

www.sylvainmahe.xyz

LE BLOG

de Sylvain Mahé

contact@sylvainmahe.xyz



Article: Sylvain Mahé

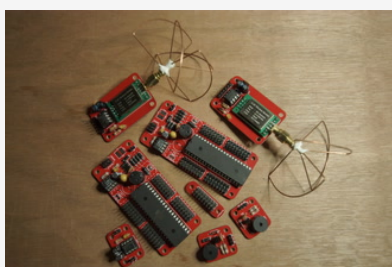
contact@sylvainmahe.xyz

[Retour](#)

[Suite](#)

La radiocommande

Ce projet est en cours de réalisation, c'est pourquoi il n'est pas encore complètement documenté.

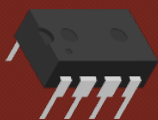


Les caractéristiques de la radiocommande:

- Automate programmable MODULABLE M32 équipé du microcontrôleur ATmega1284P.
- Émetteur/récepteur radio 2.4Ghz (composant nRF24L01+, portée 1km environ).
- Communication bi-directionnelle.
- Antenne Trèfle omnidirectionnelle 3 branches.
- Communication par trames de 32 bits.
- Affichage digital avec afficheur à digits MAX7219.
- Buzzer de signalment.
- Système à tolérance de pannes (fail-safe) envoyé au modèle sur 6 bits (0 à 63).
- 1 menu principal + 1 menu des paramètres/réglages.
- Réglage de la tension de batterie faible du modèle (de 0V à 100V).
- Réglage d'une temporisation (de 0s à 3600s).
- Aucune mémoire de modèles (la mémoire est située dans les modèles).
- Possibilité de copier les réglages d'un modèle vers un autre très facilement.
- Jusqu'à 16 paramètres/réglages personnalisés envoyés par le modèle.
- Verrouillage des menus (plus de réglages possibles, ni d'extinction de la radiocommande).
- Affichage de la tension de la batterie de la radiocommande.
- Alarme (visuelle et sonore) niveau de batterie faible de la radiocommande.
- Affichage de la tension de la batterie du modèle.
- Alarme (visuelle et sonore) niveau de batterie faible du modèle (si paramétrée).
- Affichage d'une temporisation (temps d'utilisation du modèle/autre).
- Affichage des trims (verrouillage et remise à 0 possible par le bouton de sélection).
- Affichage d'une télémétrie personnalisée.
- Affichage des paramètres/réglages personnalisés.
- Menu de mise à jour des paramètres/réglages du modèle.
- Allumage ou extinction de la radiocommande ou du modèle dans n'importe quel ordre.
- Accumulateur NIMH (+1.2V par élément) 8S 600mAh (+9.6V).
- Prise de charge de la batterie (XT30).
- Boîtier fermé en Aluminium, Acier inoxydable, bois (contreplaqué 5mm), et Ertalon.
- Dimensions: 214mm x 204mm x 117mm.

L'interface électromécanique entre l'homme et la machine:

- 2 manches analogiques (1 gaz/rouli + 1 tangage/lacet) sur 10 bits (0 à 1023).
- 4 interrupteurs de trims (3 positions) sur 2 bits chacun (0 à 2).
- 1 interrupteur de coupure moteur/autre (2 positions) sur 1 bit (0 à 1).
- 3 interrupteurs auxiliaires (3 positions) sur 2 bits chacun (0 à 2).
- 1 bouton rotatif auxiliaire sur 10 bits (0 à 1023).
- 1 bouton rotatif de sélection du menu sur 10 bits (0 à 1023).
- 1 bouton poussoir de sélection du menu (2 positions, dont 1 momentanée) sur 1 bit (0 à 1).
- 1 interrupteur d'alimentation maintenue on/off (2 positions).



www.sylvainmahe.xyz

LE BLOG

de Sylvain Mahé

contact@sylvainmahe.xyz



[Retour](#)

[Suite](#)

Le concept de cette radiocommande:

Depuis les premiers temps où je pilote des modèles radiocommandés dans des associations d'aéromodélisme jusqu'à aujourd'hui, je me suis souvent demandé et au vu de l'avancée précédente et actuelle en matière d'électronique embarquée:

Mais pourquoi donc les radiocommandes du commerce ont-elle des mémoires de modèles ? Les mémoires de modèles permettent en effet de retenir les réglages relatifs à un modèle, dans la mémoire de la radiocommande.

