NaviTop

Modèle NaviTop : HR

HAT PYPILOT AVEC RECEPTEUR DE TELECOMMANDES RADIO ET ENTREE/SORTIE NMEA0183

1 - Présentation

Ce HAT (Hardware Attached on Top) est une carte d'extension conçue pour s'adapter au connecteur GPIO 40 broches d'un Raspberry Pi Zero.

Il permet de transformer le Raspberry Pi en un ordinateur de pilotage automatique de bateau Pypilot intégrant un récepteur radio pour le contrôle à distance et un compas hautes performances grâce à une centrale inertielle 9 axes perfomante.

Combiné à un contrôleur de moteur Pypilot, un Raspberry Pi Zero W ou 2W et le logiciel Tinypilot-PYPILOT installé sur sa carte microSD, ce HAT permet de créer un pilote automatique performant consommant peu d'énergie.

Tinypilot-Pypilot est une image de carte SD combinant le logiciel libre PYPILOT, imaginé et développé par Sean D'EPAGNIER, avec un système Linux simplifié TINYCORE. Cette image téléchargeable peut être installée sur la carte microSD du Pi Zero avec une application telle que Raspberry Pi Imager. Grâce à ce système de fichiers, PYPILOT fonctionne parfaitement avec un petit Raspberry Pi Zero et peut être allumé et éteint en toute sécurité grâce à un simple interrupteur sur le tableau électrique.

Trois modèles de contrôleurs de moteur sont disponibles pour adapter PYPILOT à tous les systèmes d'entraînement existants. Vous pouvez construire le vôtre ou en acheter un. Notez que si le modèle 12-24 V 30 A avec commande d'embrayage est compatible avec tous les systèmes d'entraînement existants, le modèle 12 V 7 A sans sortie d'embrayage est uniquement adapté aux actionneurs linéaires pour barre franche.

Ce HAT intègre l'afficheur LCD, l'IMU, l'interface UART pour le contrôleur moteur, un récepteur de télécommande 433 MHz, un décodeur, un port NMEA0183 avec entrée isolée galvaniquement, des protections contre les surtensions CEM et un connecteur GPIO permettant l'utilisation d'un Raspberry Pi Zero W ou Zero 2 W. L'antenne de réception 433 MHz est intégrée au circuit imprimé. Il est également équipé d'une mémoire EEPROM qui configure automatiquement Pypilot en fonction du matériel du HAT.

L'Arduino et l'EEPROM sont déjà flashés.

Le HAT est fourni avec un seul câble, qui permet de connecter le port UART au contrôleur.

Important : Pour un Pi supérieur à Zero, une entretoise GPIO est nécessaire pour surélever le HAT.

- Alimentation du HAT et du Raspberry Pi en 5 V CC via une prise micro-USB connectée au Pi ou directement sur le circuit imprimé, au niveau des deux plots de soudure repérés « Power Input 5 V CC »
- Circuit intégré IMU TDK ICM20948 installé directement sur le circuit imprimé, ses circuits d'interface avec le PI fonctionnant à 3,3 V
- Écran LCD JLX12864G-086-PN 3,3 V
- Récepteur 433 MHz avec antenne intégrée au circuit imprimé et décodeur Arduino pour télécommandes.
- EEPROM permettant la configuration automatique de Pypilot pour le matériel du HAT
- Embase 2X20 contacts pour installer un Pi Zero W ou Pi Zero 2W
- Port NMEA0183 connecté au décodeur AtMega328 (Arduino) :
  - Entrée découplée galvaniquement par optocoupleur (version 1.3 et plus)
  - Sortie TTL asymétrique (par défaut) ou symétrique, protégée des courts-circuits et surtensions
- Le côté composants du circuit imprimé est marinisé avec du vernis polyuréthane tropicalisant permettant la soudure ultérieure des câbles
- Connecteur étanche 4 contacts vers le contrôleur moteur
- Dimensions : 76 x 51 x 24 mm

2 - Installation du calculateur Pypilot

Le cap du bateau est déterminé par le calculateur Pypilot, équipé d'une centrale inertielle (IMU) dotée de 9 capteurs, dont 3 magnétomètres sensibles aux champs magnétiques. Afin de minimiser les interférences, il est essentiel de suivre attentivement les instructions d'installation du manuel Pypilot. Il est impératif de maintenir le calculateur éloigné de toute pièce métallique ou magnétique en mouvement et de tout câble électrique avec un courant important (panneau solaire, contrôleur, etc.).

