

# bouton-poussoir d'urgence sans fil

sécurité renforcée avec LoRa

Somnath Bera (Inde)

Le bouton-poussoir d'urgence sans fil décrit dans cet article est un exemple de solution à un problème dans un environnement industriel complexe avec quelques modules électroniques bon marché et un peu de programmation Arduino. Le résultat est un système sans fil simple qui peut s'avérer utile dans de nombreuses autres situations.



Le besoin initial de développer le bouton-poussoir d'urgence (*Emergency Push Button* : EPB) sans fil présenté ici est assez spécifique et concerne le prélèvement d'échantillons dans les trains livrant du charbon à une centrale électrique. On doit prélever un échantillon au sommet d'un wagon de charbon pour déterminer son pouvoir calorifique avant de pouvoir l'utiliser. Il s'agit d'un paramètre important pour les centrales électriques. Avant de prélever un échantillon, l'échantillonneur appuie sur l'EPB existant pour signaler sa présence au conducteur du train. Cette action devrait immobiliser le train. Malheureusement, en fonction de la longueur du train, de la position d'échantillonnage et de la courbure de la voie, l'échantillonneur ne peut pas toujours voir son signal devant le train. Il est arrivé, lors de la collecte d'échantillons, que le train roule par inadvertance, provoquant des accidents et blessant la personne. Le système EPB devait être amélioré.

## Ce qu'il faut savoir

Les trains de charbon peuvent être très longs, jusqu'à 500 meters, et il peut y en avoir jusqu'à quatre les uns à côté des autres pour le prélèvement et le déchargement en même temps. Pensez aux voies ferrées courbes, et vous réaliserez qu'il est difficile de voir ce qui se passe. De plus, l'environnement est bruyant à cause du déchargement des trains. Le retour d'information sonore est donc également problématique.

Le système EPB existant est un système câblé. Cependant, dans un environnement comme celui décrit ci-dessus, il est dangereux d'utiliser de longs câbles susceptibles de se rompre sans que personne ne s'en aperçoive. Le remplacement de ces câbles ou l'acheminement de plusieurs câbles dans le but d'obtenir un retour d'information visuel est compliqué et coûteux. Le fait de placer le mât de signalisation plus haut pour qu'il soit visible de loin n'est pas non plus une solution pratique, car il

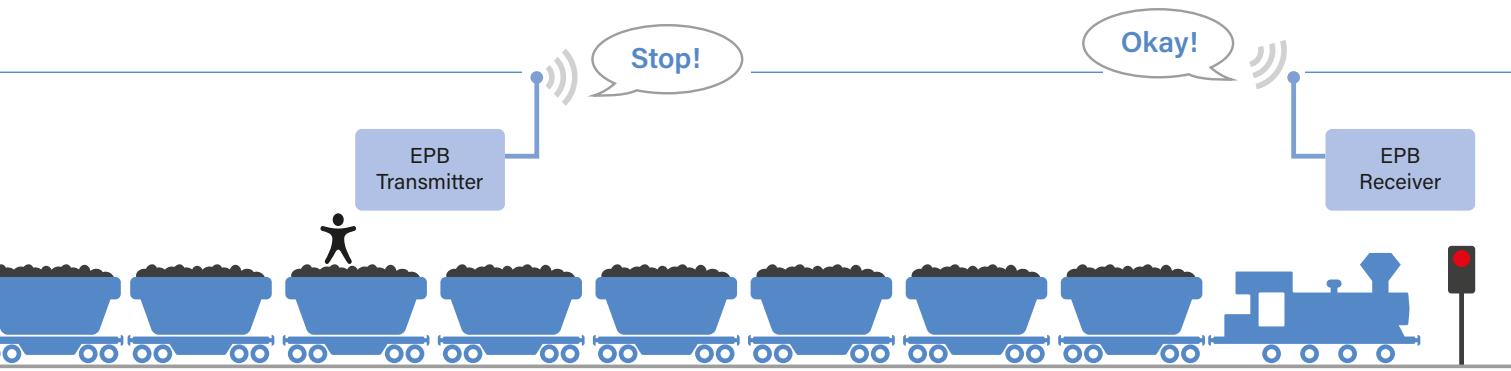


Figure 1. Aperçu du système du bouton-poussoir d'urgence sans fil (EPB).

faut avoir une bonne vision pour voir à quelle voie le signal s'applique.