À ce propos je ne citerais que l'exemple d'un ami au terrain de modélisme sans le nommer, qui par mégarde se trompe assez régulièrement de mémoire de modèles (il vol avec beaucoup de choses). En conséquence cela lui arrive souvent d'écraser ses réglages, ou d'écraser son modèle tout simplement au sens physique du terme !

En fait, cette "lacune" des mémoires de modèles dans les radiocommandes modernes trouve historiquement ses racines dans la conception même des premiers radio-émetteurs/récepteurs. En effet, **les premières radiocommandes se contentaient uniquement d'être émetteur d'information**, et le modèle étant lui simplement un récepteur. Dans cette situation (unidirectionnelle), il est facile de comprendre que le modèle reste toujours muet.

Plus tard, les concepteurs et divers industriels se sont décidés (au vue de la demande qui augmentait) à ajouter une communication du modèle vers la radiocommande, sur un circuit électronique bien distinct et avec une antenne radio supplémentaire sur le modèle et la radiocommande. C'est un retour air/sol qui a été appelé **télémetrie** (en rapport avec la télémetrie à l'époque des débuts de la conquête spatiale jusqu'à nos jours).

*L'avancée en matière de miniaturisation des composants permet aujourd'hui d'avoir **dans une même puce un émetteur et un récepteur**, qui se sert de la même antenne radio pour communiquer, ces systèmes sont appelés **tranceivers** (émetteurs/récepteurs).*

*Le concept que je développe ici permet de vous expliquer l'idée même de ma radiocommande, **celle-ci n'a en effet aucune mémoire de modèles**, aillant souhaité aller au bout de ma logique, **c'est le modèle qui contient la mémoire !***

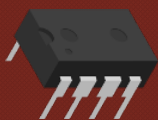
Cette idée simple permet beaucoup de choses, notamment le fait que **c'est le modèle qui envoi des paramètres et réglages personnalisés à la radiocommande**, qui à l'origine dispose d'un menu des paramètres et réglages presque vide. La radiocommande se voit alors garnie de paramètres personnalisés relatifs au modèle qui est actuellement en communication avec elle. Elle dispose également de **l'affichage de la tension de la batterie du modèle en temps réel**, et d'une **télémetrie personnalisée** en fonction du modèle.

Une fois cette notion comprise, tout est alors possible. Ma radiocommande dispose d'un maximum de **16 paramètres personnalisés par le modèle**, ceci est largement suffisant parce que par définition même, ils sont spécifiques au modèle considéré. Terminé les réglages et menus à n'en plus finir (souvent la plupart du temps inutilisés) dans les radiocommandes du commerce !

*Dans ce que je propose ici, vous disposez des **réglages uniquement nécessaires au modèle mis en oeuvre**, ce qui facilite grandement son utilisation sur le terrain de modélisme !*

Autres fonctionnalités expliquées en détail:

Ma radiocommande dispose d'un menu principal (visualisation de la tension de la batterie de la radiocommande et du modèle, des trims, d'une télémetrie personnalisée, etc...), et d'un menu de **16 paramètres et réglages personnalisés** agrémentés par le modèle lui même, ainsi que de **3 paramètres par défaut** (réglage de la tension de batterie faible du modèle, réglage de la limite d'une temporisation et de la manière dont elle se déclenche).



www.sylvainmahe.xyz

LE BLOG

de Sylvain Mahé

contact@sylvainmahe.xyz



Retour

Suite

Ma radiocommande est équipée d'une temporisation (chronomètre) dont la durée limite est paramétrable, et la manière dont elle se déclenche:

- Avec l'interrupteur de coupure moteur/autre.
- En dépassant une certaine position (réglable) au manche de gaz.

Au pilotage, vous avez donc le choix de déceler la fin de votre vol lors du dépassement d'une certaine tension de la batterie du modèle (réglable de 0V à 100V), ou du dépassement d'un chronomètre (réglable de 0s à 3600s, soit 1h).

