

# nouvelle horloge Nixie révisée

## Un projet porté par l'enthousiasme de ses utilisateurs, nouveaux et anciens

Andy Leitch (Royaume-Uni) et Luc Lemmens (Elektor Labs)

Qui se serait douté que parmi vos projets favoris au cours des cinq dernières années figure une horloge à tubes Nixie ! Les ventes de kits ne mentent pas, vos nombreuses suggestions d'améliorations non plus. Nous les avons compilées et vous les proposons en réponse à votre enthousiasme pour que tous en profitent. Ces modifications varient de « pas mal, mais optionnel » à « urgent : faites quelque chose pour la durée de vie des Nixies ». Tout cela a abouti à une mise à jour de l'horloge et à une nouvelle carte de rétroéclairage, mais il est possible d'adapter votre carte existante et d'utiliser le nouveau logiciel.

INFOS SUR LE PROJET	
	Nixie
	PIC
	horloge mise à jour
	débutant
	connaisseur
	expert
	1h env. (mise à jour & modifs) ; 3 h (assemblage semi-kit)
	outillage courant, programmateur de PIC
	10 € env. (mise à jour & modifs) ; 140 € env. (semi-kit sans coffret)

En mai 2016, Elektor publiait la nouvelle horloge Nixie [1] et depuis lors, de nombreux lecteurs ont acheté soit le kit complet soit les circuits imprimés nus. Ceux-là ont acheté leurs composants ailleurs. À en juger par le nombre de réactions, notamment sur le site d'Elektor Labs [2], c'est l'un des projets les plus populaires de ces dernières années, pour lequel nous avons reçu des demandes et des suggestions d'améliorations, en particulier du logiciel. Cette tâche a été confiée à Andy Leitch, l'un des plus fervents adeptes d'Elektor Labs. Il a réécrit en C le logiciel produit à l'origine en assembleur. Il a adapté le circuit permettant à l'horloge d'afficher la date et de servir de réveil. Pour exploiter pleinement les fonctions du nouveau logiciel [3], il faut quelques modifications (mineures) des circuits imprimés. Si vous vous contentez d'ajouter l'affichage de la date et de prévenir/limiter

*l'empoisonnement de la cathode du tube, il suffira de remplacer ou de reprogrammer le microcontrôleur.*

*L'amélioration la plus accrocheuse apportée par Andy est le rétroéclairage multicolore des tubes Nixie, qui remplace les six LED bleues du semi-kit. Ce n'est pas seulement décoratif. Le nouveau rétroéclairage indique également quelles informations sont affichées par l'horloge. Andy a utilisé pour cela une bande de circuit à pastilles et des LED WS2812 RGB traversantes. Le labo d'Elektor en a fait un circuit imprimé facile à assembler, avec les mêmes LED en boîtier SMA. Ce circuit imprimé de couleur noire est disponible dans l'e-choppe d'Elektor comme les autres PCB de ce projet. Nous y reviendrons.*

### **Nouvelles fonctions, nouveau schéma**

Le nouveau schéma (**fig. 1**) tient compte de certaines des modifications du logiciel