### Le sans-fil avec LoRa

La solution que nous avons trouvée est l'EPB sans fil (**figure 1**). Il se compose de deux unités : un émetteur EPB et un récepteur EPB. En réalité, les unités sont presque identiques et capables de transmettre et de recevoir, mais c'est ainsi que nous les désignerons. Vous pouvez le considérer comme un système maître-esclave ou client-serveur. Avant de prélever un échantillon de charbon, l'échantillonneur appuie sur un bouton de l'émetteur EPB pour signaler sa demande d'échantillonage. Lorsque le récepteur EPB situé dans la cabine de contrôle reçoit cette demande, il active un relais pour appuyer sur le bouton du système EPB existant et renvoie un accusé de réception à l'émetteur EPB. L'échantillonneur sait alors que son signal est reçu et qu'il peut prélever un échantillon en toute sécurité. Ensuite, l'échantillonneur appuie sur un deuxième bouton de l'émetteur EPB pour débloquer le système. Cette fois, le récepteur EPB relâche l'EPB existant en activant un second relais et confirme à nouveau l'opération à l'émetteur EPB. Le système est alors prêt pour une nouvelle prise d'échantillon.

Si le système n'est pas disponible ou si le signal de l'EPB est interrompu pour des raisons opérationnelles, le signal de retour ne reviendra jamais à l'unité émettrice, ce qui permet d'alerter l'émetteur et d'éviter les erreurs de communication.

### Émetteur et récepteur EPB : le circuit

L'émetteur EPB est une réplique exacte de l'unité EPB existante, mais avec une petite antenne et un petit afficheur OLED. Il est alimenté par une batterie LiPo à une cellule. Il est doté de deux boutons poussoirs d'activation. À l'intérieur (**figure 2**) se trouve un module ESP32 qui commande l'afficheur OLED et un module émetteur-récepteur LoRa. Notez que le module ESP32 n'a été utilisé que pour des raisons de commodité, et non pour ses capacités sans fil. Vous pouvez utiliser n'importe quel autre module microcontrôleur bon marché, à faible consommation et doté des bonnes interfaces ( $I^2C$ , UART, 2x GPIO).

Le récepteur EPB est identique à l'unité émettrice, sauf qu'il possède deux relais à la place des boutons-poussoirs, et qu'il ne dispose pas d'afficheur (**figure 3**). Notez que

l'un des deux relais doit être actif à tout moment. C'est le logiciel qui s'en charge.

### Sécurité

Pour améliorer la sécurité et éviter que le système ne soit perturbé par un signal parasite, nous avons choisi les modules émetteurs-récepteurs LoRa à faible consommation d'énergie d'Byte. En plus d'utiliser une technologie à étalement de spectre résistante aux interférences, ils fournissent trois paramètres : la fréquence du canal, le débit d'air et un identifiant de 4 octets. La communication ne peut avoir lieu que si ces trois paramètres sont identiques aux deux extrémités de la liaison.

Figure 2. L'émetteur EPB se compose d'un écran OLED et de deux boutons poussoirs (en plus de l'émetteur-récepteur LoRa).

