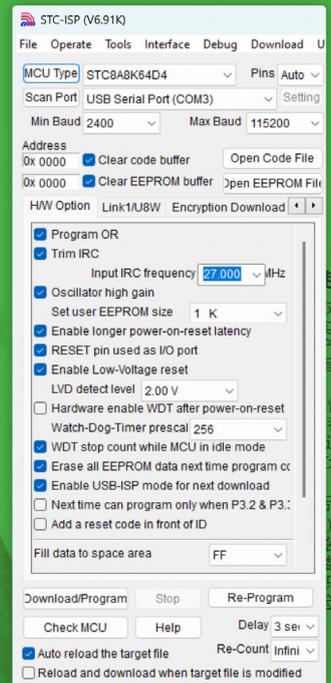
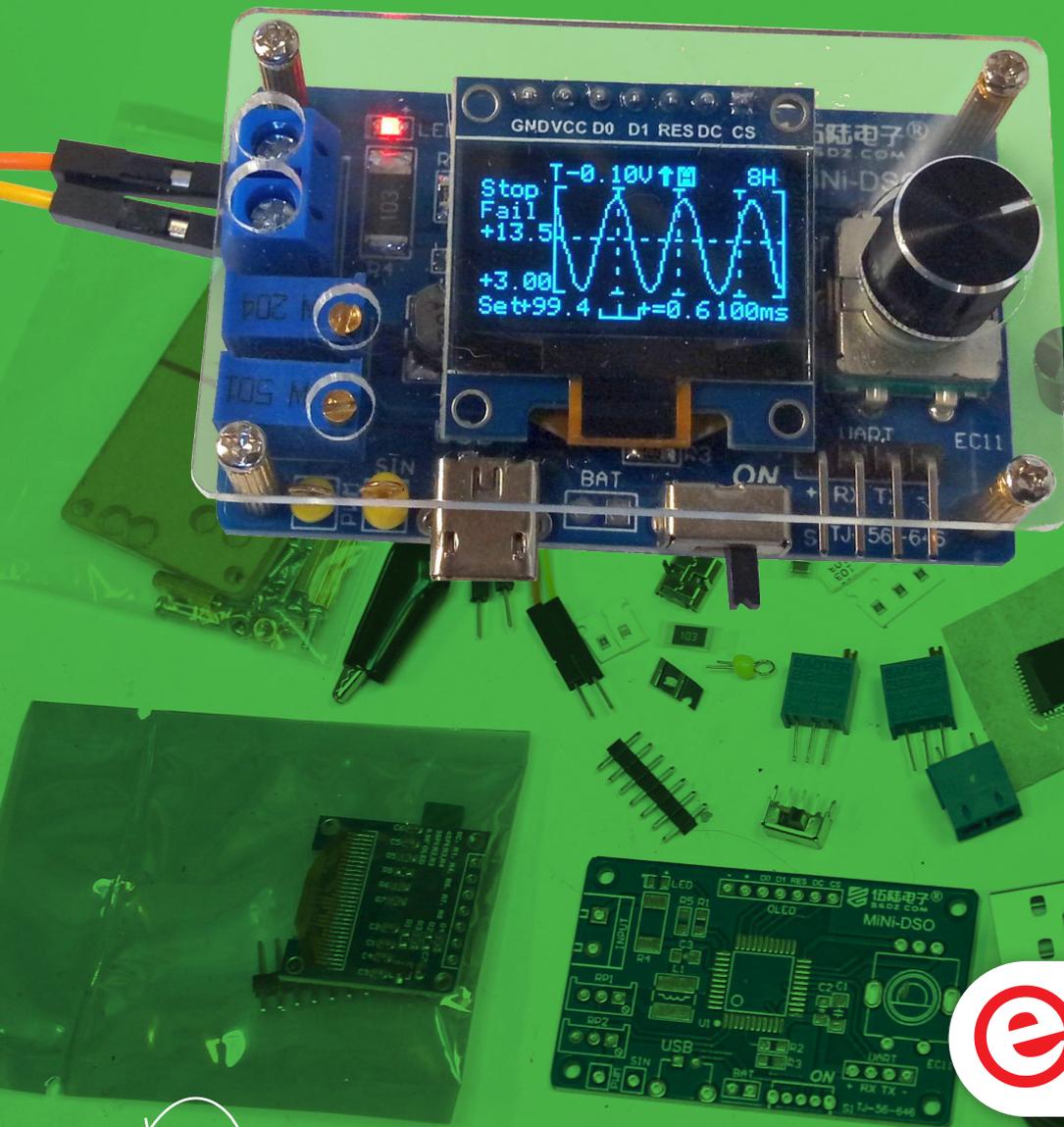