3 - Commande du pilote automatique Pypilot

Ce calculateur Pypilot offre de nombreuses options de contrôle, telles que des télécommandes radio 433 MHz (code tournant EV1527) ou le serveur web Pypilot accessible en Wi-Fi à l'adresse 192.168.14.1 depuis le navigateur web de n'importe quelle tablette, ordinateur ou téléphone. Pypilot permet de configurer plusieurs télécommandes utilisables simultanément.

Depuis une autre machine connectée au même réseau Wi-Fi, il est aussi possible de contrôler Pypilot avec :

- Le plugin pypilot de l'application OpenCpn,
- les scripts clients de pypilot installés avec une suite logicielle telles que OpenPlotter ou Bareboat Necessities (BBN).

TRES IMPORTANT : Le script principal, ou script serveur « pypilot », doit uniquement tourner sur le Raspberry Pi auquel est connecté le contrôleur de moteur et l'IMU du pilote automatique. Avec tinypilot, il démarre toujours automatiquement à la mise sous tension du calculateur pypilot. Ce script « pypilot », est en quelque sorte le tableau de toutes les données utilisées par le pilote automatique ainsi que par les scripts client de pypilot

Cependant, les scripts clients pypilot, tels que « pypilot_control », « pypilot_scope » et « pypilot_calibration », peuvent être exécutés simultanément sur plusieurs ordinateurs. Si ceux-ci sont connectées au même réseau Wi-Fi que le pilote automatique, ces scripts se synchroniseront automatiquement avec lui.

C'est pratique d'installer pypilot sur d'autres ordinateurs à bord afin d'installer automatiquement tous les scripts de pypilot. Mais, il est impératif de ne jamais saisir la commande « pypilot » dans l'invite de commandes Linux de ces ordinateurs. Prenez l'habitude d'exécuter systématiquement un script client de pypilot, par exemple « pypilot_control ».

4 - Configuration des télécommandes radio

Les commandes à distance peuvent être configurées avec votre navigateur Web à partir de la page pypilot configuration, ou directement à l'adresse : http://192.168.14.1:333333

Il existe de nombreuses fonctions différentes (-1, +1, -10,+10, menu, etc…) qui peuvent être attribuées à une touche particulière de télécommande radio ainsi qu'en appuyant sur plusieurs touches en même temps.

Toutes les fonctions pouvant être attribuées sont listées. Les 7 premières fonctions sont liées à l'interface du menu LCD (voir §3.3 du manuel pypilot). Leur fonction dépend de l'état de l'affichage. Elles sont donc destinées à être utilisées avec une télécommande ou un clavier radio installé en vue de l'écran. Il n'est pas conseillé d'affecter ces fonctions à des télécommandes ne permettant pas à l'utilisateur de voir l'écran.

A chaque appui sur une touche de télécommande, le voyant bleu du calculateur doit s'allumer et il s'affiche au milieu de la page de configuration des télécommandes :

CLE : code du bouton de télécommande

ACTION : la fonction déjà programmée ou NONE si aucune fonction n'a été attribuée à ce bouton

Pour associer une fonction ou changer la fonction déjà associée à cette touche, il faut cliquer sur une fonction dans la liste de la page web de configuration des télécommandes.

Une simple télécommande radio avec 4 boutons configurés avec les fonctions -1, +1, « menu » et « mode » suffit pour pouvoir naviguer dans le menu LCD. Cela peut être utile, par exemple, pour réinitialiser la connexion wifi lorsqu'on a oublié le mot de passe.

Plus bas, on trouve les fonctions qui peuvent être utilisées sans avoir besoin de voir l'affichage LCD du calculateur et qui devraient être associées aux télécommandes portatives ou les claviers radio installés sur le bateau à distance du calculateur. Il y a par exemple les fonctions engage et standby qui peuvent avantageusement se substituer à la touche auto du menu LCD.

