

SUPPORT CCF E5	SYSTEME INFOBUS	BTS SN
---------------------------	------------------------	---------------

Travail pratique : Etude du récepteur GPS du système INFOBUS. (Activité préparatoire c.c.f. E5 situation 1 et 2)

A. Données pédagogiques

Activités / Tâches	A9 mise en œuvre du processus de réception en situation de livraison. T92 installer.	
Compétences	C52 Mettre en œuvre une solution matérielle/logicielle en situation.	
Savoirs associés	S22 documentation exploitée. SF69 exécuter la procédure d'installation. SF70 Exécuter les mesures et tests appropriés.	
Prérequis	Introduction au GPS : coordonnées GPS (longitude, latitude), géoïde et ellipsoïde, temps UTC, éphémérides, almanach, démarrages sur récepteur GPS (à froid, « à tiède », à chaud), coordonnées ECEF.	
Objectif	Visualiser, valider et analyser les informations données par les satellites GPS	
Objectif(s) associé(s)	Mettre en œuvre et paramétrer une liaison RS232	
Durée	4H	
Conditions	Binôme	
Problématique	Présenter les informations de positionnements reçues par les satellites GPS	
Environnement	Matériel	PC de bureau, ordinateur de Bus SAM avec antenne GPS, câble série double
	Documentaire	Document SET Didact : le récepteur GPS du système S.I.V. Documents Ublox : Antaris 4 Modules GPS Datasheet, ANTARIS®4 GPS Modules System Integration Manual (SIM), U-center user guide, ublox5_Protocol_Specifications (GPS.G5-X-07036), GPS Essentials of Satellite Navigation Compendium, TIM-4x Datasheet
	Logiciel	u-center

B. Mise en situation

Une grande partie des informations données aux voyageurs d'un autobus (annonce de l'arrêt en cours, annonce du prochain arrêt etc.) se déclenche à l'arrivée de données de géo localisation du bus. Par ailleurs l'exploitant devra pouvoir connaître à tout moment la position de sa flotte de véhicules. Le système GPS actuel répond en grande partie à ces exigences. L'ordinateur embarqué dans le bus (SAM) possède donc un module de réception GPS, objet de ce T.P.

C. Généralités sur le module GPS u-blox

⇒ Ouvrir l'ordinateur SAM et repérer le module intégré ublox et noter ses références.

⇒ Repérer le circuit dans le tableau ci-dessous et en déduire quelle est la fonction qu'il est le seul à pouvoir faire. Proposer une traduction française pour cette fonction (cette fonction n'est pas étudiée dans le cadre de ce T.P. mais fait l'objet d'un travail pratique indépendant).

Module	16 Channel ANTARIS®4 GPS Engine	SuperSense®	Nonvolatile Memory	Serial Ports	AssistNow Online®	AssistNow Offline®	Configuration Pins	Programmable	Dead Reckoning	Antenna Supervisor	Antenna Bias Voltage	Operating Temperature Range (°C)
TIM-4H	✓	✓	Flash	2	✓	✓		✓		✓	✓	-40 ... +85
TIM-4P	✓		Flash	2	✓	✓		✓		✓	✓	-40 ... +85
TIM-4R	✓		Flash	2	✓			✓	✓	✓	✓	-40 ... +85
TIM-4S	✓	✓	ROM	2	✓		✓			✓	✓	-40 ... +85
TIM-4A	✓		ROM	2	✓		✓			✓	✓	-40 ... +85

Table 1: Available features of the TIM-4x series

⇒ En consultant la documentation du module, on peut observer qu'il possède une structure en deux parties. Lesquelles ?

D. Installation du poste expérimental

1. Ordinateur de bureau

⇒ Installer et/ou ouvrir le logiciel « u-center 6.10 » de chez Ublox sur le PC de bureau.

2. Installation du SAM

⇒ Connecter l'antenne GPS de telle sorte que celle ci soit à « ciel ouvert » pour pouvoir capter des satellites.