# PIRATAGE D'UN KIT MINI OSCILLOSCOPE OLED

le rendre à nouveau open source



使用说明  
对教学要求设  
验,其技术指  
成品标准。如  
标,买家可自  
性能不佳的元  
者排除故障能  
过故障排除和  
进,对相关知  
品的客户。  
需要具备相  
表前,应测量  
安全后再  
积的客户,切  
需自行承担



INSCRIVEZ-VOUS À  
[www.elektormagazine.fr/elektor-newsletter](http://www.elektormagazine.fr/elektor-newsletter)



电子组装套件使用说明

1. 电子组装套件(套件)针对教学要求设计, 仅用于科学研究和实验, 其技术指标和参数均可能达不到成品标准。如要提升组装后产品性能指标, 买家可自行研究并改进。
2. 部分套件设置有故障或性能不佳的元器件, 其目的是考察组装者排除故障能力和性能提升的能力, 通过故障排除和配件的性能指标测量并改进, 对相关知识和技能的提升有帮助。
3. 该套件不适用于需要成品的客户。
4. 组装调试该套件(套件)需要具备相应的知识和技能。套件组装前, 应测量全部配件, 确保其性能参数安全后再安装。不具备相应专业知识的客户, 切勿自行组装, 否则造成危险需自行承担。

Figure 1. Le contenu du kit Mini Oscilloscope OLED. Va-t-il devenir mon nouvel outil favori ?



# piratage d'un kit mini oscilloscope OLED

le rendre à nouveau open source

Clemens Valens (Elektor)

Le Mini Oscilloscope OLED est un kit peu coûteux permettant de construire un minuscule oscilloscope numérique. Avec l'interrupteur d'alimentation, il ne possède qu'une seule commande, un encodeur rotatif avec un bouton-poussoir intégré. Le microcontrôleur du kit est préprogrammé et le logiciel n'est pas disponible. Hmm... Voyons ce que nous pouvons faire avec cela.

Le Mini Oscilloscope OLED est en effet minuscule, puisqu'il ne mesure que 57 x 38 mm. Sa hauteur, lorsqu'il est placé dans son « boîtier » (deux petites plaques acryliques transparentes), est de 26 mm. Minuscule signifie également que certains composants sont des composants CMS, y compris le microcontrôleur à

44 broches (**figure 1**). Par conséquent, l'assemblage du kit implique de souder des pièces CMS, un bon exercice.

L'écran est un petit écran OLED avec une résolution de 128 x 64 pixels. L'oscilloscope comporte une voie qui peut mesurer des signaux jusqu'à 100 kHz. La tension d'entrée maximale est de 30 V, la tension minimale est de 0 V.

**Caractéristiques techniques**

- Plage verticale : 0 à 30 V
- Plage horizontale : 100 µs à 500 ms
- Type de déclenchement : automatique, normal et sur front
- Front de déclenchement : montant et descendant
- Niveau de déclenchement : 0 à 30 V
- Mode Marche/Arrêt
- Mesure automatique de la fréquence



Figure 3. Utilisez l'outil STC-ISP pour obtenir des informations sur le microcontrôleur.

```
Checking target MCU ...
MCU type: STC8A8K64D4
FW version: 7.4.3U

Current H/W Option:
. ISP-IRC frequency: 24.038MHz
. IRC frequency: 27.026MHz
. Wakeup Timer frequency: 36.025KHz
. Oscillator gain is HIGH
. User EEPROM size is 1 K
. Do not detect the level of P3.2 and P3.3 next download
. Power-on reset, use the extra power-on delay
. RESET pin behaves as IO pin
. Reset while detect a Low-Voltage
. Thresh voltage level of the built-in LVD : 2.00 V
. Hardware do not enable Watch-Dog-Timer
. Watch-Dog-Timer pre-scalar : 256
. Watch-Dog-Timer stop count in idle mode
. Erase user EEPROM area at next download
. Do not control 485 at next download
. Do not check user password next download
. Reference voltage: 1187 mV (Range: 1100~1300mV)
. Testing time: 2024-1-2

MCU type: STC8A8K64D4
FW version: 7.4.3U

Complete !(2024-08-09 09:57:57)
```

se connecte à la borne à vis située sur le côté gauche de l'écran.

