

le téléphone à cadran rotatif **comme télécommande**

Clemens Valens (Elektor)

Même lorsque l'éclairage et les appareils sont contrôlés par un système domotique, il est souvent souhaitable de disposer d'une commande permettant de mettre en marche ou à l'arrêt un éclairage, un ventilateur ou quelque autre appareil. Le téléphone à cadran rotatif modifié présenté dans cet article remplit cette fonction en composant le numéro de l'appareil, tout en constituant un objet décoratif très apprécié.



Dans ce projet, nous transformons un vieux téléphone analogique à cadran rotatif en une télécommande et une alarme pour un système domotique. En plus d'être une télécommande (décorative), le téléphone modifié peut également être utilisé comme accessoire dans, par exemple, un jeu d'évasion. Je suis sûr que de nombreuses autres applications peuvent être imaginées.

Circuit basé sur le RP2040

Le cerveau de ce projet est un microcontrôleur RP2040 (MCU) monté sur une carte WIZnet W5100S-EVB-Pico (**figure 1**). Il s'agit essentiellement d'une carte Raspberry Pi Pico augmentée d'une puce « Internet » W5100S (et d'un connecteur Ethernet). Son brochage est donc compatible avec celui de la carte Pico, à ceci près que certaines de ses broches (GPIO16 à GPIO21) servent à communiquer avec la W5100S.

Câblé ou sans fil

Même si les réseaux sans fil semblent aujourd'hui être la norme, le câble n'a pas dit son dernier mot. L'un des avantages de l'Ethernet câblé est qu'il est possible d'ali-

menter les nœuds connectés, possibilité utilisée dans ce projet (voir ci-dessous). En outre, comme les téléphones à cadran rotatif ont toujours eu un fil à la patte, il serait curieux d'en voir un qui n'en a pas. La carte W5100S-EVB-Pico est donc un bon choix pour cette application.

Télécommande via MQTT

Le contrôleur domotique (HAC) contrôlé par ce téléphone est Home Assistant (HA), une plateforme d'automatisation populaire qui gagne du terrain chaque jour. Toutefois, étant donné que la télécommande utilise le protocole MQTT, elle peut facilement être intégrée à d'autres systèmes domotiques.

Connexion du microcontrôleur au téléphone

Le téléphone que j'ai utilisé, un modèle français classique (S63), produit des impulsions à une fréquence de 10 Hz. Le mécanisme de numérotation de ce vieux téléphone (**figure 2**) peut être considéré comme deux interrupteurs : l'un indique que la numérotation est en cours (actif/repos) tandis que l'autre se ferme un certain nombre de fois en

fonction du chiffre choisi. Un « 1 » produit une impulsion, un « 9 » neuf impulsions et un « 0 » dix impulsions.

Connecter ce mécanisme à la carte W5100S-EVB-Pico est facile ; le faire sans modifier le téléphone demande un peu plus de réflexion. J'ai voulu garder le téléphone aussi proche que possible de son état d'origine. J'y suis parvenu par un choix judicieux des points de connexion et des valeurs des résistances de rappel requises (**figure 3**).

Le combiné repose sur un interrupteur ouvert (NO) qui se ferme quand on décroche. Cela modifie le circuit électrique du téléphone, avec un effet sur l'impédance de certains points de connexion du mécanisme de numérotation, problème qu'il est possible de traiter en choisissant des valeurs relativement faibles pour certaines des résistances de rappel.

Alimentation de la sonnerie

La sonnerie du téléphone (**figure 4**) requiert une tension alternative relativement élevée, au moins 35 V_{AC} comme

je l'ai constaté. Pour la produire, j'ai construit un simple générateur de faible puissance à partir de deux signaux carrés de 50 Hz en opposition de phase produits par le MCU, qui alimentent les secondaires d'un petit transformateur secteur de 230 V_{AC} dont le primaire est connecté à la sonnerie. Un petit transformateur 2× 9 V, 1 VA suffit pour obtenir un volume sonore appréciable. Le schéma complet de l'interface téléphone-microcontrôleur est représenté sur la **figure 5**.