Avec un vérin linéaire de barre franche, il est conseillé d'y attacher une télécommande avec les boutons -10, +10, « engagement » et « veille » pour démarrer et arrêter le pilote automatique de manière plus sûre qu'avec un bouton « auto ». Les boutons -10 et +10 permettent de rétracter et d'étendre le vérin lorsque le pilote n'est pas engagé. Ils peuvent également servir à éviter un obstacle lorsque le pilote est engagé.

5 - Opérations à réaliser avant d'utiliser pypilot pour piloter automatiquement son bateau

Les opérations suivantes sont à effectuer dans l'ordre indiqué :

1) Avant de fixer le calculateur au bateau, calculateur alimenté en 5V DC

- Etalonnage des accéléromètres, déjà réalisé sur les calculateurs avec une carte SD provenant de Navitop. Un nouvel étalonnage est recommandé après chaque changement d'image de la carte SD. Celui-ci se fait de préférence à terre, sur une surface horizontale comme une table. Voir manuel Pypilot
- Pré-étalonnage des magnétomètres, déjà réalisé sur les calculateurs avec une carte SD provenant de Navitop. Un nouveau pré-étalonnage est recommandé après chaque changement d'image de la carte SD. Le calculateur doit être tourné lentement dans toutes les directions. On peut aussi le faire tourner sur plusieurs de ses faces. Le pré-étalonnage est terminé lorsque les points de mesure sont toujours sur la sphère et que la date d'étalonnage de la boussole est réinitialisée. Ce pré-étalonnage 3D est indispensable pour garantir une compensation automatique rapide du compas en mer.

2) Après avoir fixé le calculateur au bateau

- Avec le bateau horizontal et stable, il faut indiquer au calculateur que le bateau est de niveau. C'est indispensable car le boîtier du computer Pypilot peut être installé dans n'importe quel sens. Sean a d'ailleurs prévu de pouvoir inverser le sens d'affichage avec le menu LCD.
- Vérification du sens de rotation du moteur. Un appui sur la touche +1 doit faire tourner le gouvernail pour faire tourner le bateau dans le sens horaire (inverser les deux fils du moteur si nécessaire).
- Etalonnage de l'éventuel capteur d'angle de barre (voir manuel du contrôleur)
- Réglage de la limitation du courant dans le moteur (voir manuel du contrôleur)
- Etalonnage du compas magnétique en faisant lentement tourner le bateau en mer. Un tour suffit si le pré-étalonnage des magnétomètres a bien été effectué avant de fixer le calculateur pypilot au bateau
- Alignement du compas de pypilot avec le compas magnétique en introduisant si nécessaire un décalage.
  - calculateur fixé sur une cloison côté bâbord ,dans l'axe du bateau, ce décalage devrait être autour de 0
  - calculateur fixé sur une cloison vers l'avant, perpendiculaire à l'axe du bateau,il devrait être autour de -90
  - calculateur fixé sur une cloison côté tribord, dans l'axe du bateau, ce réglage devrait être autour de 180
  - calculateur fixé sur une cloison vers l'arrière, perpendiculaire à l'axe du bateau, ce réglage devrait être autour de 90
- Vérification qu'aucun objet magnétique mobile du bord ne perturbe le compas du calculateur

6 - Ports USB et NMEA0183 pour échanges NMEA (0183 ou 2000)

Pour échanger des données NMEA avec Pypilot, il est fortement recommandé d'utiliser le port série USB qui a l'avantage, sans configuration logicielle, de permettre d'échanger des données NMEA0183 et/ou NMEA2000 avec le calculateur Pypilot.

Il faut juste ajouter un ou des convertisseurs USB/RS422 (NMEA0183) ou USB/CAN (NMEA2000) ainsi qu'un HUB USB à quelques euros si plus d'une prise USB doit être connectée au calculateur. Les convertisseurs et le HUB ne sont pas fournis avec le HAT. Les convertisseurs doivent de préférence être isolés galvaniquement s'ils sont connectés à des circuits assez longs ou sortant de la cabine. Les convertisseurs USB/RS422 sont de plus en plus rares et peuvent être remplacés par des convertisseurs USB/RS485-RS422. La connexion USB se fait directement à la prise micro-USB femelle marquée « USB » sur le Raspberry Pi Zero. La prise micro-USB du Pi Zero marquée "POWER" ne permet pas l'échange de données.