### Se déplacer dans l'affichage

Lorsqu'il est mis sous tension, l'appareil affiche un écran semblable à celui d'un oscilloscope numérique avec une grille de 2 x 3,7 (les éléments de droite ne tiennent pas complètement sur l'écran) entourée de valeurs. Ce sont les réglages de l'oscilloscope.

Dans le coin inférieur droit se trouve l'échelle de temps horizontale, que vous pouvez ajuster à l'aide du contrôleur rotatif. Pour passer à un autre paramètre, vous devez tourner l'encodeur tout en le maintenant enfoncé.

Le coin inférieur gauche affiche *Set*. Lorsque vous le sélectionnez et que vous tournez l'encodeur sans appuyer dessus, un menu de configuration s'ouvre. Vous pouvez y choisir entre l'affichage par points et l'affichage vectoriel, modifier la luminosité de l'écran et ajuster un mystérieux paramètre appelé *LSB*.

### Gamme automatique

Le paramètre de la plage verticale (au milieu à gauche) réserve une surprise. Si vous continuez à tourner l'encodeur vers la droite, au-delà de la valeur minimale de la plage, il passe en mode de gamme automatique. Cette fonction est utile pour trouver le signal d'entrée au cas où il n'apparaîtrait pas. Si vous tournez l'encodeur vers la gauche, vous revenez à la plage manuelle.

En jouant avec l'encodeur rotatif, vous remarquerez rapidement qu'il ne s'agit pas du meilleur contrôleur au monde. En fait, l'encodeur est bien, mais le logiciel qui l'utilise ne l'est pas. En ce qui concerne les paramètres qui ne peuvent prendre que deux valeurs (par exemple, le front de déclenchement), il est très difficile de les régler. La façon de se déplacer sur l'écran en poussant et en tournant n'est pas facile non plus, et fait basculer le DSO entre le mode *Run* et le mode *Stop*. Il est compli-

qué d'obtenir un signal sur l'écran, mais, comme nous l'avons déjà dit, l'utilisation de l'option *auto-range* peut vous aider dans ce cas.

### Fonctions supplémentaires

Le pourquoi n'est pas tout à fait clair pour moi, mais le Mini Oscilloscope OLED a une sortie sinusoïdale de 10 Hz à 5 V. Elle est obtenue avec un signal PWM de 9 kHz à travers un filtre passe-bas. Le potentiomètre de réglage RP2 est également impliqué, mais ne semble servir à rien à moins de la régler près de sa valeur minimale. L'onde sinusoïdale devient alors affreuse. En consultant le schéma, vous constaterez que RP2 ajuste la fréquence de coupure du filtre passe-bas. Par conséquent, si vous le réglez trop haut, il ne filtrera pas très bien, et la sortie deviendra un signal de test intéressant.

Il y a également une sortie PWM, mais dans la pratique, une onde carrée de 9 kHz est uniquement disponible. Son amplitude peut être réglée avec RP1.

Finalement, il y a un port série. Il n'est pas utilisé par l'oscilloscope, mais il peut être utilisé pour télécharger un nouveau firmware dans le microcontrôleur.

### Un retour aux sources

L'archive contenant les instructions d'assemblage n'inclut pas de code source ni de fichiers exécutables précompilés. Cependant, lorsque j'ai cherché sur Google le titre du schéma (*STC8A8K-MiniDSO*), j'ai immédiatement trouvé ce qui semble être l'origine du Mini Oscilloscope OLED. Apparemment, le design original est l'œuvre de Creative Lau [2]. Son dépôt intitulé Mini-DSO contient un schéma très similaire à celui présenté dans cet article. Mieux encore, il contient le code source et un lien vers une vidéo montrant le montage et fonctionnement.

Le visionnage de la vidéo [3] est instructif car elle fournit non seulement des informations sur la manière d'utiliser le Mini DSO (avec l'utilité du paramètre *LSB* mentionné plus haut, à savoir calibrer la tension d'entrée), mais aussi sur la manière dont l'instrument a été conçu pour être utilisé. Lorsque l'on sait qu'il s'agit d'un oscilloscope portable, de type stylo, que l'on peut contrôler avec le pouce, certains choix de conception commencent à devenir logiques. Malheureusement, le concepteur du kit Mini Oscilloscope OLED n'a apparemment pas regardé cette vidéo, et a transformé l'appareil en quelque chose de peu pratique et d'inutile.