Le dépassement du temps (réglé préalablement) de la temporisation est indiqué de façon **visuelle et sonore** (alarme sonore de quelques secondes mais affichage permanent), ce chronomètre est désactivable et peut être remis à 0 à tout moment (en cours d'utilisation ou à l'arrêt). Le dépassement de la tension limite de la batterie du modèle (réglée par l'utilisateur) provoque également un affichage visuel et sonore (alarme sonore de quelques secondes mais affichage permanent).

*Cette alarme visuelle du **niveau de batterie faible du modèle**, n'est qu'en à elle désactivable uniquement lorsque le niveau de la batterie dépasse à nouveau (augmente positivement) le seuil minimum que vous avez réglé en paramètre (ceci peut se produire lors du changement de la batterie de votre modèle par exemple).*

Une alarme de niveau de batterie faible de la radiocommande existe à l'instar de celle du modèle, mais la valeur limite n'est pas réglable et est **fixée à 7V**, ce qui correspond à la tension minimum d'alimentation de l'automate programmable MODULABLE M32.

*Cette alarme de niveau de batterie faible de la radiocommande intervient de manière visuelle et sonore lorsque le **seuil de 7V minimum** est dépassé.*

Dans cette situation, même si la tension de la batterie de la radiocommande (pour une raison x ou y) remonte au dessus de 7V, **l'alarme perdurera**, seul la partie sonore une fois active pourra être désactivée (par une pression sur le bouton de sélection dans la partie relative à ce paramètre dans le menu principal), l'alarme visuelle restera qu'en à elle présente dans tous les cas.

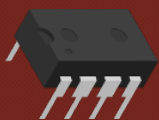
*Si cette alarme de niveau de batterie faible vient à s'activer (que ce soit celle de la radiocommande ou du modèle), et que votre modèle est en vol, il est alors **vivement conseillé de le poser dans les plus brefs délais** !*

Trims et enregistrement des paramètres:

Ma radiocommande dispose également de l'affichage des trims, leurs réglage s'effectue à tout moment via les 4 interrupteurs 3 positions prévus à cet effet, **ces réglages sont eux aussi enregistrés dans le modèle** (et non la radiocommande). Ils peuvent être remis à 0 individuellement par la simple pression du bouton poussoir de sélection, et verrouillés si besoin.

Sur un modèle radiocommandé à propulsion électrique disposant de son propre algorithme de vol, il est souvent rare d'avoir besoin d'un trim sur le manche de gaz, ou même sur les autres axes de vol, d'ou cette possibilité de verrouillage d'un ou plusieurs trims avec la radiocommande que j'ai développé.

Le menu des paramètres et réglages personnalisés est **accessible en cliquant sur "paramètres"** (settings) dans le menu principal, et dispose d'une section "sortie" (exit) et "mise à jour" (update). Lorsque vous avez effectué vos réglages (trims ou paramètres personnalisés), **vous devez mettre à jour le modèle** en cliquant sur "mise à jour" (update) afin que le modèle enregistre tous les paramètres dans sa mémoire et mette à jour son algorithme de vol (si il en dispose, vous pouvez très bien piloter un bateau sans algorithme de contrôle de la navigation par exemple, mais disposant tout de même de réglages et de paramètres).



www.sylvainmahe.xyz

LE BLOG

de Sylvain Mahé

contact@sylvainmahe.xyz



Retour

Suite

Si vous ne souhaitez pas enregistrer les paramètres dans le modèle ni conserver les dernières modifications effectuées dans le menu des paramètres (settings), vous pouvez sortir du menu en cliquant sur "sortie" (exit).

Les réglages des trims sont actifs en permanence, car ils sont **mixés avec les manches directement dans la radiocommande**, mais ils ne s'enregistrent pas dans celle-ci. Cette possibilité donne l'avantage bien entendu d'avoir des trims distincts par modèle, mais aussi de pouvoir trimmer votre modèle sur le terrain sans avoir forcément envie de les enregistrer à l'extinction de la radiocommande comme c'est le cas avec les radiocommandes du commerce (si par exemple vous avez trimé votre modèle alors qu'il y avait du vent, ce qui fausse votre perception des bons réglages).