Lecteur MP3

Un module de lecture MP3 a été ajouté pour écouter des fichiers audio avec l'écouteur du combiné. Ce module communique avec le MCU via un port série à 9 600 bauds. Le choix du fichier MP3 à lire peut se faire par envoi d'un message MQTT du HAC au téléphone ou être effectué par le seul MCU. Ce dispositif permet de jouer de la musique d'attente, de reproduire les tonalités de la ligne téléphonique analogique, de passer des messages préenregistrés ou de créer une horloge parlante. Les fichiers audio et musicaux sont stockés sur une carte microSD.

Figure 2. Le mécanisme de numérotation du téléphone S63 produit des impulsions à une fréquence de 10 Hz.

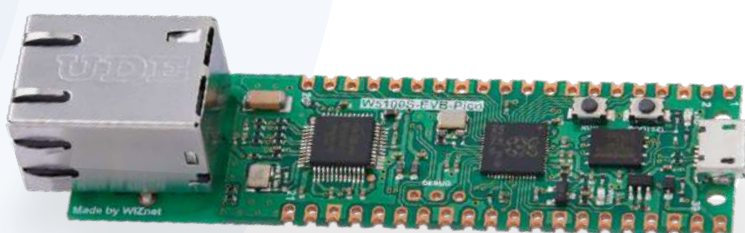


Figure 1. La carte WIZnet W5100S-EVB-Pico comporte un microcontrôleur RP2040 connecté à une puce Internet-sur-Ethernet W5100S. La carte a le même brochage que la carte Raspberry Pi Pico. Notez cependant que les broches GPIO16 à GPIO21 sont aussi connectés à la puce W5100S. (Source : WIZnet)

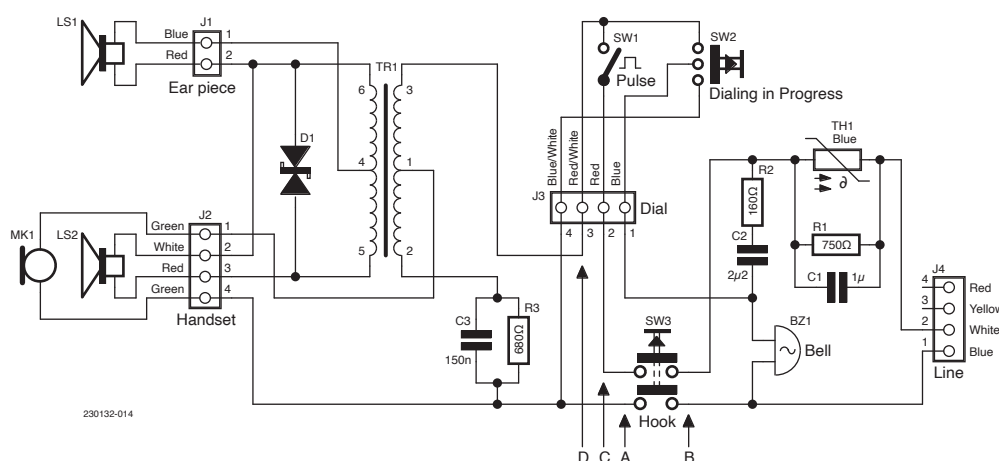


Figure 3. Pour éviter de modifier le téléphone, j'ai connecté la carte microcontrôleur aux points A (GND), B (décroché), C (impulsions de numérotation) et D (numérotation en cours).

Figure 4. Le mécanisme de la sonnerie de l'ancien téléphone.



En raison des contraintes d'espace, le lecteur MP3 est monté sur une deuxième carte d'essai avec le connecteur d'alimentation. Les deux cartes sont reliées par J3 et J4 (figure 6). L'écouteur du combiné est connecté directement à la sortie du lecteur MP3.