### Un oscilloscope portable

La sonde est connectée à l'entrée de gauche, car il doit s'agir d'une tige métallique (un stylo), et non de fils avec des pinces crocodiles. Deuxièmement, l'oscilloscope est contrôlé avec le pouce seulement en tournant et en appuyant sur l'encodeur rotatif. C'est tout simplement impossible avec le petit bouton lisse fourni dans le kit. Creative Lau a utilisé un bouton différent pour une raison bien précise. Étant donné qu'il s'agit d'un instrument portable, l'alimentation est censée être une batterie, et non un chargeur

de téléphone USB. L'alimentation par batterie est possible car un connecteur de batterie peut être monté, mais le régulateur de tension qui convertit la tension de la batterie en une tension adaptée et stable de 5 V n'a pas été inclus dans le kit.

### Une interface utilisateur améliorée

L'interface utilisateur du Mini-DSO présentée dans la vidéo diffère légèrement de celle du Mini Oscilloscope OLED. Le Mini-DSO est un peu plus joli. La question s'est donc posée : serait-il possible de mettre le logiciel du Mini-DSO sur le Mini Oscilloscope OLED ? Les circuits sont presque identiques.

Les deux oscilloscopes sont basés sur un STC8A8K64S4A12 de STCmicro (un nom qui me semble étrangement familier). Il s'agit d'un de ces clones de 8051 très bon marché et très rapide. C'est un dispositif appelé 1T, ce qui signifie qu'une instruction est exécutée en un seul cycle d'horloge. Le STC8A8K64S4A12 est le fleuron de la famille STC8F, avec 63 Ko de mémoire flash, 1 Ko d'EEPROM et 8 Ko de RAM. Il peut être programmé en circuit via un port série sans nécessiter d'outils spéciaux. L'outil STC-ISP ([4], un excellent outil, soit dit en passant) qui vous permet de faire cela peut être téléchargé gratuitement à partir du site web de STCmicro.

### Portage du micrologiciel vers SDCC

La partie compliquée du portage du logiciel Mini-DSO sur le Mini Oscilloscope OLED est le fait qu'il se présente sous la forme d'un projet pour le compilateur C51 de Keil. Ce compilateur est tout sauf gratuit, et comme le projet est trop grand, la version d'évaluation ne créera pas le fichier *HEX*. Un moyen de contourner ce problème est d'utiliser le compilateur open-source SDCC à la place. Malheureusement, SDCC n'utilise pas la même syntaxe pour définir les éléments spécifiques au processeur, tels que les registres de fonctions spéciales (SFR) et les bits adressables, ce qui signifie qu'il faut passer par le code et tout changer. De plus, un fichier d'en-tête avec les définitions des registres pour le STC8A8K64S4A12 est nécessaire et, bien sûr, un fichier *make* pour compiler le tout et le lier ensemble. Un autre projet que j'ai trouvé sur GitHub, une bibliothèque de support générique pour certains microcontrôleurs STC8 [5], s'est avéré très utile ici car il est compatible à la fois avec C51 et SDCC. Cela m'a permis de créer un *Makefile* qui fonctionne, et un fichier de définition des registres du processeur utilisable.

### Programmation in-situ

Après quelques heures de recherche, de comparaison et d'édition, j'ai réussi à faire en sorte que SDCC compile le projet Mini-DSO sans avertissements ni erreurs. J'ai adapté le brochage du microcontrôleur du Mini-DSO au Mini Oscilloscope OLED (les définitions des broches se trouvent dans le fichier *config\_stc.h*). J'ai ensuite connecté un convertisseur USB-série au port série du montage et j'ai lancé l'outil STC-ISP.

J'ai éteint l'appareil, cliqué sur le bouton *Check MCU* et rallumé l'oscilloscope. Des informations sur le microcontrôleur sont apparues dans la fenêtre de sortie (**figure 3**). Il est intéressant de remarquer que le microcontrôleur est un STC8A8K64D4 au lieu d'un S4A12. Notez que j'ai utilisé la version V6.91K de STC-ISP. Il propose de télécharger une version plus récente (V6.94K), ce que j'ai fait, mais cette version ne semble pas avoir le bouton *Check MCU*. Du moins, je ne l'ai pas trouvé.