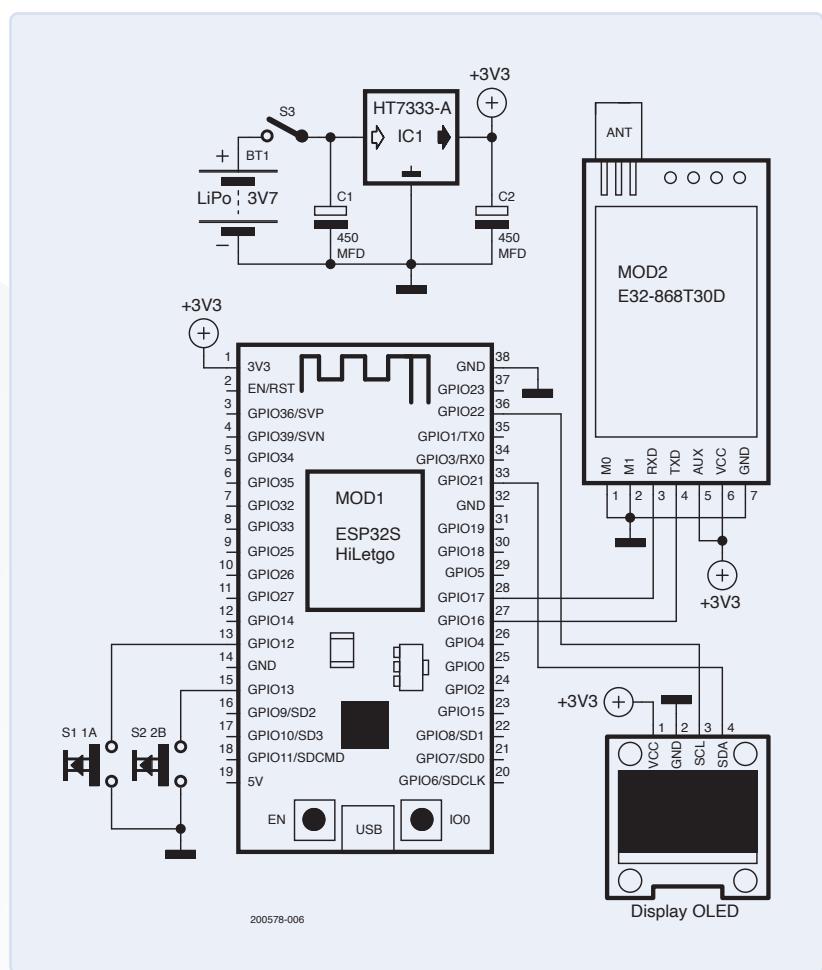
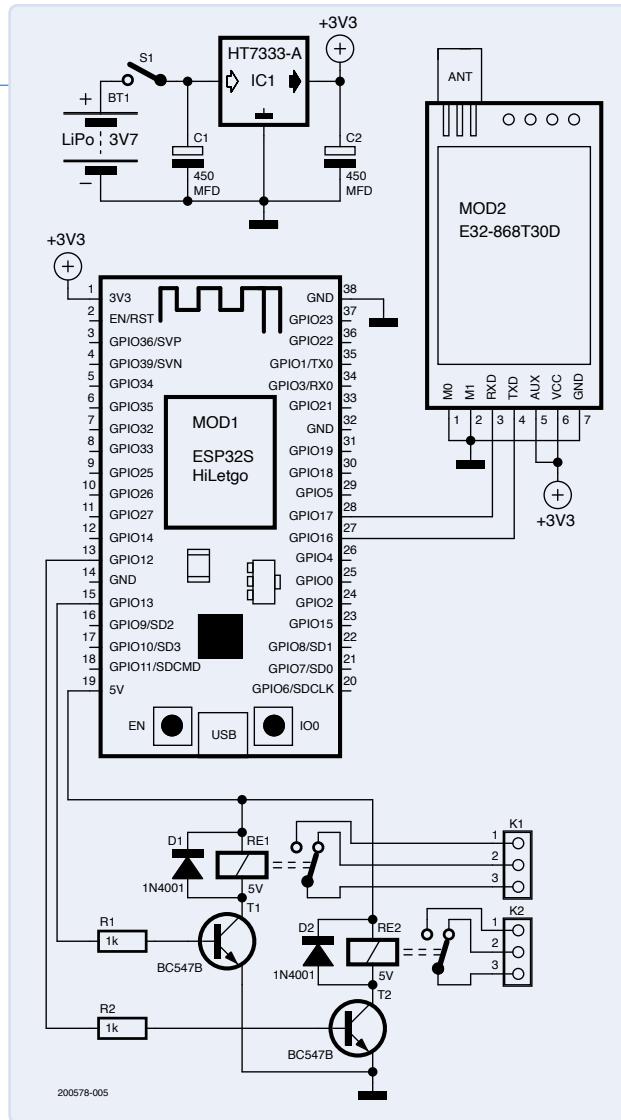