Alimentation électrique

La carte W5100S-EVB-Pico nécessite une alimentation de 5 V_{DC}. Le générateur de haute tension de la sonnerie a besoin d'au moins 10 V_{DC}. Les deux paires de fils libres d'un câble Ethernet normal sont utilisées pour alimenter le téléphone (figure 7). Mon câble de cinq mètres de long introduit une chute de tension notable, même avec deux conducteurs en parallèle pour chaque connexion d'alimentation. Le téléphone est donc alimenté par une prise murale de 12 V CA/CC. À l'intérieur du téléphone, un petit convertisseur CC/CC fournit les 5 V pour la carte MCU.

Logiciel

La carte W5100S-EVB-Pico est supportée par des bibliothèques destinées à être utilisées avec l'environnement

de développement officiel du Raspberry Pi RP2040 MCU. Je n'aime pas trop cet environnement, car je le trouve complexe et encombré par tout le fouillis Cmake. Heureusement, l'EDI Arduino possède un gestionnaire de cartes à base de RP2040, et j'ai donc porté les bibliothèques WIZnet vers cet EDI. Cela rend les choses beaucoup plus simples et, je pense, plus accessibles et plus faciles à partager. Le programme d'application complet consiste maintenant en un croquis Arduino et une bibliothèque facile à installer [1].

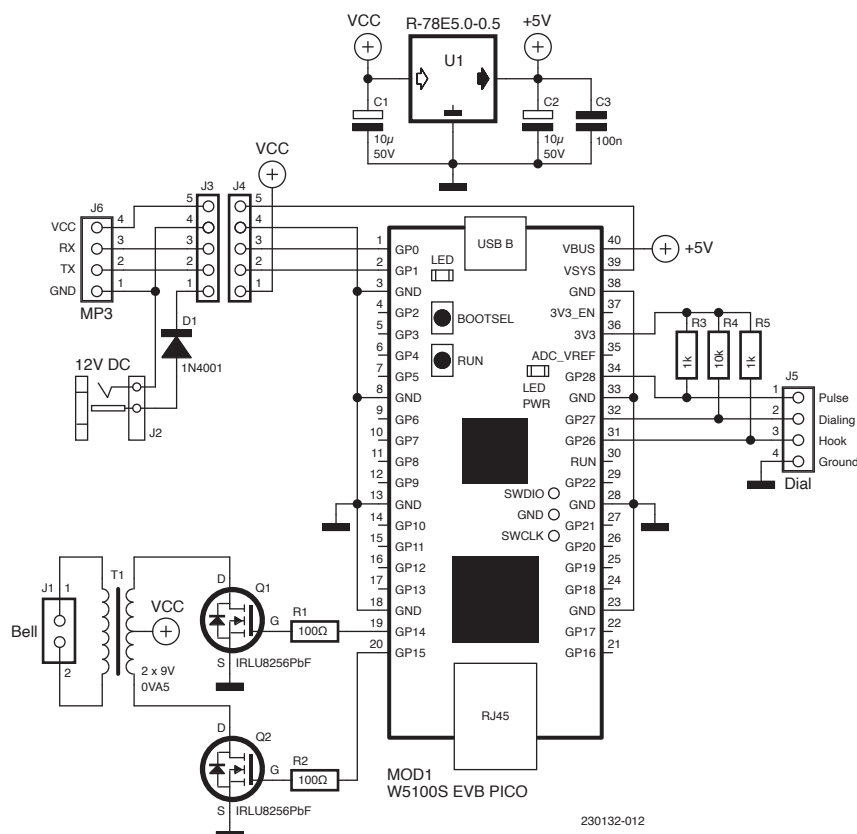
MQTT

J'ai composé le programme pour la télécommande en me basant sur l'exemple MQTT fourni par WIZnet. Cela m'a permis d'être rapidement opérationnel. Le seul problème que j'ai rencontré était un appel manquant et non documenté à [MilliTimer_Handler](#) (voir le fichier *mqtt_interface.h*). Une fois que je l'ai ajouté au callback de mon timer milliseconde, MQTT a fonctionné correctement.