J'ai ensuite procédé au téléchargement de mon nouveau fichier *HEX*. C'est très simple. Encore une fois, il faut d'abord éteindre la carte, charger le fichier HEX dans l'outil STC-ISP et cliquer sur le bouton *Download/Program*, puis allumer la carte pour commencer la programmation. La programmation prend environ dix secondes. Et ensuite ? En effet, cela n'a pas fonctionné. Et même si c'était plus ou moins ce à quoi je m'attendais, j'ai quand même été un peu déçu.

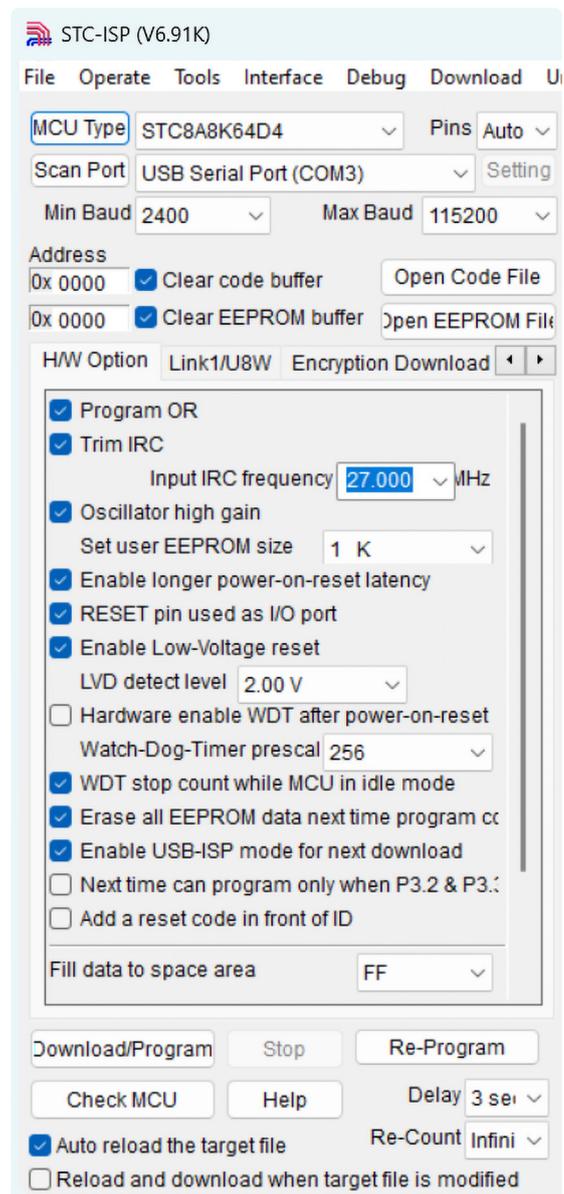
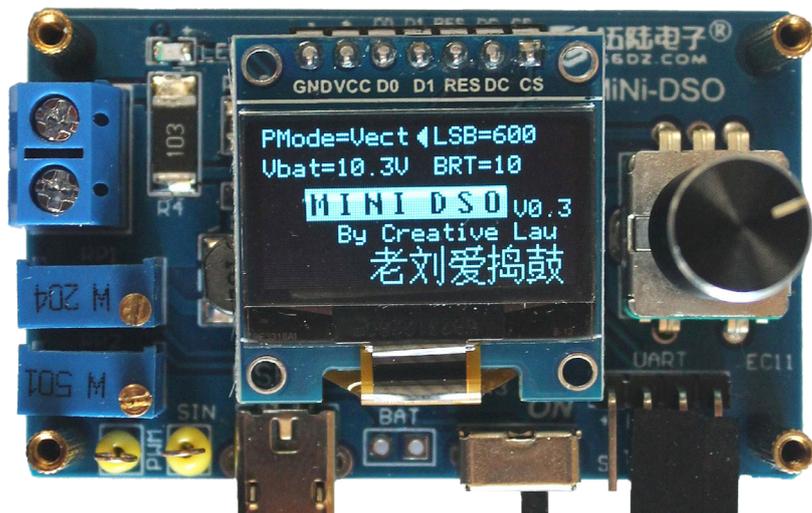


Figure 4. Voici les réglages de fusibles que j'ai utilisés et qui semblent fonctionner.



▲  
Figure 5. Mission accomplie : le Mini-DSO a remplacé le Mini Oscilloscope OLED.