Figure 3.  
Les deux relais  
du récepteur  
EPB appuient  
sur les boutons  
du système EPB  
existant.



Le module comporte une interface série et délivre jusqu'à 500 mW (21...30 dbm) à 868 MHz (figure 4). Le signal peut facilement traverser 500 mètres le long de la voie ferrée avec une petite antenne portative et avec l'antenne de l'unité de réception placée sur le toit de la cabine/salle de contrôle, de sorte qu'il reste visible partout.

### Logiciel

Tout comme le matériel des deux unités, les logiciels sont également similaires et se composent de deux courts croquis Arduino.

Les deux unités configurent le port série utilisé pour communiquer avec l'émetteur-récepteur LoRa (9600N81) dans la fonction `setup()`. Pour l'émetteur EPB deux broches E/S sont configurées comme entrées du bouton-poussoir, tandis que pour le récepteur EPB ces broches sont configurées en sorties pour commander

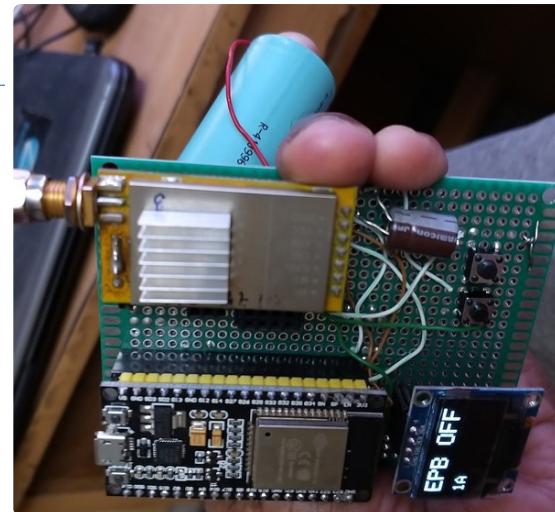


Figure 4. Prototype de l'émetteur EPB construit sur perfboard.

des relais. L'émetteur EPB configure également l'afficheur OLED.

Dans la fonction `loop()`, l'émetteur et le récepteur vérifient d'abord si un message a été reçu de l'autre unité. Si c'est le cas, ils mettent à jour leur état. Le récepteur envoie un accusé de réception à l'émetteur et attend un nouveau message.

L'émetteur continue en vérifiant l'état de ses deux boutons-poussoirs. Selon le bouton appuyé, il envoie une courte chaîne ASCII à l'émetteur-récepteur LoRa via le port série. On ne peut appuyer que sur un seul bouton à la fois.

Le logiciel est disponible en téléchargement sur la page de ce projet sur Elektor Labs [1]. N'hésitez pas à le modifier selon vos besoins. Nous avons choisi arbitrairement les chaînes de caractères échangées entre les deux unités et vous pouvez les modifier.

200578-04

### Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



### Produits

- **ESP32 DevKitC (SKU 18701)**  
<https://elektor.fr/18701>
- **Afficheur OLED I2C 0,96 pouce 128x64 (SKU 18747)**  
<https://elektor.fr/18747>
- **Claus Kühnel, Develop and Operate Your LoRaWAN IoT Nodes (SKU 20147)**  
<https://elektor.fr/20147>

### LIENS

- [1] Fichiers du projets sur Elektor Labs :  
<https://elektormagazine.fr/labs/wagon-top-coal-sampling-remote-epb-module>