mDNS

Comme mon installation de Home Assistant utilise DHCP pour se connecter au réseau, une nouvelle adresse IP peut lui être attribuée à tout moment. Pour trouver ses périphériques et communiquer avec eux, HA utilise le DNS multicast, alias mDNS. Comme je ne voulais pas

Figure 5. Il ne faut que quelques composants pour connecter le microcontrôleur au téléphone. Notez que les résistances de rappel pour les contacts de numérotation (R3, R4 et R5) ne sont pas toutes identiques.



coder en dur une adresse IP temporaire dans mon programme et le recompiler à chaque changement d'adresse du HAC, je lui ai ajouté le support mDNS. Pour cela, j'ai adapté la bibliothèque DNS de WIZnet, car le mDNS est assez similaire à un simple DNS. Désormais, le programme émet une requête mDNS pour obtenir l'adresse IP du CAH avant d'essayer de s'y connecter. Cela rend le système beaucoup plus souple et fiable.

Détection du combiné et numérotation

La lecture des contacts du mécanisme de numérotation nécessite un traitement antirebonds effectué par le logiciel. Cela fait, le comptage des impulsions devient une tâche banale.

La numérotation avec le combiné raccroché produit des messages à un chiffre ; quand il est décroché, on obtient un numéro à plusieurs chiffres, qui est envoyé quand on raccroche. Le chiffre ou le numéro constitue la charge utile d'un paquet MQTT. Notez que les chiffres sont envoyés « moins un » pour que les 10 valeurs tiennent dans un seul caractère. Ainsi, 1 est envoyé comme 0, 9 comme 8, et 0 est envoyé comme 9.

Des chiffres et des lettres

Lorsque le combiné est décroché, il est possible de composer non seulement des numéros à plusieurs chiffres, mais aussi des lettres pour former des messages alphabétiques. Les 26 lettres de l'alphabet sont réparties sur les chiffres 2 à 9, à raison de trois caractères par chiffre, sauf le 6, qui n'en a que deux (« m » et « n »). Le chiffre 0 en a également deux (« o » et « q »), le chiffre 1 n'en a aucun. Il s'agit de la répartition par défaut imprimée sur le téléphone français S63 (figure 8). Pour une obscure raison, il manque le « z », que j'ai ajouté au chiffre 0.

Pour sélectionner une lettre, il faut composer jusqu'à trois fois le chiffre correspondant. Par exemple : « a » est 2, « b » est 22 et « c » est 222. Pour « aaa », la séquence de composition est 2-2-2, pour « abc », c'est 2-22-222. Ici, le tiret représente une pause d'au moins une seconde. Un délai de moins d'une seconde entre deux chiffres identiques sélectionne la lettre suivante attribuée au chiffre. Cette méthode est très similaire à celle utilisée sur les téléphones portables à partir de l'an 2000 pour composer des textos, sauf qu'il n'y a pas d'affichage, fonction dévolue à votre mémoire (bon exercice !).

Quand on raccroche, le message composé est envoyé, avec le numéro à plusieurs chiffres, au HAC en tant que charge utile d'un paquet MQTT. Le HAC peut alors le transmettre, par exemple, à un service d'envoi de SMS ou l'afficher sur son tableau de bord.

Quelques variantes possibles

L'interface présentée dans cet article a été conçue pour



Figure 8. Il est facile d'envoyer des textos avec ce vieux téléphone grâce aux lettres imprimées autour du cadran. Par exemple, pour «elektor» on compose le 33-555-33-55-8-0-77, le tiret représentant une pause d'une seconde.

