retraso en comunicar, empleando NMEA, la hora al software NTP.

Emplear un GPS es la forma más precisa que sincronizar nuestra computadora. En este caso, empleando Meinberg NTP, la exactitud y la estabilidad alcanzada por mi ejemplo, frente a Time.is, excede en mucho los requerimientos necesarios, incluso es mejor que el sincronismo de hora por internet de mi estación.

El siguiente ejemplo, muestra la configuración para una estación remota, donde se comentan los servicios que requieren internet y no están accesibles:

```
# Use a NTP server from the ntp pool project (see http://www.pool.ntp.org)
# Please note that you need at least four different servers to be at least protected against
# one falseticker. If you only rely on internet time, it is highly recommended to add
# additional servers here.
# The 'iburst' keyword speeds up initial synchronization, please check the documentation for more details!
# server 0.south-america.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
# server 1.south-america.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
# server 2.south-america.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
# server 0.us.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7
# server 2.us.pool.ntp.org iburst minpoll 6 maxpoll 7

#Garmin GPS
# testeado con GPSMAP 60CSX sobre NMEA en modo autopilot en el puerto COM5
server 127.127.20.5 iburst minpoll 4 mode 1 prefer
fudge 127.127.20.5 time2 +0.500 flag3 1
```

## Listado de Algunas Estaciones Emisoras de Señales horarias | ITU

LOL (10MHZ) de 11 a 12 UTC Lunes a Viernes

WWV (2.5, 5, 10, 15 y 20 MHZ)

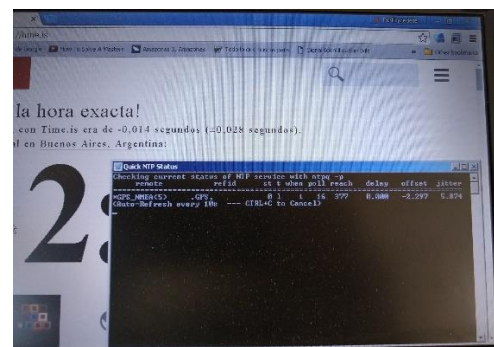
WWVH (2.5, 5, 10 y 15 MHZ)

CHU (7.335, 14.67MHz)

Standard Frequencies and Time Signals.  
[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/tf/R-REC-TF.768-3-199706-S!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/tf/R-REC-TF.768-3-199706-S!!PDF-E.pdf)

Listado actualizado de estaciones de señal horaria  
<http://www.dxinfocentre.com/time.htm>

Ejemplo de NTP status operando solo con el GPS:



Los datos de jitter y offset están en milisegundos

## Señales Radiales de Hora Mundial

Recordando que es un artículo para radioaficionados y nos gusta HF.

Voy a describir someramente un método que no es tan práctico como los sistemas basados en la red y que solo tiene utilidad si se caen todos los satélites de GPS. Es un sistema vintage basado en transmisiones de radio de HF que varios países aún realizan debido a las necesidades de seguridad y navegación.

Todos los colegas, seguramente, han chequeado la calibración de su radio revisando WWV que funciona en forma continua y, usualmente, se detecta fácilmente. Probablemente ajustaron la frecuencia de su radio a 14.999000 MHz en USB donde se debe observar un tono a 1000Hz, si la radio tiene la calibración correcta. Esa señal es la portadora, es visible en el waterfall de los programas y, a veces, es posible escuchar la modulación a pesar de la distancia a la que se encuentra y nuestra proximidad al mínimo de actividad solar actual.

Básicamente, existen varias estaciones en el planeta que generan cobertura global para la distribución de sincronismo de frecuencia y hora empleando varios formatos de señal. Empleando nuestra radio de HF, podemos acceder a las señales de hora UTC a través de ellas.

Argentina tiene una estación (LOL), que funciona solo en ciertos horarios y días, dando cobertura crítica a parte del hemisferio sur.

Si las condiciones de propagación son adecuadas uno puede observar dos señales moduladas, a ambos lados de la señal de WWV, separadas 100 Hz de la portadora. Multipsk, posee soporte para decodificar las señales de audio de nuestra radio sintonizando la estación radial de referencia de hora. El programa distribuido con Multipsk se llama Clock y yo empleé la versión 1.11.8. Clock fue capaz de leer la fecha y hora en marzo de 2020 empleando mi radio y mi tarjeta de sonido de la PC. La tarea fue lenta y le llevó mucho esfuerzo completar un par de time frames sin errores. La versión gratuita no permite sincronizar el reloj de la PC así que no pude verificar la precisión que ese programa alcanza al momento de ajustar la hora de la computadora. El siguiente ejemplo es similar y el autor del programa dice sincronizar al segundo la PC.