Le module GPS communique ses mesures de géo localisation au SAM sur lequel il est installé, par l'intermédiaire du port série COM3. Or, celui-ci est inaccessible en face arrière. Pour pouvoir observer les informations transitant sur ce port COM3, il faut rediriger le port COM3 du SAM (celui

sur lequel arrivent les messages du GPS) sur le port COM2 (accessible en face arrière par connecteur DB9) par la commande : slrs 3 2 9600 à mettre dans le fichier « launch.bat ».

Exemple de fichier launch.bat

```
\hd\cemgrx 192.168.0.1
```

```
\hd\setvol 3
```

```
\hd\slrs 3 2 9600
```

```
\hd\api\apimon
```

Ce fichier launch.bat se trouve dans la racine de la carte flash. Pour le modifier, sortir la carte flash du module SAM, la mettre sur un adaptateur lui même relié à un ordinateur de bureau. Le contenu de la carte flash est alors « explorable ».

⇒ Appliquer la procédure ci dessus

3. Connexion entre le SAM et l'ordinateur

Au niveau matériel, les connecteurs « série » des ordinateurs étant généralement des connecteurs DB9 mâles, on utilisera un câble RS232 femelle-femelle croisé. Dans le cas d'un ordinateur portable ne possédant pas de port série, on devra utiliser un adaptateur USB-RS232.

⇒ Etablir la connexion matérielle entre le SAM et l'ordinateur

Au niveau logiciel, une fois la connexion matérielle réalisée, lancer le logiciel u-center sur le PC de bureau. Aller dans le menu Receiver-Baudrate et indiquer 9600. Aller dans le menu Receiver-Port et indiquer le port série sur lequel le câble est connecté. Dès la connexion, les diverses fenêtres de u-center commencent à s'animer et à fournir des informations.

⇒ Faites une copie d'écran de u-center avec les différentes fenêtres d'information.

E. Etude des informations fournies par les satellites

1. La géo localisation

a) Coordonnées LLA

⇒ Donner les 3 paramètres (longitude, latitude, altitude) de géolocalisation données par la fenêtre « Data View » donner une copie d'écran correspondante.

⇒ Vérifier que la longitude et la latitude correspondent bien au lieu de la mesure.

⇒ Est-ce que l'altitude fournie par le GPS correspond à l'altitude au dessus du niveau de la mer du lieu de la mesure ?

⇒ Relever les paramètres 3DAcc, 2DAcc ainsi que les paramètres PDOP et HDOP qui définissent la précision de la mesure.

b) Repérage sur une carte (map view)

Par défaut, u-center propose une localisation sur une carte du monde. Si on veut une localisation plus précise, on peut utiliser une carte plus détaillée (région, ville, quartier).

Pour utiliser cette fonction Map View, il faut dans un premier temps disposer d'un fichier image (format jpg, tif, bmp,gif) d'une carte géographique de la zone concernée. Il faut ensuite calibrer cette carte c'est-à-dire établir une correspondance entre les pixels de l'image informatique et les coordonnées GPS correspondants. Pour établir cette correspondance, il faut rentrer au minimum 3 points pour lesquels on spécifie la position dans l'image (position exprimée en coordonnées pixels x et y, l'origine étant située en haut et à gauche de l'image) ainsi que la longitude et la latitude correspondantes pour chaque point. Cette calibration est faite dans un fichier qui porte le même nom que le fichier image mais dont l'extension est .mcf. C'est un fichier texte dont un exemple est donné ci dessous

```
; I N F O
; -----
; File: Carte.mcf
; R E F E R E N C E
; -----
; 3 points doivent être définies pour calibrer une carte
; Paramètres:
; # = index du point (1 to 3)
; x,y = coordonnées image
; lat,lon = coordonnées géographiques
; Syntaxe:
; # = <x>, <y>, <lon>, <lat>
[Reference]
[Reference]
1=67,32,8.557320,47.290990
2=39,557,8.556504,47.280772
3=843,491,8.579335,47.282053
```

Remarque : si on charge directement un fichier image sans fichier de calibration, le logiciel propose une calibration manuelle et crée le fichier .mcf sur la base de cette calibration

⇒ Récupérer une image informatique qui représente la carte de la zone où se trouve le lieu de la mesure, calibrer cette carte et repérer le point jaune sur la carte qui représente la position actuelle. Faites une copie d'écran correspondante.