### Débogage de quelques problèmes

Il y a de nombreux endroits où le portage d'un logiciel peut mal tourner. Les causes possibles sont les options de programmation, que j'avais laissées à leurs valeurs par défaut. La vérification du microcontrôleur a indiqué des valeurs pour ces options, ce qui signifie qu'il s'agit peut-être d'une sorte de fusible de configuration. Une nouvelle vérification du MCU a montré que deux valeurs avaient changé, à savoir la taille de l'EEPROM et la fréquence de l'horloge RTC. Après avoir téléchargé le programme une seconde fois, mais maintenant avec les paramètres de configuration MCU modifiés et réglés sur les valeurs que j'avais lues la première fois (figure 4), la led s'est soudainement animée. Mieux encore, le fait de tourner l'encodeur a influencé le comportement de la led. Comme l'explique Creative Lau dans sa vidéo, cette led indique l'état de l'échantillonnage, ce qui signifie que le programme semble fonctionner ! Espoir ! Alors peut-être que l'affichage était la seule chose qui ne fonctionnait pas. En parcourant les broches de l'écran OLED avec un vrai oscilloscope, j'ai trouvé beaucoup d'activité sur les broches DO et D1, mais rien sur CS et DC. Le code source montre que ces broches sont utilisées pour la synchronisation (l'écran OLED attend un protocole SPI à 4 broches), donc il devrait y avoir de l'activité. Une inspection plus approfondie avec l'oscilloscope réel a suggéré que les broches n'étaient pas configurées correctement, car elles montraient une certaine activité faible. En effet, dans la fonction *main*, les nouvelles broches E/S n'étaient pas activées. Après avoir corrigé cela, l'affichage a commencé à fonctionner également. Ce n'était pas parfait, mais au

moins cela montrait que le logiciel fonctionnait. Plus important encore, cela montrait que je pouvais maintenant utiliser SDCC pour écrire un nouveau logiciel pour cette petite carte et l'exécuter. À partir de maintenant, ce n'était plus qu'une question de temps pour faire fonctionner le Mini-DSO.

### J'ai trouvé !

Pour faire court, après quelques heures supplémentaires de débogage, j'ai finalement découvert que le problème venait du SDCC. Il ne produisait pas le code approprié pour lire une chaîne de caractères à partir d'une table dans la mémoire du programme. Le Mini-DSO utilise deux de ces tables, et les lire façon SDCC fait planter le programme. Le remplacement des tables par des fonctions a résolu le problème. Désormais, non seulement le programme Mini-DSO fonctionne sur le matériel du Mini Oscilloscope OLED (figure 5), mais il peut également être compilé avec des produits open-source. Le logiciel Mini-DSO porté sur SDCC est disponible chez Elektor Labs [6]. Profitez-en ! ◀

VF : Laurent Rauber — 240408-04

### Questions ou commentaires ?

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

### Produits

- > **DIY Mini Digital Oscilloscope Kit**  
[www.elektor.fr/20938](http://www.elektor.fr/20938)
- > **C. Valens, Mastering Microcontrollers Helped by Arduino (Elektor, 2017)**  
[www.elektor.fr/17967](http://www.elektor.fr/17967)

### LIENS

- [1] Kit Mini Oscilloscope OLED : <https://www.56dz.com>
- [2] Mini-DSO par Creative Lau (GitHub) : <https://github.com/CreativeLau/Mini-DSO>
- [3] Vidéo de Creative Lau : <https://www.youtube.com/watch?v=-8PadIS7c4c>
- [4] Programme STC-ISP : <https://www.stcmicro.com/rar/stc-isp-en.rar>
- [5] FwLib\_STC8, une bibliothèque générique pour les microcontrôleurs de la série STC8G/STC8H (GitHub) : [https://github.com/IOsetting/FwLib\\_STC8](https://github.com/IOsetting/FwLib_STC8)
- [6] Téléchargements pour cet article : <https://www.elektormagazine.fr/labs/reverse-project-mini-oscilloscope>

# Rejoignez la communauté Elektor



Devenez membre maintenant !



- ✓ accès à l'archive numérique depuis 1978 !
- ✓ 8x magazine imprimé Elektor
- ✓ 8x magazine numérique (PDF)
- ✓ 10 % de remise dans l'e-choppe et des offres exclusives pour les membres
- ✓ accès à plus de 5000 fichiers Gerber



Également disponible

abonnement



sans papier !

- ✓ accès à l'archive numérique d'Elektor
- ✓ 10 % de remise dans l'e-choppe
- ✓ 8x magazine Elektor (PDF)
- ✓ accès à plus de 5000 fichiers Gerber



[www.elektormagazine.fr/membres](http://www.elektormagazine.fr/membres)