L'utilisation de convertisseurs USB/RS232 est déconseillée pour les signaux NMEA0183. Les signaux RS232 sont trop différents du protocole NMEA0183 comme on peut le voir ci-dessous même si cela peut parfois fonctionner.

Niveau logique	Signaux RS422 (norme NMEA0183)	Signaux RS232
0	A > B avec écart mini de 2V et écart maxi de 6V	+3 à +15V par rapport à GND
1	B > A avec écart mini de 2V et écart maxi de 6V	-3 à -15V par rapport à GND

Il faut garder en tête qu'une sortie NMEA0183 (TX) est toujours croisée vers une entrée (RX) et que si on peut connecter jusqu'à 10 entrées à une sortie, on ne peut pas relier deux sorties entre elles.

Le port NMEA0183 de ce HAT utilise un port série du décodeur Arduino. Vous devez cocher l'option NMEA Arduino dans la page de configuration, activer les ports entrée et sortie et configurer la vitesse en bauds.

L'entrée RX*, protégée des pics de surtension, se fait par un optocoupleur assurant une isolation galvanique.

- Input + ou A ou RA
- Input – ou B ou RB

* fonctionnel à partir de la version V1.3

La sortie TX en 5V TTL est protégée des courts-circuits et des surtensions. Elle est par défaut asymétrique avec la sortie - reliée à GND, ce qui est adapté à presque tous les cas. Si nécessaire, elle peut être symétrique pour que le fil – soit à +5V lorsque le fil + est au niveau 0V. Pour cela, il faut modifier le circuit imprimé pour couper le pont de JP1 entre 1 et 2 puis relier par point de soudure 2 et 3.

- Output + ou Y ou TA
- Output – ou Z ou TB

8 - Utilisation de données externes - Mise à disposition de données (NMEA0183 ou WIFI)

Sans données externes, pypilot ne fonctionne qu'en mode Compas. Pour pouvoir utiliser le mode Vent apparent, il faut fournir à pypilot les données NMEA d'une girouette. Pour utiliser le mode vent réel utile au portant ainsi que le mode GPS, il faut en plus fournir les données NMEA d'un GPS.

Sean, le concepteur de pypilot conseille d'utiliser de préférence une girouette classique pouvant fournir des données aussi peu filtrées que possible pour que pypilot qui effectue des calculs très rapides détermine précisément le vent réel, même avec de la gite et des vagues.

Les échanges de données NMEA se font soit via wifi avec le port TCP 20220, soit avec le port USB via des convertisseur NMEA0183 ou NMEA2000 vers USB, soit le port série NMEA0183. Si la connexion est un port série ou un port de communication virtuel, elle sera détectée avec un débit de 4800 ou 38400 bauds. Les phrases reçues via USB ou série, non utilisées par le pilote automatique, seront relayées aux appareils connectés au Wi-Fi.

Les phrases suivantes NMEA0183 suivantes peuvent être reçues et utilisées :

- MWV : vent apparent et vrai
- VWR : vent apparent (héritage alternatif)
- VWT : vent vrai (héritage alternatif)
- APB : relèvement du pilote automatique pour le suivi de route
- VWH : vitesse de l'eau
- LWY : dérive
- RMC : gps
- RSA : angle de barre (pour une action plus rapide de la limitation de course, il est cependant conseillé de raccorder le capteur directement au contrôleur du moteur)

Les phrases suivantes peuvent être générées par pypilot :

- MWV : après calibrage
- RSA : angle de barre
- RMC : si le filtre GPS combine les données IMU et GPS, cela peut fournir une sortie à grande vitesse pour la vitesse/la trace
- XDR : tangage et roulis
- HDM : cap magnétique
- ROT : taux de rotation angulaire

8 - Evolutions

L'entrée NMEA0183 est fonctionnelle à partir de la version 1.3. Sur les versions antérieures, utiliser le port série USB pour entrer des données NMEA0183 (voir §6).