2. Le temps

⇒ Le temps donné par le récepteur GPS coïncide-t-il avec le temps donné par l'horloge de l'ordinateur. Quel est le nom du temps donné par le GPS ?

3. Nombre de satellites visibles

⇒ Repérer la fenêtre « Satellite signal » ainsi que la fenêtre « Satellite position ».

⇒ D'après la fenêtre « Satellite signal » combien de signaux satellites sont reçu ?

⇒ Combien de satellites sont représentés dans la fenêtre « Satellite position » (quelque soit leur couleur). En regardant les signaux satellite, expliquer pourquoi certains satellites sont représentés avec une couleur rouge, pourquoi certains sont en couleur bleue et pourquoi certains sont en couleur verte.

⇒ La position des satellites varie-t-elle avec le temps ? (observation à faire sur plusieurs minutes)

4. Les divers démarrages

⇒ Rappeler ce que représentent les éphémérides et l'almanach.

⇒ En interrogeant le message UBX-AID-ALM, mesurer le temps de remplissage de l'almanach après un démarrage à froid (Menu Receiver-Action-Coldstart). Comparer avec la valeur théorique de 12,5mn.

⇒ En utilisant le paramètre TTFF (time to first fix) qu'on peut avoir par le message UBX-NAV-STATUS et qui est remis à zéro après chaque redémarrage, mesurer le TTFF après un démarrage à froid, un démarrage à tiède et un démarrage à chaud du récepteur GPS.

5. Etude de trames NMEA

⇒ Ouvrir une fenêtre « Message View ». Dans la partie gauche de cette fenêtre se trouvent deux têtes d'arborescence : NMEA et UBX. Vérifier que dans l'arborescence NMEA, les messages GPGLL, GPRMC, GPVTG et GPZDA soient sélectionnés et donc apparaissent en gras (configuration par défaut du module récepteur). Dans le cas où un message n'apparaîtrait pas en gras, double cliquer sur le message.

⇒ Ouvrir alors une fenêtre « Text Console » et observer.

⇒ Quelle est la fréquence de réception des trames NMEA (1 trame = 1 groupe de messages) ?

⇒ Les messages commencent tous par le même préfixe : lequel ?

⇒ En étudiant la documentation « ublox protocol specification » dire ce que représente le dernier nombre d'un message.

⇒ Etude du message GPGLL. Que veulent dire les initiales GLL ? Choisir un message GPGLL et interpréter chacun des octets. Pour vérifier la valeur du dernier nombre, on utilisera au choix une calculatrice, un programme d'ordinateur ou un site internet.

⇒ Etude du message GPGSV. Que veulent dire les initiales GSV ? Pourquoi y-a-t-il plusieurs messages GPGSV qui se suivent. Quelles sont les informations données pour chaque satellite et dites ce que représentent ces informations pour le satellite ?

⇒ Choisir un message et en expliquer chacun de ses octets et les informations données.

6. Etude de trames UBX

⇒ Ouvrir une fenêtre « Message View ». Dans la partie gauche de cette fenêtre se trouvent deux têtes d'arborescence : NMEA et UBX. Vérifier que dans l'arborescence NMEA, tous les messages soient dévalidés et donc apparaissent en gris. Dans le cas où un message apparaîtrait en gras, double cliquer sur le message. Vérifier par ailleurs que dans l'arborescence UBX-NAV, certains messages soient sélectionnés (POSLH, DOP, SOL, STATUS, SVINFO, TIMEUTC par exemple) et donc apparaissent en gras.