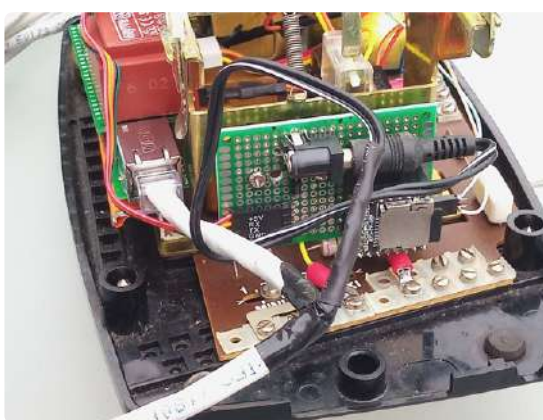


Figure 7. Réalisation pas très efficace de l'alimentation par Ethernet. Ça fonctionne tant que la tension d'entrée est suffisamment élevée pour compenser la chute de tension dans le câble.

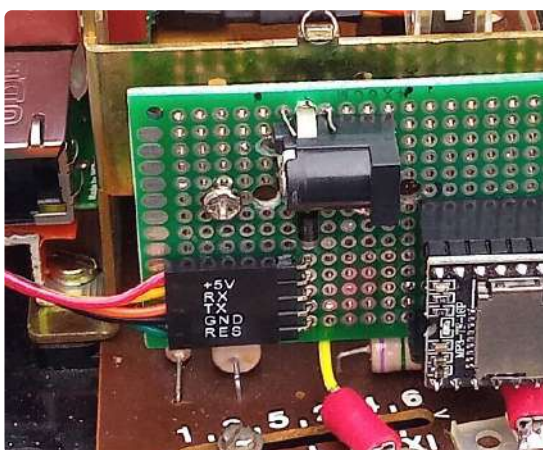


Figure 6. Le module de lecture MP3 et le connecteur d'alimentation partagent leur propre petite carte.

fonctionner avec un téléphone français de type S63 et construite pour tenir à l'intérieur de celui-ci (figure 9). L'usage d'un autre modèle peut exiger d'en modifier certaines parties.

Au lieu d'Ethernet, vous pouvez préférer le Wi-Fi ou une autre méthode de communication sans fil. C'est bien sûr possible. Le logiciel peut facilement être adapté à d'autres couches physiques, car le programme d'application utilise une API de pilote de réseau standard. La pile TCP/IP est entièrement gérée par la puce W5100S