*À noter que ce sont les interrupteurs de trims qui servent à régler les valeurs dans le menu des paramètres et réglages, **sauf lorsque la radiocommande est verrouillée** (voir plus bas: Le verrouillage de la radiocommande), auquel cas les trims agissent toujours comme tel.*

Il existe une méthode rapide pour régler des paramètres aux valeurs minimums et maximums trop larges (par exemple 0 à 3600 par pas de 1). Pour ce faire il suffit de **rester appuyé sur un trim** (ce qui fera défiler les valeurs plus rapidement), ou bien l'autre méthode consiste à presser continuellement le bouton de sélection, ce qui vous permettra de régler les valeurs directement avec le manche de gaz.

Allumage de la radiocommande et du modèle:

Il n'existe aucune contrainte au niveau de l'ordre d'allumage ou de la mise hors tension de la radiocommande ou du modèle, tout deux attendent une réponse de l'autre:

Vous pouvez allumer la radiocommande ou le modèle dans n'importe quel ordre, éteindre votre modèle ou la radiocommande quand vous le souhaitez, et rallumer l'une ou l'autre en cours d'utilisation !

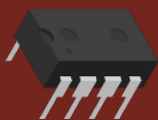
Lorsque le modèle s'aperçoit que plus aucune radiocommande ne répond, il active alors son système à tolérance de pannes (fail-safe), et envoi en boucle les paramètres dont la radiocommande a besoin jusqu'à temps que la radiocommande réponde, **tout en laissant actif et parfaitement opérationnel son algorithme de vol** si besoin (à définir dans la programmation du modèle lui même).

Si la radiocommande a besoin de paramètres à son allumage, elle ira les chercher si un modèle est sous tension, de même si le modèle a besoin de paramètres et qu'aucune radiocommande n'est allumée, il ira les chercher quand elle sera active en communication.

À l'allumage de la radiocommande, vous pouvez choisir de démarrer ou non la partie transmission radio via un menu qui se propose à vous "à l'antenne/hors antenne" (on air/off air). Si vous décidez de démarrer la partie transmission radio (on air), et qu'aucun modèle n'est alors en activité pour communiquer ses paramètres à la radiocommande, alors l'affichage indiquera "liaison" (binding) et vous aurez le choix d'attendre ou de quitter ce menu **sans récupérer les paramètres du modèle** (ce qui en conséquence vous donnera l'impossibilité de régler quoi que ce soit, comme si vous aviez choisi "hors antenne").

Cet affichage "liaison" (binding) peut également apparaître si vous souhaitez mettre à jour les paramètres d'un modèle (via le menu des paramètres et réglages) sans qu'aucun modèle ne soit allumé pour communiquer.

Vous aurez dans ce cas également la possibilité de quitter la mise à jour, mais cela n'aura pas le même effet que de sortir du menu avec "sortie" (exit), **vos paramètres dernièrement modifiés le resteront tant que la radiocommande sera allumée**, et vous devrez alors retourner ultérieurement dans le menu pour mettre à jour vos paramètres dans le modèle (si vous le souhaitez).



www.sylvainmahe.xyz

LE BLOG

de Sylvain Mahé

contact@sylvainmahe.xyz



Retour

Suite

Le verrouillage de la radiocommande:

Il est possible avec cette radiocommande **d'empêcher l'extinction de celle-ci via l'interrupteur d'alimentation on/off**, et d'éviter de pouvoir modifier les paramètres dans les menus (sauf les trims qui doivent servir même lorsque la radiocommande est verrouillée). Ceci s'effectue en **restant appuyé 1 seconde avec le bouton de sélection** sur la section "verrouillage/verrouillé" (lock/locked) dans le menu principal.

À noter que vous ne pouvez pas éteindre la radiocommande tout en vous trouvant dans la section "verrouillage" du menu principal (c'est une sécurité supplémentaire).

Pour déverrouiller à nouveau la radiocommande, répétez l'opération (pression de 1 seconde sur le bouton de sélection dans cette partie du menu).