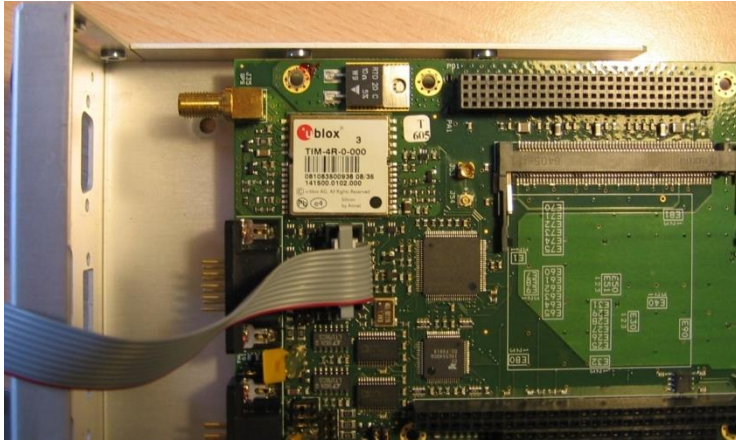
⇒ Ouvrir alors une fenêtre « Binary Console » et observer.

-
- ⇒ Quelle est la fréquence de réception des trames UBX (1 trame = 1 groupe de messages) ?
- ⇒ Les messages commencent tous par le même préfixe : lequel ? Quelle est l'origine de ce préfixe ?
- ⇒ En étudiant la documentation « ublox protocol specification » dire ce que représente les deux derniers octets d'un message.
- ⇒ Etude du message UBX-NAV-POSSLH . Choisir un message POSLLH et préciser les informations données par ce message notamment les informations concernant l'altitude. Récupérer les octets de ce message dans la fenêtre « Binary Console » et interpréter chacun des octets.
- ⇒ Etude du message POSECEF. Choisir un message POSECEF et préciser les informations données par ce message. Récupérer les octets de ce message dans la fenêtre « Binary Console » et interpréter chacun des octets. Récupérer un message ECEF et un message POSLLH pour le même instant et vérifier que les coordonnées ECEF correspondent bien aux coordonnées longitude, latitude, altitude.
- ⇒ Etude du message TIMEGPS. Choisir un message TIMEGPS et préciser les informations données par ce message. Justifier la valeur des paramètres « week » et « iTOW ».Récupérer les octets de ce message dans la fenêtre « Binary Console » et interpréter chacun des octets.

