

Manuel d'utilisation

Leo Bodnar Precision GPS Reference Clock

Version 1.2

Description

Cet appareil fournit deux horloges de référence synchronisées à faible gigue, verrouillées sur le signal GPS.

La stabilité à long terme du signal de sortie est déterminée par la très haute précision des références GPS au césium et approche théoriquement 1×10^{-12} .



La qualité du signal à court terme est assurée par une source d'horloge TCXO interne fournissant un signal de haute qualité, à faible bruit de phase, avec une gigue RMS inférieure à la picoseconde.

La PLL numérique permet à la fréquence principale de sortie de prendre pratiquement n'importe quelle valeur entre 450 Hz et 800 MHz. La sortie 2 peut être configurée en mode 1 PPS (1 impulsion par seconde).

La fréquence de la seconde sortie dépend de la première en raison d'une horloge interne commune. Si vous avez besoin d'une flexibilité totalement indépendante, plusieurs mini-unités GPS peuvent constituer une meilleure solution. Si les deux sorties ont la même fréquence, leur décalage de phase relatif peut être ajusté. Cela peut être utilisé, par exemple, pour générer deux signaux déphasés de 90° destinés à un mélangeur I/Q.

Les deux signaux de sortie sont des ondes carrées aux niveaux CMOS 3,3 V avec une impédance caractéristique de 50 ohms, disponibles sur deux connecteurs BNC. Le niveau de sortie peut être ajusté et chaque sortie peut être activée ou désactivée indépendamment.

Niveau de puissance de sortie (mesuré à 10 MHz, puissance fondamentale du canal)

- +13,3 dBm, réglage de pilotage 32 mA
- +12,7 dBm, réglage de pilotage 24 mA
- +11,4 dBm, réglage de pilotage 16 mA
- +7,7 dBm, réglage de pilotage 8 mA

La consommation via USB est de 250 mA.

L'appareil est fourni avec un câble USB et une antenne GPS active à base magnétique.

Fonctionnement

Le fonctionnement nécessite la présence continue d'un signal GPS, mais une perte temporaire du signal est tolérée de manière transparente. Les antennes actives et passives sont prises en charge. Une antenne active avec un câble de 5 mètres est fournie avec l'appareil, mais peut être remplacée si nécessaire. Le temps d'acquisition GPS après la mise sous tension est d'environ 30 secondes. Si le signal GPS est perdu, la PLL numérique maintient la meilleure estimation possible de la fréquence de sortie à partir des données historiques. Lorsque le verrouillage GPS est retrouvé, la sortie est resynchronisée de manière transparente avec la référence GPS. L'entrée et la sortie du mode maintien de fréquence se font sans glitch.

Tous les réglages de fréquence et de sortie sont entièrement configurables par l'utilisateur via une connexion USB depuis un PC Windows.

L'horloge GPS peut être alimentée par l'entrée USB et/ou par une alimentation externe 5 à 12 V CC. Les dimensions du connecteur d'alimentation sont : 2,5 mm pour la broche centrale et 5,5 mm pour le diamètre extérieur. La connexion USB au PC Windows n'est nécessaire que pour la configuration initiale. Tous les réglages sont stockés dans l'appareil et conservés hors tension. La tension présente sur le connecteur d'antenne SMA pour la télé-alimentation est de 3,3 V. La plupart des antennes actives acceptent une large plage de tension d'entrée (2,5 V à 5 V) car elles utilisent un LNA analogique interne peu sensible à la tension d'alimentation. Si vous n'utilisez pas les antennes fournies, veuillez consulter la fiche technique de votre antenne.

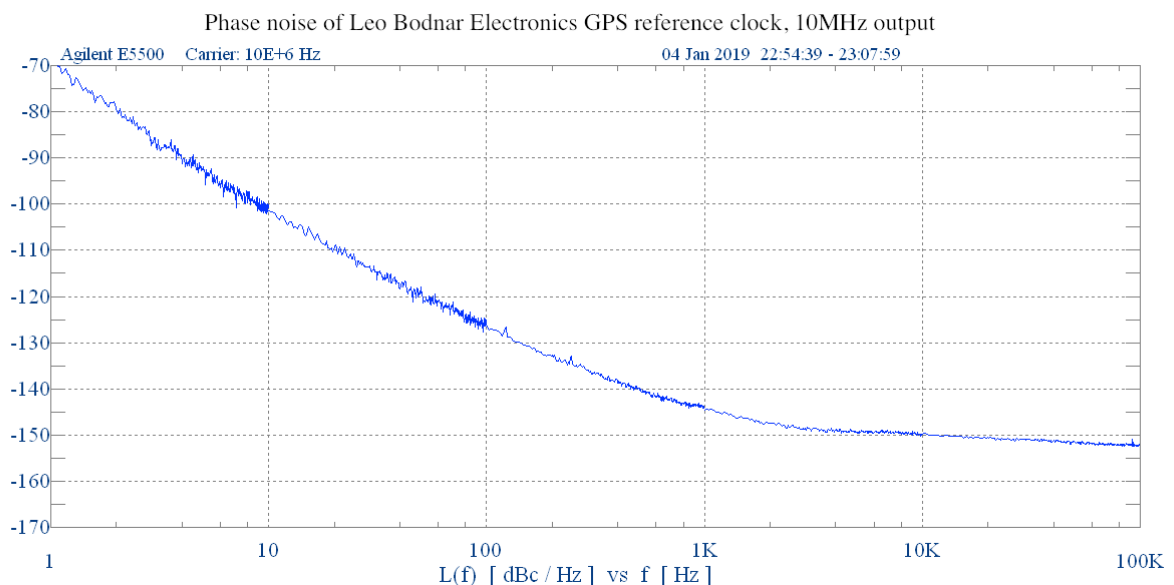
Exemples d'utilisation

- Référence de fréquence 10,000 MHz, 1,000 MHz ou autre pour équipements et instruments de laboratoire
- Référence pour équipements d'émission : stations radioamateurs, balises de propagation, marqueurs de fréquence
- Référence pour équipements de réception, récepteurs RTL-SDR (28,8 MHz) et scanners radio
- Source de calibration pour récepteurs radio
- Horloge maître pour équipements audio et vidéo, DAC et matériel de studio d'enregistrement

Bruit de phase mesuré

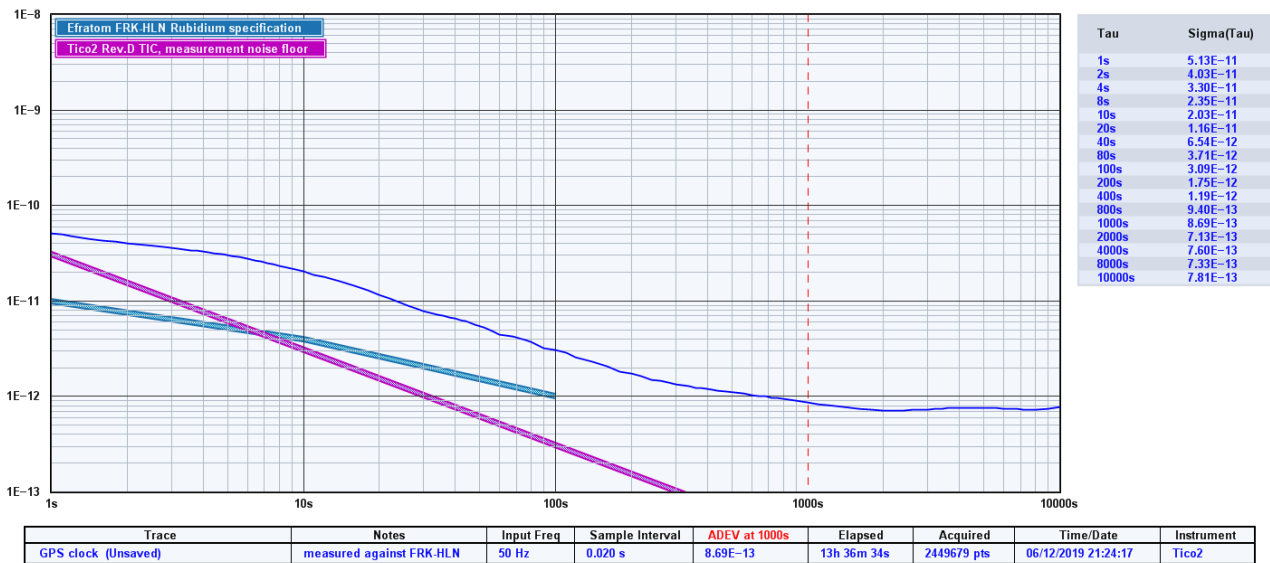
Horloge GPS à 10 MHz, égal ou meilleur que :

- -70 dBc/Hz à 1 Hz d'écart de la porteuse
- -100 dBc/Hz à 10 Hz
- -125 dBc/Hz à 100 Hz
- -143 dBc/Hz à 1 kHz
- -150 dBc/Hz à 10 kHz
- -152 dBc/Hz à 100 kHz
- -155 dBc/Hz à 1 MHz



Stabilité temporelle

Allan Deviation $\sigma_y(\tau)$



Réglage des fréquences de sortie

- Ouvrez le logiciel et définissez la fréquence principale souhaitée pour la sortie 1.
- Vous devez ensuite trouver le réglage PLL en cliquant sur « Find ».
- Après quelques secondes il devient possible de sélectionner une autre fréquence pour la sortie 2. Cette fréquence n'est pas entièrement libre, elle dépend des réglages de la boucle PLL et de la fréquence de la sortie 1.
- Enregistrez les réglages en cliquant sur « Update ».
- Redémarrez le logiciel afin d'afficher les nouvelles fréquences de sortie.

Si vous souhaitez obtenir d'autres fréquences sur la sortie 2, ajustez manuellement les paramètres PLL (sous Output2), cliquez sur « Update » puis redémarrer le logiciel pour afficher les nouvelles fréquences.

GPS Clock Configuration

Device details

- Serial Number: G41004
- Manufacturer: Leo Bodnar
- Product: 1.9
- Version: GPS Reference Clock
- Software: V9.11

Settings

- Enable Output 1
- Enable Output 2
- 32mA Output drive strength
- 988888 Output 1, Hz
- 988888 Output 2, Hz
-
- 988277 GPS reference, Hz
- 4 N31
- 11 N2_HS
- 448 N2_LS
- 11 N1_HS
- 498 NC1_LS
- 498 NC2_LS
- 0 Phase shift, degrees
- 9 BW
- F3 = 988094 Hz
- Fosc = 4.8693 GHz
- Signal loss count: 1

Annotations:

- Use this to adjust your drive strength, 32mA should give 1.6v pk-pk output through 50 Ohm termination
- Use these to identify the BNC outputs when using multiple clocks
- Master Frequency Selection
- Secondary Frequency Selection (This is limited to fractional multiples of the master frequency)
- "Sleep" button shuts down internal micro controller for lowest noise level. It requires power cycle to wake it up again.
- Internal PLL parameters, used for debug purposes only
- Click this to set the start the frequency finding algorithm
- Click this to update the flash memory and keep the frequency settings between rebooting
- Phase shift of output 2 relative to output 1
- Internal PLL bandwidth, 9 is the optimum setting

Architecture du synthétiseur et réglage de la PLL

Le synthétiseur de référence de fréquence asservi GPS basé sur le Si5328 comporte trois blocs principaux en cascade :

- Un diviseur de fréquence d'entrée (N3)
- Un multiplicateur à oscillateur verrouillé en phase (N2)
- Une paire de diviseurs de fréquence de sortie (NC1 et NC2)

Le multiplicateur à oscillateur verrouillé en phase (appelé DSPLL, car il utilise une PLL numérique) comporte une paire de diviseurs en cascade (N2_HS et N2_LS) dont le produit définit le facteur de multiplication.

La chaîne de division de sortie commence par N1_HS, suivi de NC1_LS pour la sortie 1 et de NC2_LS pour la sortie 2.

Comme les sorties partagent le même diviseur N1_HS, une fois la fréquence de la première sortie sélectionnée, la seconde sortie est limitée à des fréquences qui sont des sous-multiples de la sortie commune du diviseur N1_HS.

Par exemple, considérons des réglages de 10 MHz pour la sortie 1 et 125 MHz pour la sortie 2 :

Référence GPS	100000
N31	1
N2_HS	11
N2_LS	5000
N1_HS	11
NC1_LS	50
NC2_LS	4
Décalage de phase	0
BW	9

Dans cet exemple, les 100 kHz de la référence GPS sont multipliés par N31 = 1 ainsi que par le produit de N2_HS = 11 et N2_LS = 5000, afin d'obtenir une fréquence de sortie VCO PLL de 5,5 GHz.

Cette fréquence est ensuite divisée par N1_HS = 11 pour obtenir 500 MHz, puis est :

- divisée par NC1_LS = 50 pour obtenir 10 MHz sur la sortie 1.
- divisée par NC2_LS = 4 pour obtenir 125 MHz sur la sortie 2.

Autres réglages et informations

La sortie 1 PPS (une impulsion positive de 200 mS par seconde) s'obtient en désactivant la sortie 2, puis en redémarrant le processeur par coupure / rétablissement de l'alimentation.

Le bouton « Sleep » arrête le microcontrôleur interne afin d'obtenir le niveau de bruit le plus faible possible. Il faudra couper puis rétablir l'alimentation pour le réactiver.

La référence GPSDO peut fonctionner sans connexion USB en utilisant une alimentation externe de 5 à 12V. Une tension supérieure à 5V induit des pertes et donc un génère un échauffement.

Informations sur les LED

Les deux LED rouges indiquent l'état de l'appareil :

- Clignotement : pas de verrouillage GPS ou PLL.
- Allumées fixes : GPS et PLL verrouillés.
- Clignotement alterné : l'appareil est en mode bootloader.

LED 1 allumée fixe – LED 2 clignotante : sortie 2 configurée en signal de synchronisation 1PPS.