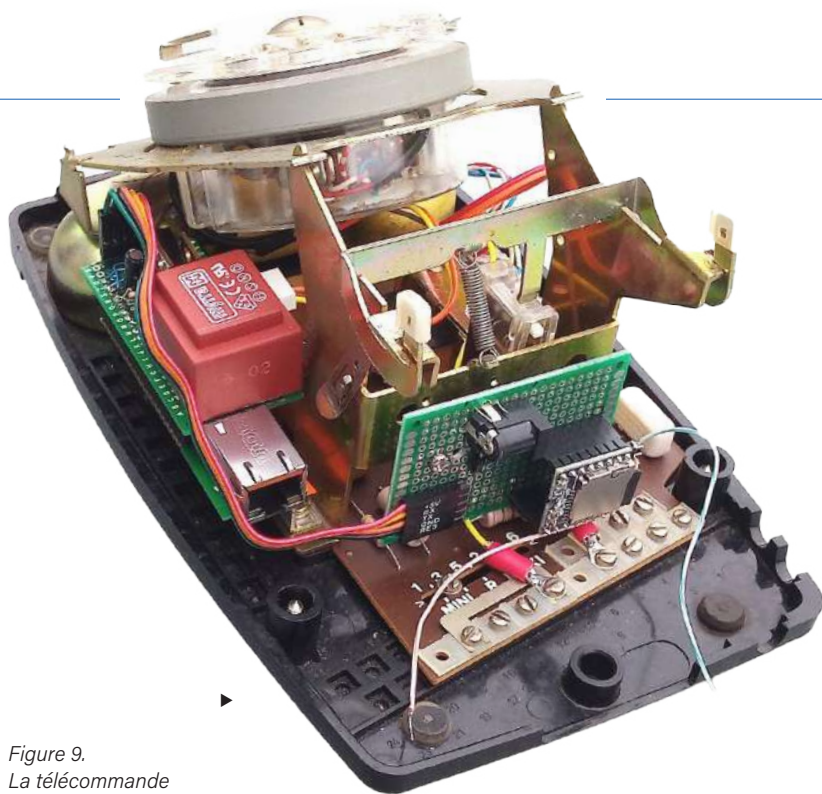


Figure 9.
La télécommande par téléphone assemblée. Sur la gauche, on reconnaît le transformateur de l'alimentation haute tension de la sonnerie, monté sur la carte W5100S-EVB-Pico. Un câble relie cet ensemble au module du lecteur MP3 et au connecteur d'alimentation sur la droite. Les connexions au mécanisme de numérotation ne sont pas visibles, car situées de l'autre côté du téléphone.

et peut donc être remplacée par un autre module de communication.

L'ajout d'une bonne batterie (à recharger de temps à autre) permettrait de disposer d'une télécommande autonome. Si les circuits d'origine du téléphone peuvent être enlevés, il y a suffisamment d'espace pour en installer une.

L'alimentation à haute tension de la sonnerie peut être réalisée de différentes manières. J'ai utilisé un transformateur parce que j'en avais un sous la main, mais un convertisseur bon marché trouvé sur le web peut également faire l'affaire.

VoIP

Actuellement, le microphone du téléphone n'est pas utilisé, mais on pourrait imaginer de l'utiliser pour un service de voix sur internet ou VoIP. Le RP2040 prend en charge la norme I²S, ce qui permet d'utiliser des puces d'interface microphone standard.

L'application de télécommande consiste en un croquis Arduino et une bibliothèque Arduino facile à installer, basée sur le dépôt officiel de WIZnet. Elle est disponible sous [1].

Vf : Helmut Müller — 230132-04

Fonctions de la télécommande

Le téléphone à cadran modifié a les fonctions suivantes :

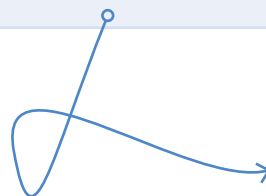
- > Lorsque le combiné est posé sur le téléphone et qu'un numéro est composé, l'appareil associé change d'état (arrêt / marche).
- > Lorsque le combiné est décroché, le cadran peut être utilisé pour composer (laborieusement) un message texte, à la manière des téléphones portables d'il y a une vingtaine d'années. Le message est envoyé quand on raccroche.
- > La sonnerie du téléphone est utilisable par le contrôleur domotique (HAC) comme alarme et peut, par exemple, être associée à la sonnette de la porte ou fonctionner comme minuterie de cuisine ou signal de réveil (désagréable).
- > L'écouteur du téléphone est relié à un lecteur MP3 pour diffuser des messages préenregistrés ou de la musique, ce qui permet de réaliser, par exemple, une horloge parlante, fonction courante au siècle dernier.

La communication entre le téléphone et le HAC est basée sur MQTT, tandis que mDNS est utilisé pour établir automatiquement une connexion entre les deux.



Produits

- > **Carte d'évaluation WIZnet W5100S-EVB-Pico à base de RP2040 (SKU 19971)**
www.elektor.fr/19971
- > **HAT Ethernet WIZnet pour Raspberry Pi Pico (SKU19970)**
www.elektor.fr/19970
- > **C. Valens, Mastering Microcontrollers Helped by Arduino (3rd Edition) (SKU 17967)**
www.elektor.fr/17967



Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (clemens.valens@elektor.com) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

LIENS

[1] Ce projet sur GitHub : https://github.com/polyvalens/rotary_dial_remote