F. Eléments de correction

1. Généralités sur le module u-blox

Repérage du circuit u-blox TIM-4R-0-0000

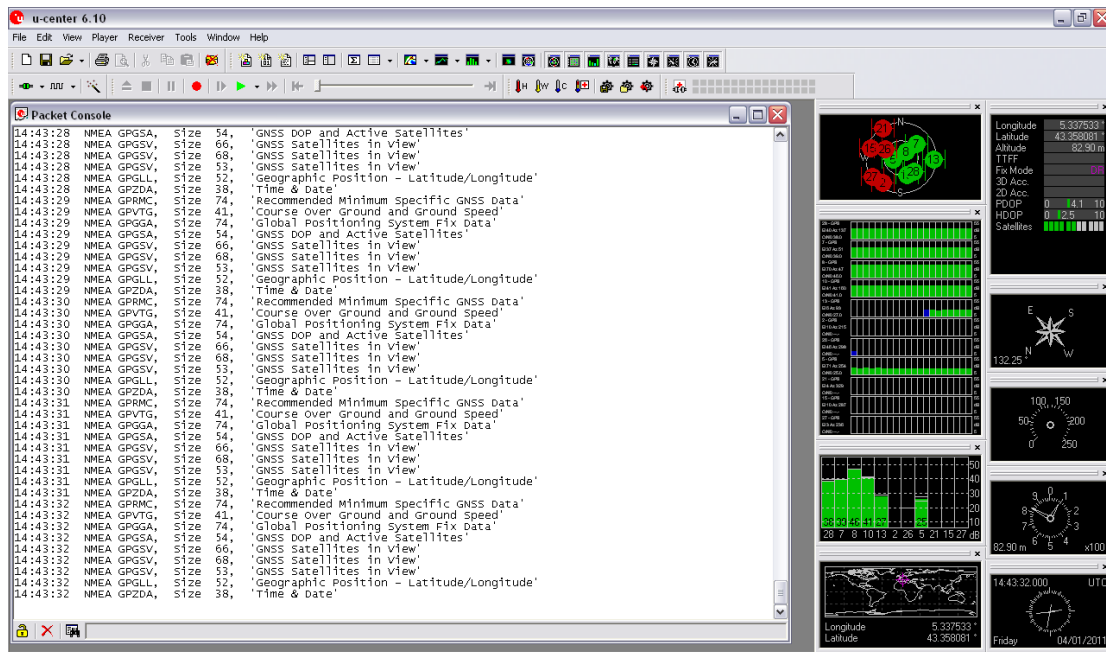


Le TIM -4R est le seul de sa famille à pouvoir faire du Dead Reckoning (« estimation à l'aveugle » de la position en l'absence de réception satellite).

Structure en 2 parties bien distinctes géométriquement : la partie supérieure consacrée à la réception HF et la partie inférieure consacrée aux signaux BF (liaisons série, liaison SPI, reset etc.)

2. Installation du matériel

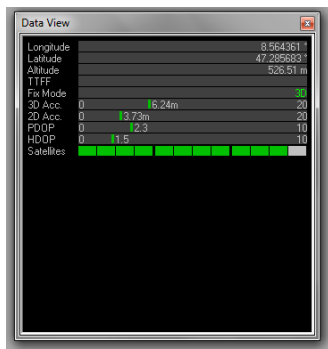
Aspect du logiciel u-center après quelques dizaines de secondes après la connexion au module u-blox. Une fenêtre de visualisation « Packet Console » (menu View) a été ouverte.



3. Etude des informations fournies par les satellites

a) La géo localisation

Coordonnées LLA



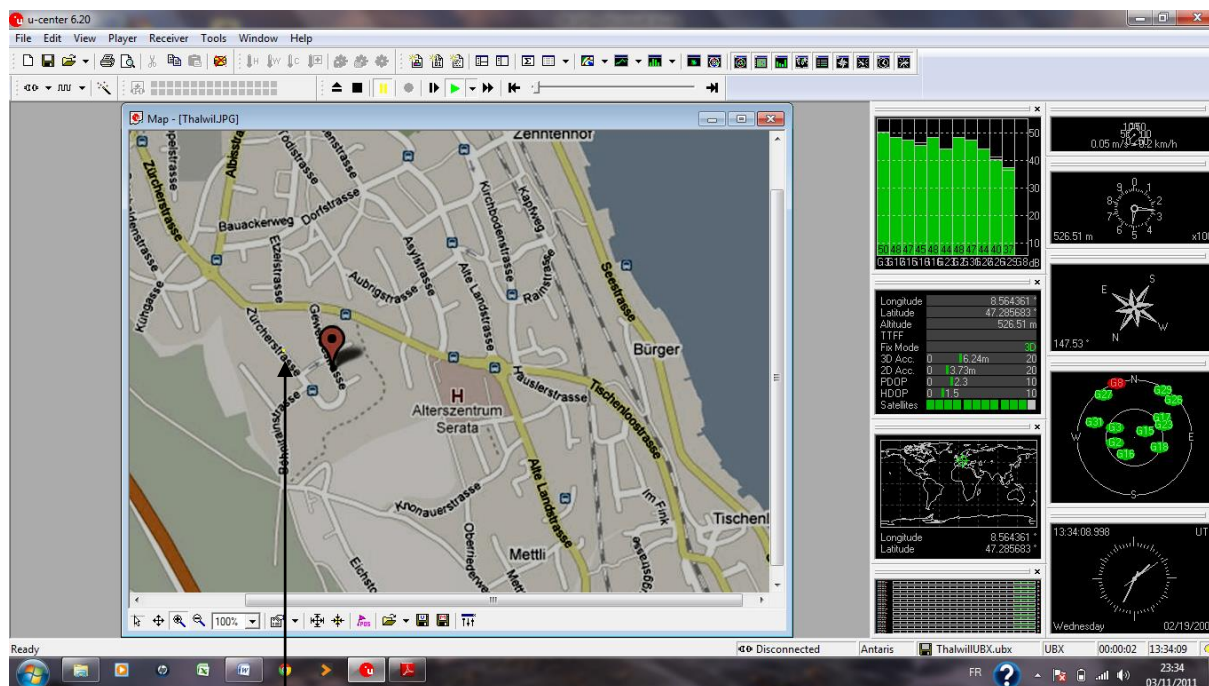
Dans l'exemple précédent,

Coordonnées LLA : 8,564361 degrés ; 47,285683 degrés ; 526,51 mètres

L'altitude fournie par le GPS (526m) ne correspond pas à l'altitude au dessus du niveau de la mer du lieu de la mesure (484m) car le GPS donne la hauteur du lieu de la mesure par rapport à la géoïde.

La précision de la mesure est de 6,24m en 3D et de 3,73m en 2D (lorsqu'on ne tient pas compte de la hauteur). Il y correspond les paramètres GPS PDOP et HDOP de respectivement 2,3 et 1,5.

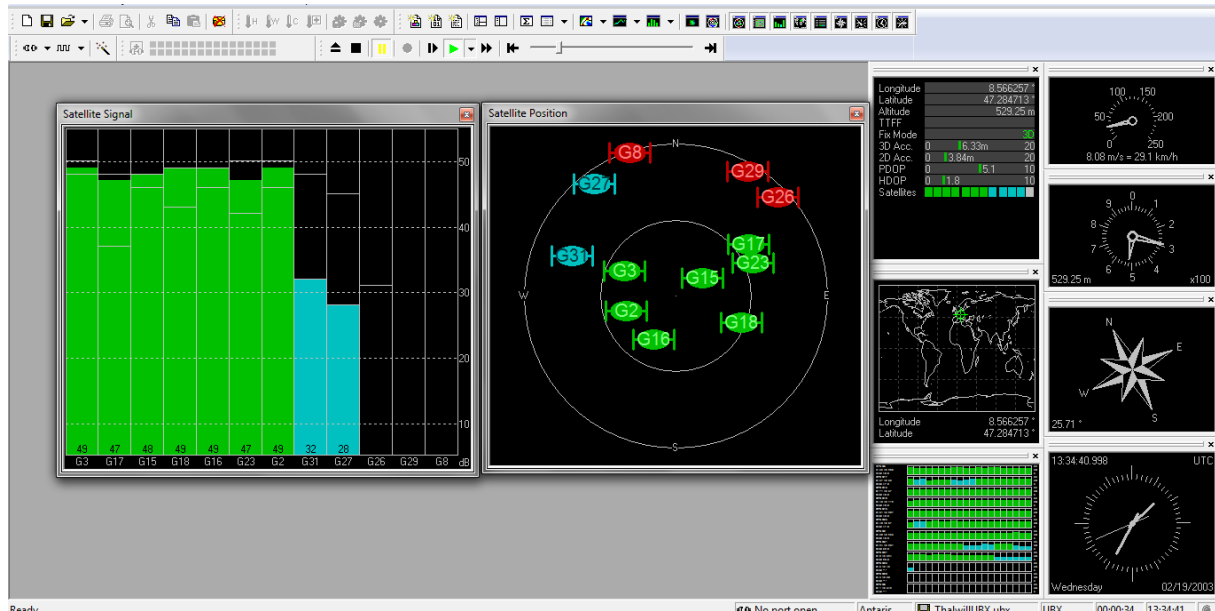
Repérage sur une carte plus précise



Le petit point jaune correspond à la position sur la carte.

Le temps donné par le récepteur GPS ne coïncide pas avec le temps de l'ordinateur car c'est le temps UTC.

Les satellites



Les satellites en rouge sont ceux dont le récepteur ne reçoit pas les signaux. Le récepteur connaît leur position d'après l'almanach. Les satellites en bleu sont ceux dont les signaux reçus sont les plus faibles. Les satellites en vert sont ceux dont la qualité de réception est la meilleure. Plus les satellites sont excentrés moins bonne est la qualité de réception de leurs signaux.

La position des satellites varie avec le temps, contrairement aux satellites géostationnaires des satellites de télévision.

Les divers démarrages

L'almanach est l'ensemble des informations des trajectoires orbitales et des status pour tous les satellites de la constellation. Sont présentes aussi dans l'almanach des informations sur la ionosphère ainsi que sur le temps UTC. L'almanach complet est transmis par chaque satellite par une suite de 25 trames (ce qui prend un temps de 12,5 mn). Cet almanach permet est d'aider à l'acquisition des satellites au démarrage, il permet aussi de relier le temps GPS au temps UTC.

Les éphémérides sont des messages émis par chaque satellite sur sa position. Ces messages sont utilisés par le récepteur pour faire ses calculs de géolocalisation.

Temps de remplissage de l'almanach : on clique sur le démarrage à froid, on clique sur l'icône « effacement de la base de données » : l'almanach est alors vide. On regarde la fenêtre Almanach (en faisant régulièrement des commandes SEND pour le message UBX AID ALM) et on mesure le temps au bout duquel l'almanach est plein.

Après un démarrage à froid, tous les satellites disparaissent de la fenêtre « Satellite position »

Au bout de 5mn on a l'almanach pour 9 satellites

Au bout de 10 mn on a l'almanach pour 27 satellites

A 12,5 mn il manque 1 satellite

On a l'almanach pour tous les satellites à 13 mn

Remarque : le satellite N° 27 ne répond jamais même au bout de 30 mn

Valeur théorique pour la récupération de l'almanach total : 12,5 mn

Mesure du TTFF après divers redémarrages

Démarrage à froid (sortie d'usine par exemple): le TTFF est de l'ordre de 60s (variable après chaque redémarrage).

Démarrage à tiède (alimentation coupée par exemple) : le TTFF est de l'ordre de 30s (variable après chaque redémarrage).

Démarrage à chaud (sortie d'un tunnel par exemple) : le TTFF est de l'ordre de 2s (variable après chaque redémarrage).

Etude de messages NMEA

On trouvera facilement les réponses aux questions dans le document « u-blox5 Protocol

Specification ». Ci-dessous une copie d'écran du logiciel u-center avec la fenêtre « MessageView » et la fenêtre « Text Console » avec les messages NMEA qui apparaissent toutes les secondes.

The screenshot displays the u-center software interface. The 'MessageView' window shows an NMEA 0183 message: `0000 24 47 50 56 54 47 20 36 35 2E 38 32 2C 54 20 2C 4D 20 31 34 2E 34 $GPRMC,65.82,T,M,14.4,0.016,32.32,2C,4E,2C,32,36,2E,37,32,35,2C,4B,2C,41,2A,30,31,0D,0A`. The 'Text Console' window shows a list of NMEA messages, including RMC, GGA, and GPRMC messages, with timestamps from 13:34:32 to 13:34:37. The interface also features various navigation and status widgets on the right side, such as a speedometer, a compass, and a satellite status indicator.

On trouvera facilement les réponses aux questions dans le document « u-blox5 Protocol

Specification ». Ci-dessous une copie d'écran du logiciel u-center avec la fenêtre « MessageView » et la fenêtre « Binary Console » avec les messages UBX qui apparaissent toutes les secondes.

Etude de messages UBX

The screenshot displays the u-center 6.10 interface. The main window shows navigation data for a UBlox receiver. The 'NAV (Navigation)' section is active, displaying the following information:

- Time of week: 308154.998 [s]
- Longitude: 8.5638001 [degrees]
- Latitude: 47.2852328 [degrees]

The 'Binary Console' window shows a stream of raw data, including hex values and ASCII characters. The data is timestamped with the time 13:35:41. The console output shows a sequence of data points, including hex values and ASCII characters, which correspond to the navigation data shown in the main window.

On the right side of the interface, there are several graphical displays:

- A speedometer showing 11.27 m/s = 40.6 km/h.
- A compass rose showing a heading of 105.12°.
- A map showing the current location on a world map.
- A circular diagram showing satellite status.
- A speedometer showing 13.35:41.998 UTC.

The bottom status bar shows the system is ready, with the time 13:35:42 and the date 02/19/2010.