<https://www.youtube.com/watch?v=lwmLLnxXa8s>

Yo emplee la opción WWV SSB eligiendo en el waterfall del programa una de las señales con la información de la hora a 100 Hz de la portadora.

Nuevamente, Meinberg NTP posee soporte para decodificar señales de radio de CHU y WWV empleando el audio de la computadora y nuestra radio de HF. Hasta donde yo sé, los drivers disponibles solo soportan UNIX (CHU driver 7, WWV driver 36). Si alguno de los colegas logra hacerlos funcionar adecuadamente, le pido me

avise, lo mismo si logra hacer operar estos drivers sobre Windows.

CHU es fácil de escuchar en Buenos Aires en 14.67MHz, su modulación es más sencilla que WWV, es una estación ubicada en Ontario Canadá y el driver de NTP para esa señal horaria debiera llegar a una precisión de 1ms sin problemas. Mills y sus colaboradores indican que es la implementación de NTP, empleando señales de radio como referencia, más fácil de realizar<sup>7</sup>.

## Conclusiones

Implementar el software Meinberg NTP en mi estación fue una gran ventaja y me olvidé del tema del sincronismo de hora. Nunca más vi valores de DT de colegas altos sin explicación.

Mills y su grupo de trabajo nos provee de un software muy poderoso basado en tecnología de dominio público que implementa el protocolo NTP en variados escenarios. Meinberg NTP es una distribución gratuita de ese software mediante un instalador cómodo y eficiente. La instalación es poco invasiva y puede emplearse en una computadora vieja aunque esta posea problemas con el reloj interno.

Este software es muy flexible y permite, adicionalmente usar un GPS como referencia y respaldo frente a interrupciones de tráfico de datos. Conectar el GPS mediante Meinberg NTP garantiza que los errores de recepción de hora, habituales en equipos de bajo costo, no se traduzcan en cambios bruscos de reloj de la PC, afectando nuestro programa de decodificación.

Cualquiera de los métodos descriptos, implementado empleando ntpd, permite sincronizar la computadora en forma estable y con un error menor que  $\pm 0.1$  s. El resultado es más mensajes decodificados y los valores de DT observados frente a nuestros colegas, usualmente, van entre 0.0 y  $\pm 0.2$  s.

La configuración de Meinberg que combina GPS e internet y desarrollada en el texto considera en forma automática al GPS cuando este está conectado y claramente es la más práctica para toda ocasión. Si estamos aislados de internet hay que editar ntp.conf para comentar los servidores del pool y dejar activo solamente al GPS como se muestra en el ejemplo.

73 Hugo

[LU6BHB@gmail.com](mailto:LU6BHB@gmail.com)

AGRADECIMIENTOS: Colegas del BARC me hicieron llegar valiosos comentarios que mejoraron el texto inicial.

Gracias Sepa (LU9CZG).

## Ejemplo de comandos y consejos.

Durante la instalación en Windows no complicar las cosas. El default de Meinberg NTP es adecuado para los requerimientos de un radioaficionado. Si algo falla, lo mejor es reintentar la instalación dando autorización de administrador al instalador.

El icono NTP status, provisto en la instalación, permite acceder a la información de offset y jitter, y verificar que todo funciona como lo esperamos. El jitter representa el error estadístico del servicio; es siempre positivo y en milisegundos como offset.

Las modificaciones descriptas se hacen editando el archivo ntp.conf que se instaló en c:/program files/ntp/etc/ntp.conf. A veces es necesario cambiarle los privilegios de para poder editarlo. Eso se hace desde propiedades del archivo con el botón derecho y darle full Access al usuario que empleamos usualmente.

Después de cada modificación de ntp.conf es necesario reiniciar el servicio ntpd para ver el efecto.

Acceder a la ventana de comandos de línea (cmd) con autorización de administrador permite ejecutar los comando `net stop ntp` y `net start ntp` para obligar al programa a leer el archivo ntp.conf y cambiar los servers sin hacer shutdown de la computadora.

Cuidado con los errores de tipeo de los comandos y nombres de los servers al editar ntp.conf. Si no funciona, hay algún parámetro mal copiado.

Los drivers necesarios están compilados en la versión de Meinberg NTP actual que se descarga en el link y solo es necesario activarlos como servicio, al igual que describí para el caso del GPS\_NMEA. Se activan editando /etc/ntp.conf.

Cambiar el número de puerto COM del GPS a x requiere cambiar el parámetro x en la dirección del server a 127.127.20.x editando /etc/ntp.conf.

La línea con el comando fudge permite acceder a las opciones del driver descriptas en la documentación. Copiar los datos del ejemplo debiera funcionar en muchos casos.

No es necesario editar las environment variables de system en windows, salvo que se desee experimentar con en driver 22 de PPS que requiere acceso a una dll que se instala junto a NTP.

Figura mostrando detalles del GPS empleado:

