



Référence 10 MHz Pilotée par GPS
MANUEL DE L'USAGER
Version 2, Mai 2022

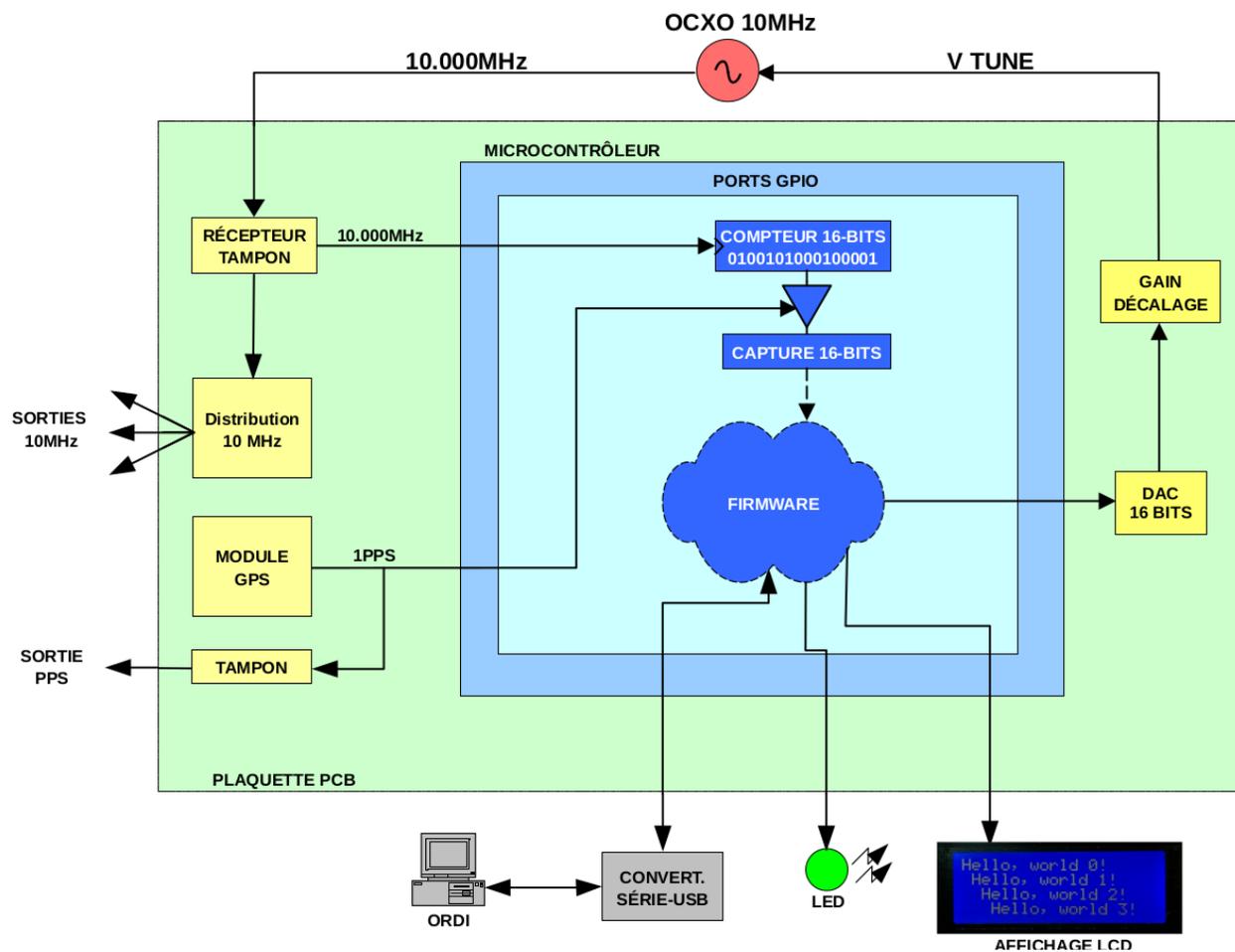
Licence d'utilisation en vigueur:
CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.fr>)



Table of Contents

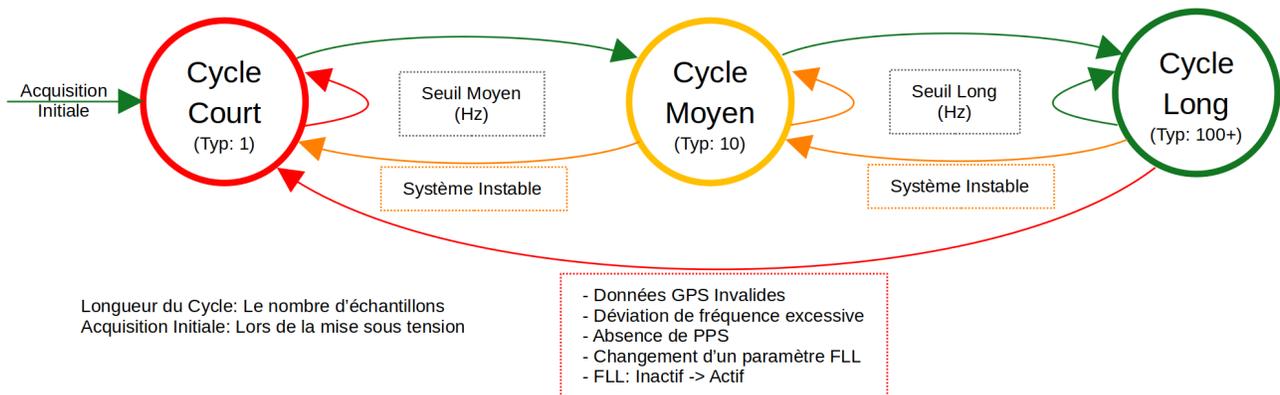
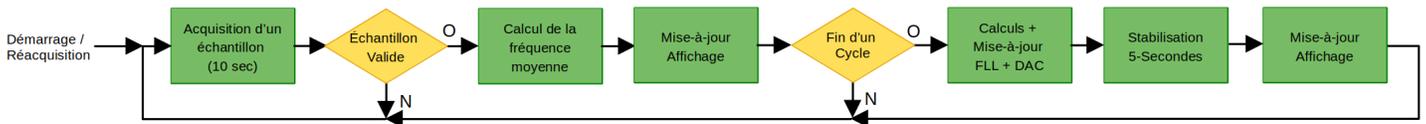
MANUEL DE L'USAGER.....	1
1 Diagramme-Bloc du projet.....	3
2 Flux d'Acquisition du FLL.....	4
3 Configuration de l'Environnement Arduino IDE.....	5
3.1 STM32F401CC "Black Pill".....	5
3.2 STM32F103C8 "Blue Pill".....	6
4 Interface Usager.....	7
4.1 Aide aux Commandes.....	7
4.2 Aide aux Alarmes.....	7
4.3 Aide au Champs du Mode Condensé.....	7
5 Schéma Électronique.....	8
5.1 Vue d'Ensemble.....	8
5.2 Gestion 10 MHz.....	9
5.3 Microcontrôleur et GPS.....	10
5.4 DAC et Sortie de Contrôle OCXO.....	11
6 Liste des Pièces.....	12
7 Plaque PCB.....	14
8 Mesure des paramètres de l'OCXO (résultats à insérer dans le code-source).....	15
9 Boucle de compensation P-I et coefficients Kp et Ki.....	16

1 Diagramme-Bloc du projet





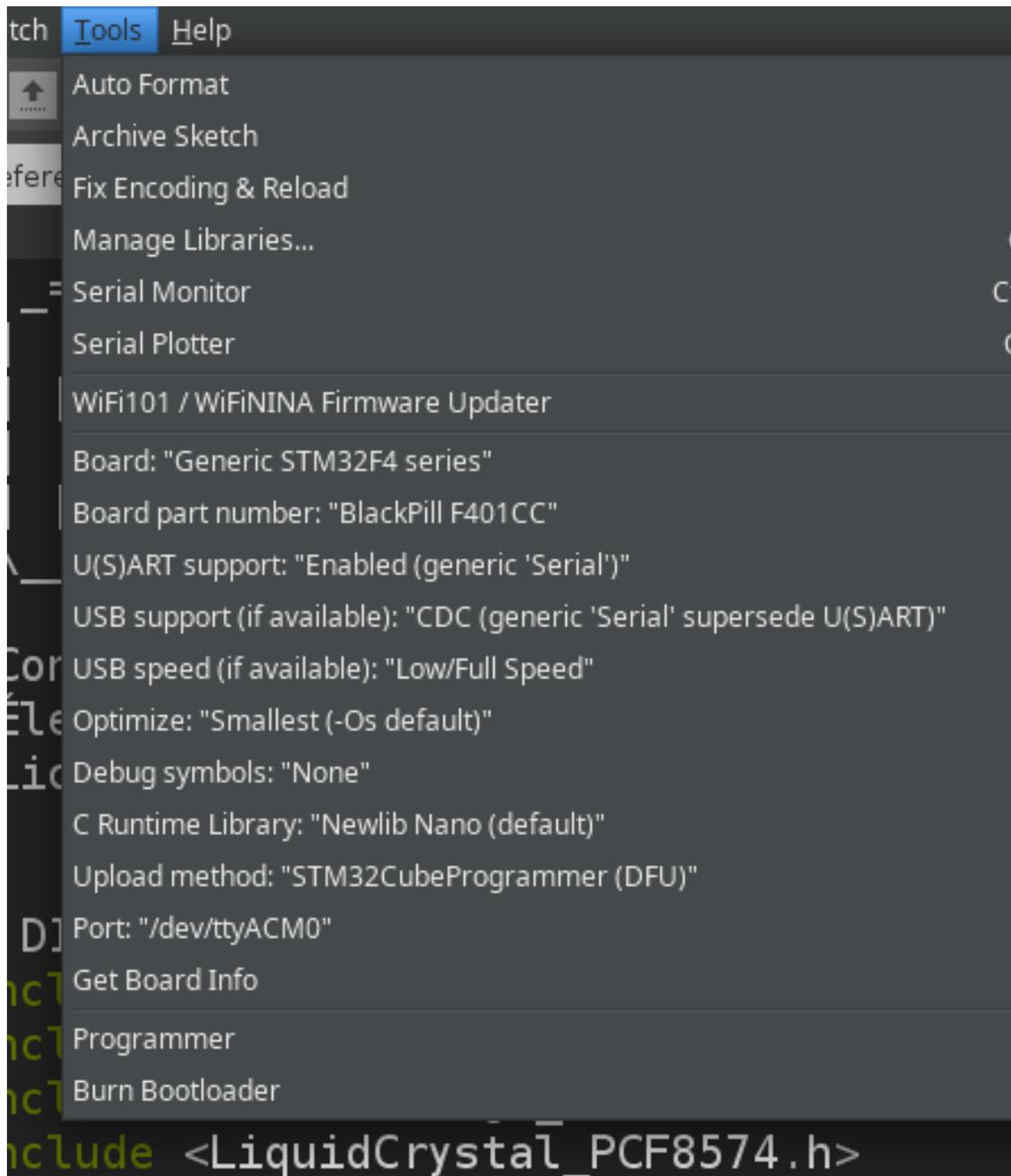
2 Flux d'Acquisition du FLL





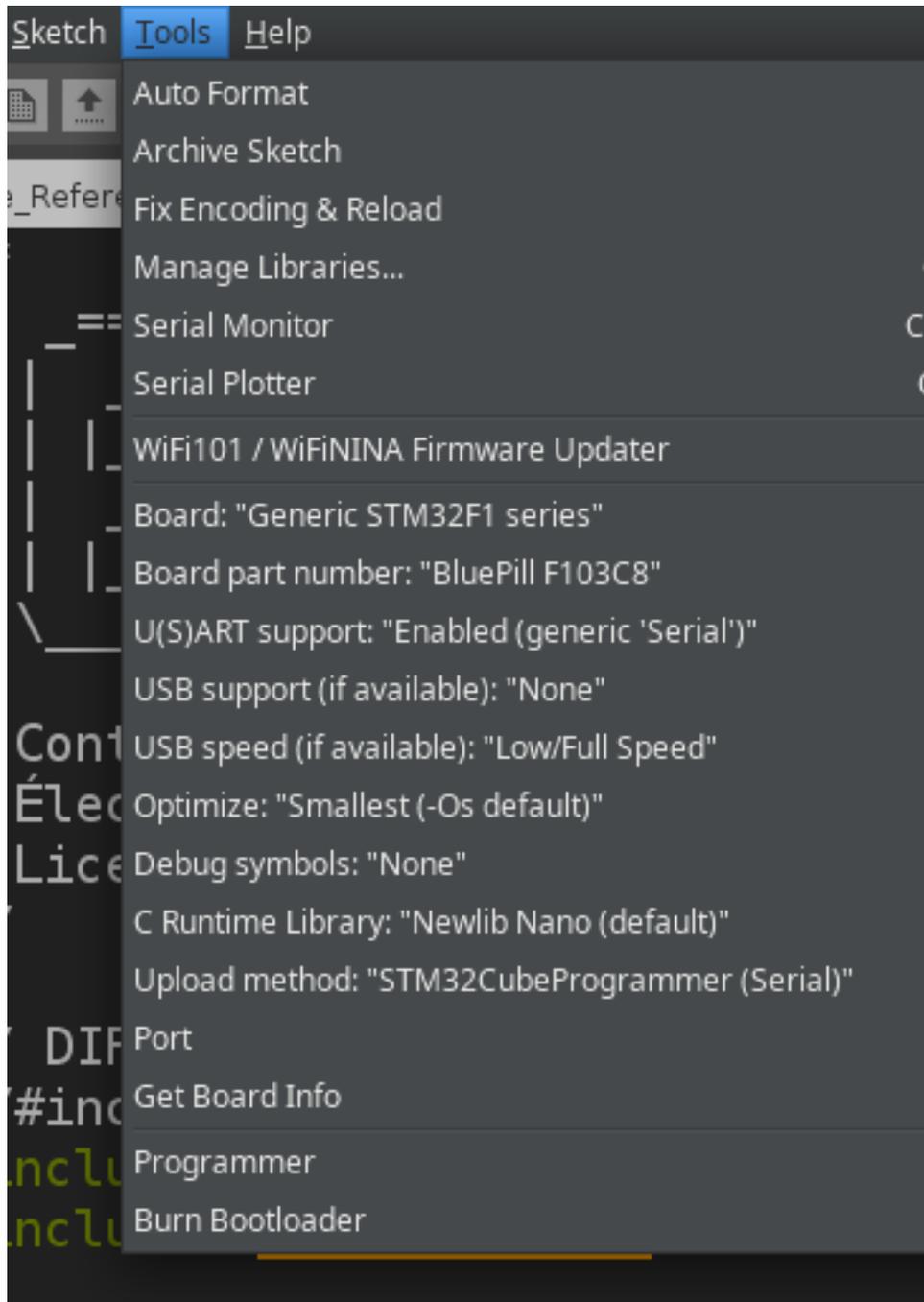
3 Configuration de l'Environnement Arduino IDE

3.1 STM32F401CC "Black Pill"





3.2 STM32F103C8 “Blue Pill”





4 Interface Usager

4.1 Aide aux Commandes

AIDE ou HELP ou ?	: Cette aide.
DEFIN	: Aide pour les champs du mode d'affichage condensé.
DAC <0-65535>	: Nouvelle valeur forcée du DAC.
DACBIT <16/14/12>	: Le nombre de bits du DACx0501 utilisé.
DURCYC <1-65535> <1-65535> <1-65535>	: Nombre d'échantillons par cycles court/moyen/long.
EFFALM	: Efface les alarmes antérieures montrées en minuscules.
FLL <OUI/NON>	: Mise en fonction du FLL.
NPPS <1-10000>	: Nombre de PPS par échantillon.
PARAM	: Liste des paramètres ajustables et leur valeur courante.
PI <0-1.0000> <0-1.0000>	: Constantes Kp et Ki de la boucle P-I du FLL.
REDEM	: Redémarre le microcontrôleur.
REACQ	: Redémarre le processus d'acquisition.
SEUIL <0-100.0000> <0-100.0000>	: Seuils (en Hz) pour le passage aux cycles moyen et long.
VERBOS <OUI/NON>	: Mode d'affichage détaillé.
VT100 <OUI/NON>	: Option VT100 du mode d'affichage détaillé.

4.2 Aide aux Alarmes

Les majuscules indiquent des alarmes présentement actives.
Les minuscules indiquent des alarmes antérieures. Effaçables avec la commande EFFALM.

A / a	: En acquisition initiale après démarrage.
D / d	: Le DAC a atteint sa valeur minimale ou maximale.
F / f	: Le FLL est éteint.
P / p	: Le signal PPS du GPS est manquant.
R / r	: En cycle long, l'échantillon est rejeté car trop éloigné.
V / v	: Le FLL est déverrouillé car pas en cycle long.
O / o	: L'OCXO ne fournit pas de référence 10 MHz
G / g	: Le GPS fournit des données non valides.

4.3 Aide au Champs du Mode Condensé

```
S|21/04/22_15:18:43|_____|34273|L|00154|00360|00000|0.00065|_____|_____|
S|      a      |    b    |  c  |d| e |  f  |  g  |  h  |    i  |    j  |
```

a: Date et heure UTC tirée du GPS.
b: Champ des alarmes.
c: Valeur courante du DAC (de 0 à 65535) contrôlant la fréquence de l'OCXO.
d: Type de cycle courant du FFL (C=Court, M=Moyen, L=Long).
e: Numéro de l'échantillon dans le cycle d'échantillonnage courant.
f: Nombre total d'échantillons à collecter dans le cycle courant.
g: Écart moyen en pulsations du compteur par rapport à la valeur nominale.
h: Écart moyen en pulsations du compteur (g) exprimé en Hertz.
i: Écart moyen en fréquence de la boucle P-I dans un cycle long.
j: Changement de DAC appliqué à la fin du cycle courant.

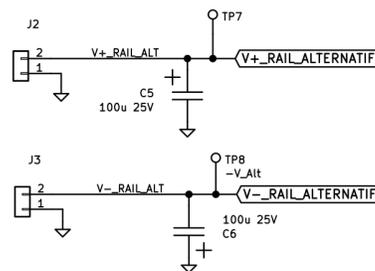
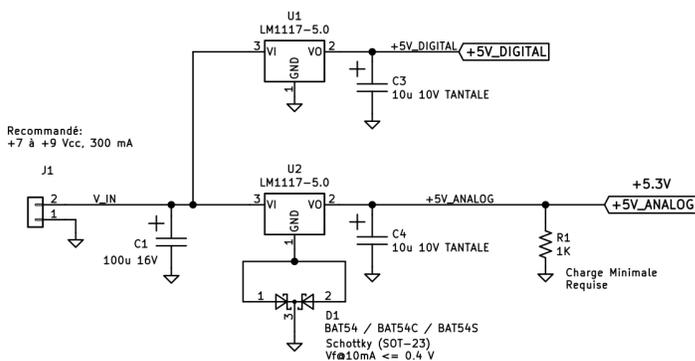
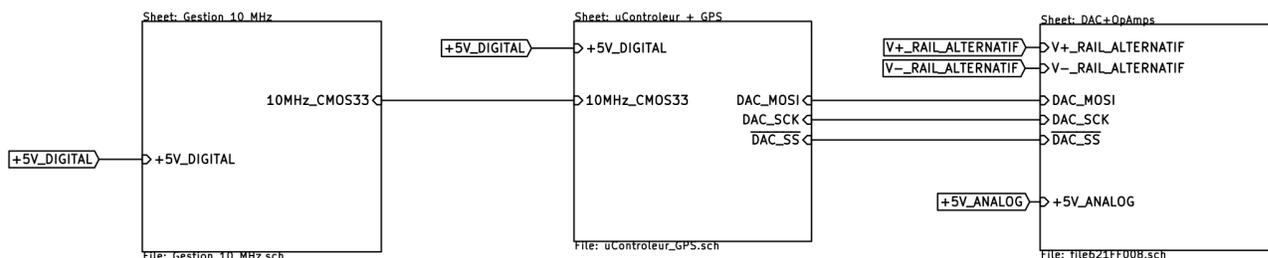


5 Schéma Électronique

5.1 Vue d'Ensemble

Référence 10 MHz par GPS. v2 – Mars 2022

Électro-Bidouilleur. <https://bidouilleur.ca> <https://www.youtube.com/electro-bidouilleur>



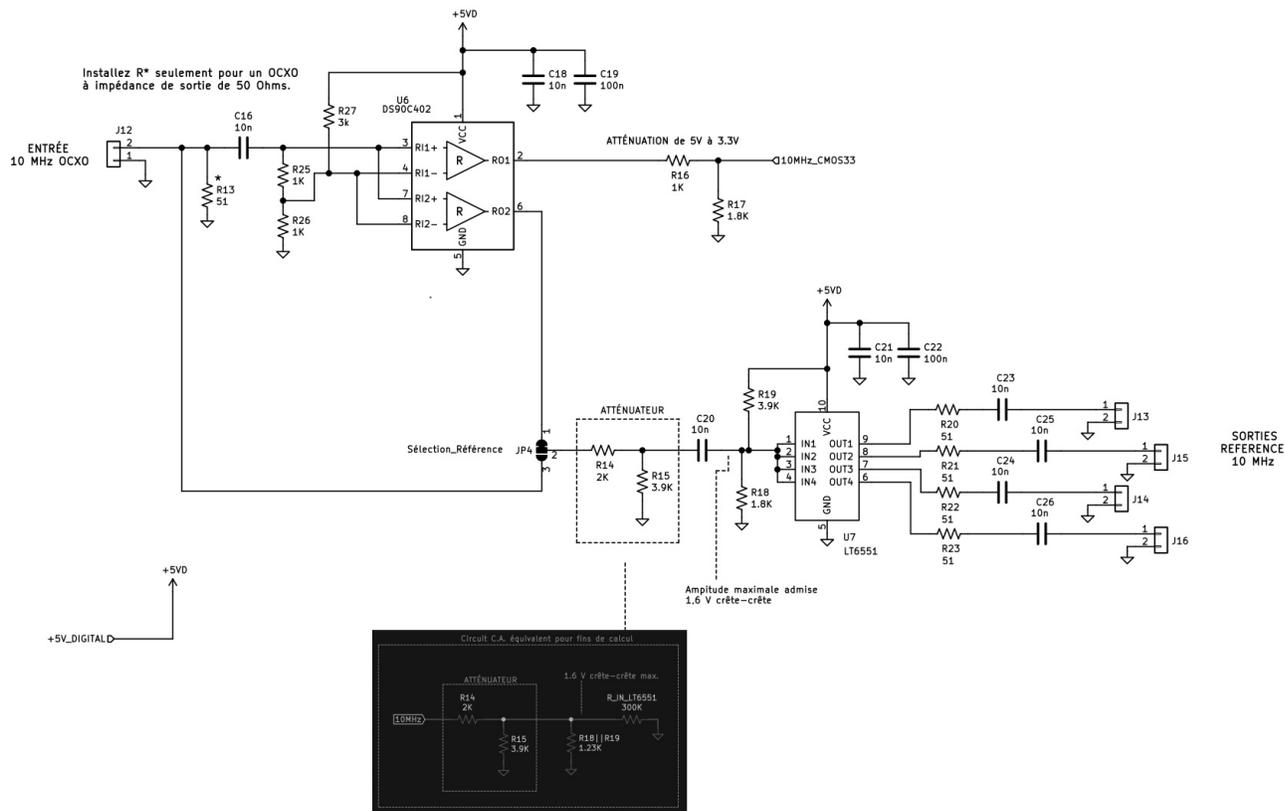


5.2 Gestion 10 MHz

DÉTECTION ET DISTRIBUTION 10 MHz

Référence 10 MHz par GPS. v2 - Mars 2022

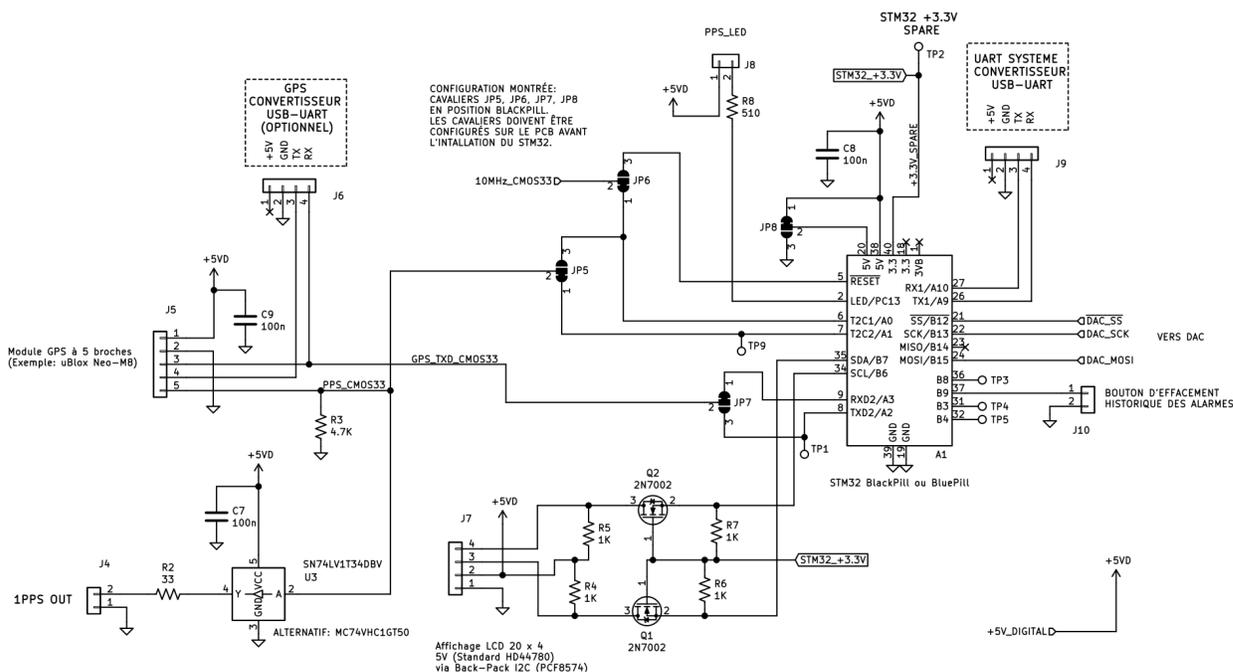
Électro-Bidouilleur. <https://bidouilleur.ca>





5.3 Microcontrôleur et GPS

MICRO-CONTRÔLEUR ET GPS
 Référence 10 MHz par GPS, v2 - Mars 2022
 Electro-Bidouilleur, <https://bidouilleur.ca>



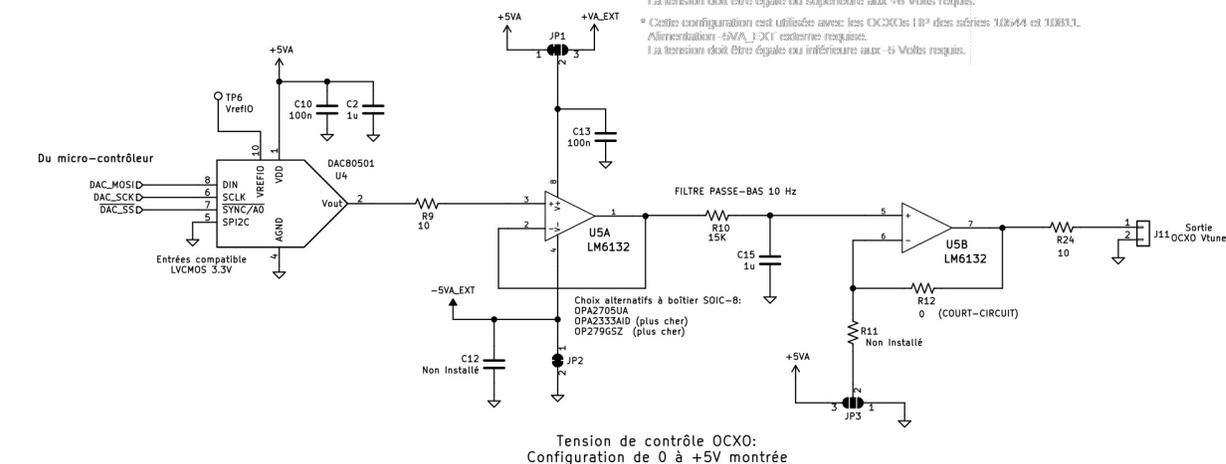


5.4 DAC et Sortie de Contrôle OCXO

DAC ET SORTIE DE CONTRÔLE DE L'OCXO
 Référence 10 MHz par GPS, v2 - Mars 2022
 Électro-Bidouilleur, <https://bidouilleur.ca>

Plage d'ajustement De l'OCXO	R11	R12	C12	Cavalière JP1 Rail Supérieur	Cavalière JP2 Rail Inférieur	Cavalière JP3 Décalage
0 à +5V *	Non installé	Court-Circuité	Non installé	Position 1-2	Installé	Non installé
0 à +6V *	300K	62K	Non installé	Position 2-3	Installé	Position 1-2
0 à +10V *	300K	300K	Non installé	Position 2-3	Installé	Position 1-2
-3V à +5V *	300K	300K	0.33µF	Position 1-2	Non installé	Position 2-3

* Alimentation +VA_EXT positive externe requise. La tension doit être égale ou supérieure aux 48 Volts requis.
 * Cette configuration est utilisée avec les OCXOs 10⁹ des séries 105AA et 10833.
 * Alimentation -5VA_EXT externe requise. La tension doit être égale ou inférieure aux -6 Volts requis.





6 Liste des Pièces

PCB Version 2

Référence	Quant	Valeur	Description	Empreinte
A1,	1	STM32_BlackPill_BluePill	STM32_BlackPill or BluePill board	TH: DIP-40
C1,	1	100u 16+V	Polarized capacitor	SMD: 6.3x7.7
C2, C15,	2	1u 25+V	Unpolarized capacitor	SMD: 1206_3216
C3, C4,	2	10u 10+V TANTALE	Polarized capacitor	SMD: 1206_3216
C5, C6,	2	100u 25V	Polarized capacitor	SMD: 6.3x7.7
C7, C8, C9, C10, C13, C19, C22,	7	100n 25+V	Unpolarized capacitor	SMD: 1206_3216
C12,	1	(Voir schéma) Non Installé ou 100n 25+V	Unpolarized capacitor	SMD: 1206_3216
C16, C18, C20, C21, C23, C24, C25, C26,	8	10n 25+V	Unpolarized capacitor	SMD: 1206_3216
D1,	1	BAT54 ou BAT54C ou BAT54S	Dual schottky barrier diode	SMD: SOT-23
J1, J2, J3, J4, J8, J10, J11, J12, J13, J14, J15, J16,	12	Conn_01x02	Generic connector, single row, 01x02	TH: 2.54mm:PinHeader
J5,	1	Conn_01x05	Generic connector, single row, 01x05	TH: 2.54mm:PinHeader
J6, J7, J9,	3	Conn_01x04	Generic connector, single row, 01x04	TH: 2.54mm:PinHeader
Q1, Q2,	2	2N7002	0.115A Id, 60V Vds, N-Channel MOSFET, SOT-23	SMD: SOT-23
R1, R4, R5, R6, R7, R16, R25, R26,	8	1K	Resistor	SMD: 1206_3216
R2,	1	33	Resistor	SMD: 1206_3216
R3,	1	4.7K	Resistor	SMD: 1206_3216
R8,	1	510	Resistor	SMD: 1206_3216
R9, R24,	2	10	Resistor	SMD: 1206_3216
R10,	1	15K	Resistor	SMD: 1206_3216
R11,	1	(Voir schéma) Non Installé ou 100K	Resistor	SMD: 1206_3216
R12,	1	(Voir schéma) 0 ou 62K ou 100K	Resistor	SMD: 1206_3216
R13, R20, R21, R22, R23,	5	51	Resistor	SMD: 1206_3216
R14,	1	2K	Resistor	SMD: 1206_3216
R17, R18,	2	1.8K	Resistor	SMD: 1206_3216
R15, R19,	2	3.9K	Resistor	SMD: 1206_3216
R27,	1	3k	Resistor	SMD: 1206_3216
U1, U2,	2	LM1117-5.0 ou équiv.	800mA Low-Dropout Linear Regulator, 5.0V fixed output, TO-220/TO-252/TO-263/SOT- 223	SMD: SOT-223-3

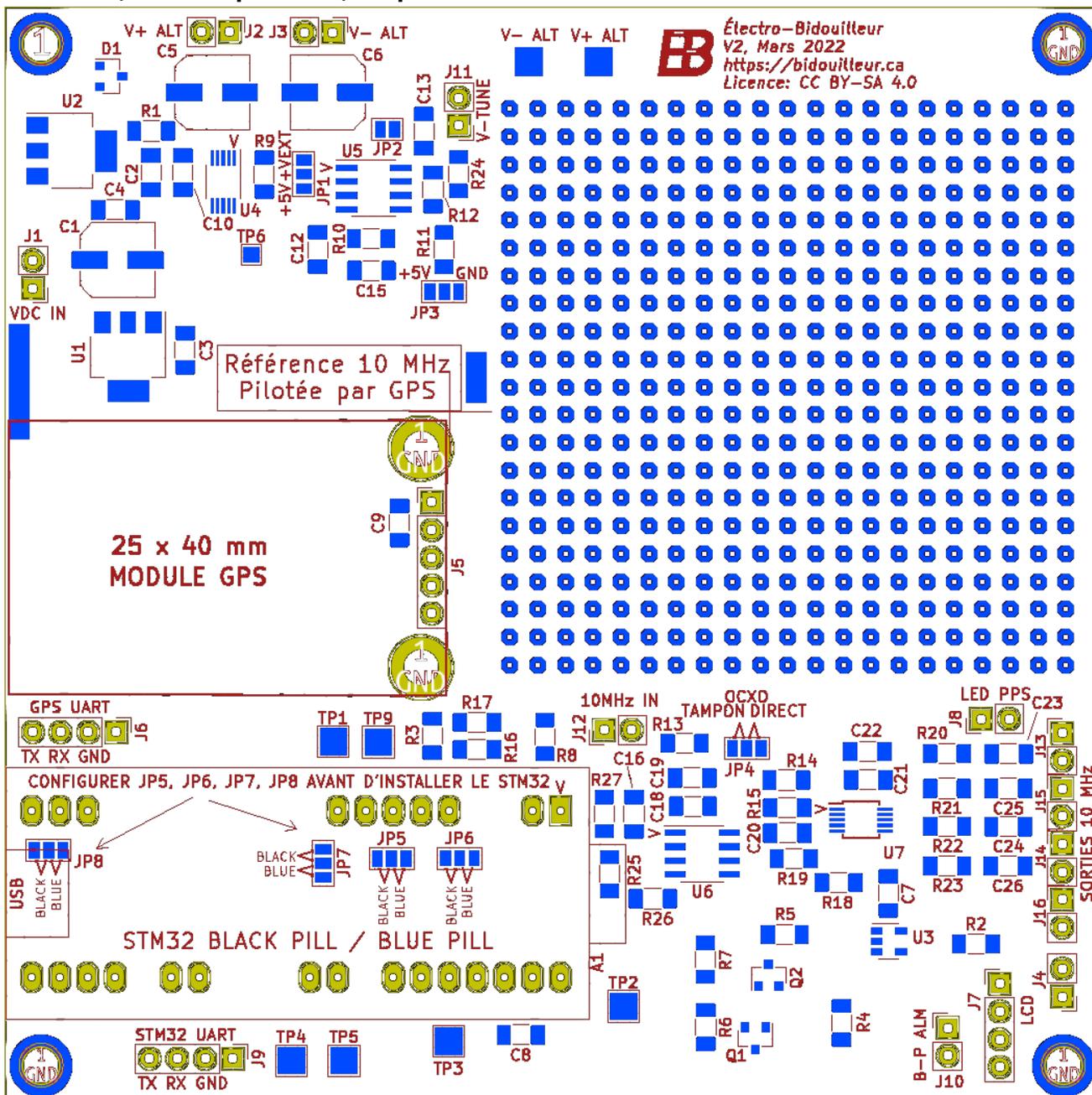


U3,	1	SN74LV1T34DBV ou MC74VHC1GT50	Single Power Supply, Single Buffer GATE, CMOS Logic, Level Shifter, SOT-23-5	SMD: SOT-23-5
U4,	1	DAC80501MDGS_ ou DAC80501ZDGS_ ou DAC70501MDGS_ ou DAC70501ZDGS_	Single 16-bit or 14-bit Digital to Analog Converter, SPI/I2C Interface, VSSOP-10 package	SMD: VSSOP-10
U5,	1	OPA2705UA ou OP279GSZ ou LM6132AIM ou LM6132BIM	Dual Op amp, rail-to-rail input/output, Single supply Vcc up to +15V	SMD: SOIC-8
U6,	1	DS90C402M	Dual LVDS Receiver, >155Mbps, 5V, SOIC-8	SMD: SOIC-8
U7,	1	LT6551CMS ou LT6551IMS	IC Video Amp 4-channel Voltage Feedback 10-MSOP	SMD: MSOP-10
Total de composants	77			



7 Plaque PCB

Version 2, Face Supérieure, Emplacements





8 Mesure des paramètres de l'OCXO (résultats à insérer dans le code-source)

Mettez le FLL hors service:

Commande: `FLL NON(Return)`

Mettez la sortie du DAC à zéro:

Commande: `DAC 0(Return)`

Mesurez la tension de sortie du DAC = **V1**.

Mesurez la fréquence de l'OCXO = **F1**.

Mettez la sortie du DAC à son sur 16 bits ou sur 14 bits, selon le DAC installé:

Commande: `DAC 65535(Return)` ou `DAC 16383(Return)`

Mesurez la tension de sortie du DAC = **V2**.

Mesurez la fréquence de l'OCXO = **F2**.

Remplissez les définitions dans le code source selon les valeurs mesurées ci-haut:

```
#define REPOSE_OCXO_HZ_PAR_V (F2 - F1) ÷ (V2 - V1)
#define DAC_TENSION_MIN V1
#define DAC_TENSION_MAX V2
#define DAC_POST_GAIN Le gain d'ampli opérationnel
                        configuré, minimum 1.0
```

Re-compilez le code source et téléversez le firmware dans le STM32 .

Note: La fréquence peut être mesurée par le système lui-même si le GPS est suffisamment stabilisé.



9 Boucle de compensation P-I et coefficients Kp et Ki

écart : Écart mesuré en Hz par rapport à la fréquence nominale 10,000000000 MHz

sortie : Valeur en Hz servant à calculer l'ajustement du DAC.

Boucle P

$$\text{sortie} = \text{écart} * Kp$$

Boucle P-I

$\text{accumulation_d'écarts} += \text{écart} * \text{delta_temps}$ (accumulation sur 10 cycles)

$$\text{sortie} = (\text{écart} * Kp) + (\text{accumulation_d'écarts} * Ki)$$

Boucle P-I-D

Composante différentielle non implémentée. Système de rejet d'échantillons, une forme d'équivalence d'action.

Conditions:

$Kp + Ki = 1$: Recommandée.

$Kp + Ki < 1$: Sous-compensée. Nécessite plus d'un ajustement de DAC pour atteindre le nominal.

$Kp + Ki > 1$: Sur-compensée. Non recommandé, créé une oscillation de la compensation.

Valeurs par défaut recommandées:

$Kp = 1$, $Ki = 0$: Créé une boucle à compensarion purement proportionnelle.

Référence: PID – Helping Computers Behave More Like Humans

<https://spin.atomicobject.com/2016/06/28/intro-pid-control/>