La copie des paramètres d'un modèle:

Avec ma radiocommande il est très simple de copier les paramètres (réglages divers, trims, etc...) d'un modèle vers un autre **sans jamais pouvoir se tromper**, voici la procédure:

- 1 - Allumez la radiocommande et le modèle à copier.**
- 2 - Activez la transmission radio dans le menu qui vous est proposé au démarrage de la radiocommande (on air/off air).**
- 3 - Au signal sonore, les paramètres du modèle viennent d'être copiés dans la radiocommande, vous pouvez éteindre le modèle à copier, et allumer l'autre modèle dans lesquels vous souhaitez écraser les paramètres.**
- 4 - Rendez-vous dans le menu des paramètres en cliquant sur la section "paramètres" (settings), puis cliquez sur "mise à jour" (update). Vous entendez alors les signaux sonores de la radiocommande et du modèle vous indiquant que les paramètres ont bien été copiés dans ce dernier.**

Si vous avez plusieurs modèles devant recevoir les mêmes paramètres, répétez la procédure de l'opération **3 à 4**.

La sécurité de la communication:

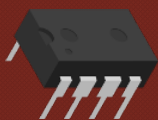
La communication s'effectue de manière encodée avec une **clé 32 bits unique** paramétrable dans le programme de la radiocommande et des modèles (voir dans la section "Exemples simples à l'aide de MODULE" en page d'accueil mon exemple avec ma classe Nrf24l01p.h), ce qui permet de rendre ce système de communication radio très fiable et sécurisé.

*Le modèle dispose également d'un **système à tolérance de pannes (fail-safe) qui permet d'effectuer certaines opérations spécifiques lorsque plus aucune radiocommande ne répond** (mise au neutre des servo-moteurs, coupure de la motorisation, etc...). Tout ceci est à définir à la conception du programme de vol à bord du modèle (libre à chacun de créer une logique en rapport avec le type de modèle piloté).*

La vitesse de communication:

La communication s'effectue sur 32 bits (sans compter la clé unique, ainsi que les vérifications d'usage) et demande un accusé de réception à chaque fois. Néanmoins cette communication **ne peut pas prendre un temps supérieur à 500 microsecondes** parce que c'est ce que j'ai configuré au niveau des registres du composant nRF24L01+ avec la classe Nrf24l01p.h que j'ai conçu.

C'est donc le temps au bout duquel le composant nRF24L01+ décide que la communication a échoué si aucune réponse n'est reçue. Dans la plupart des cas cette communication **ne dure que 250 microsecondes maximum par trames de 32 bits** (32 bits du point de vue abstrait des variables envoyées via l'utilisation de ma classe Nrf24l01p.h).



www.sylvainmahe.xyz

LE BLOG

de Sylvain Mahé

contact@sylvainmahe.xyz



[Retour](#)

[Suite](#)

Toutes les valeurs de l'interface électromécanique entre l'homme et la machine de ma radiocommande sont envoyées sur **2 x 32 bits**, ce qui comprends:

- Gaz sur 10 bits (0 à 1023).
- Axe de rouli sur 10 bits (0 à 1023).
- Axe de tangage sur 10 bits (0 à 1023).
- Axe de lacet sur 10 bits (0 à 1023).
- Interrupteur de coupure moteur/autre sur 1 bit (0 à 1).
- Interrupteur auxiliaire A sur 2 bits (0 à 2).
- Interrupteur auxiliaire B sur 2 bits (0 à 2).
- Interrupteur auxiliaire C sur 2 bits (0 à 2).
- Bouton rotatif auxiliaire D sur 10 bits (0 à 1023).
- Système à tolérance de pannes (fail-safe) sur 6 bits (0 à 63).
- Ordre de mise à jour sur 1 bit (0 à 1).

Ce qui donne un **total de 64 bits** soit 2 trames de communication. On peut donc estimer la latence très faible de ce principe. En effet, j'encode les données en binaire toutes ensemble sur 2 x 32 bits à l'émission et je les décode à la réception, ce qui prend le minimum de place possible (évite de perdre des bits dans des variables aux tailles fixes de 8, 16, ou 32 bits).

Responsabilité:

Vous pouvez utiliser la partie matérielle et logicielle que je propose, mais en matière de communication sans fil 2.4Ghz et d'aéromodélisme, des précautions doivent être prises.

Je ne pourrais être tenu pour responsable si vous faites une mauvaise utilisation de mes systèmes !

Ce qui signifie que vous utilisez ma programmation en toute connaissance de cause et en règle avec la loi en vigueur dans votre pays (notamment en ce qui concerne les lieux de vols autorisés, les fréquences et puissances d'émissions des radio-émetteurs, etc...).

design du blog: sylvain mahé