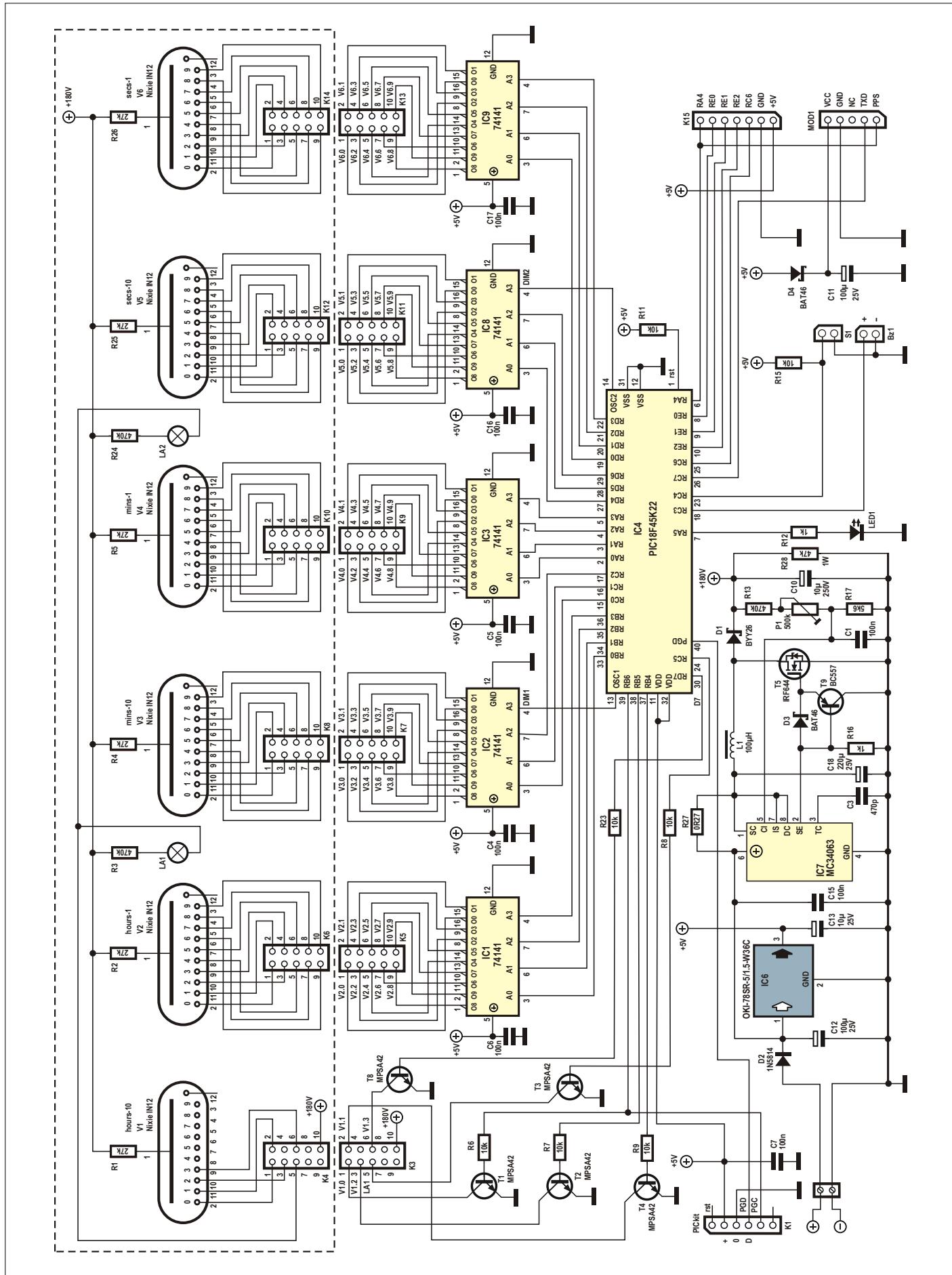


Figure 1. Schéma de la nouvelle horloge Nixie précise révisée. Cette version intègre toutes les modifications apportées au circuit original de 2016.

et correspond à la nouvelle carte désormais incluse dans les semi-kits de la nouvelle horloge Nixie de précision vendue dans l'e-choppe d'Elektor. Les instructions concernaient l'ancienne carte ; la nouvelle version V2.1 ne nécessite aucune modification.

### Modification des boutons

**Statut : obligatoire.** Remplacez l'interrupteur à bascule existant par un modèle à contact fugitif. Cette modification très simple permettra d'ouvrir la plupart des fonctions du nouveau logiciel. En fait, il suffit de dessouder l'interrupteur existant et de le remplacer par un poussoir. Vous n'aurez rien à percer si vous en utilisez un avec un axe de 4,95 mm, il s'adaptera au trou de l'ancien.



Figure 2. Élimination d'un tronçon de piste de PCB pour déconnecter un néon de son pilote (la modification ne s'applique qu'aux PCB existants !)

### Prévention de l'empoisonnement des cathodes

#### **Statut : hautement recommandé.**

Si un tube Nixie est utilisé pour n'afficher que certains chiffres, les fils non utilisés ont tendance à s'altérer. Cet effet appelé *empoisonnement de cathode* se traduit par des points ou des segments de chiffres sombres au lieu d'être allumés. Sur les Nixie d'une horloge, le chiffre des unités de secondes est rarement affecté par cet empoisonnement puisqu'il passe par tous les chiffres toutes les dix secondes, ce n'est pas le

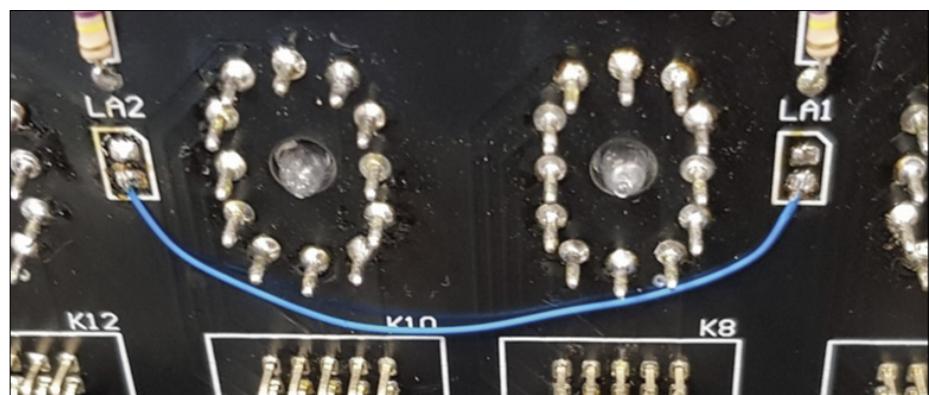


Figure 3. Interconnexion des lampes au néon avec un fil (la modification ne s'applique qu'aux PCB existants !)

cas des autres chiffres. Pour réduire le risque d'empoisonnement, le nouveau logiciel fait passer chaque tube par tous ses numéros de temps en temps. Le premier nettoyage intervient à la mise sous tension puis se répète toutes les 30 minutes (à 15 et 45 minutes après l'heure). Lors du nettoyage préventif, s'il est installé, le rétroéclairage à WS2812 clignotera et fera défiler les couleurs. Cette option peut être désactivée dans les réglages de l'horloge.

### Modification du son du réveil

#### **Statut : hautement recommandé.**

Un signal sonore est essentiel comme retour d'information au cours du paramétrage, en tout cas pour la fonction de réveil. Il faut pour cela un ronfleur à faible courant qu'on trouvera chez divers fournisseurs : avec votre moteur de recherches habituel, cherchez *buzzer piezo 3-24V* et sélectionnez parmi les résultats un candidat dont la consommation ne dépasse pas 10 mA (le PIC ne peut fournir que 25 mA sur sa sortie). Respectez la polarité du ronfleur en

reliant son fil noir à la broche 1 de JP1 (au bord du PCB) et son fil rouge à la broche du côté du PIC. R14 peut être dessoudée ou coupée de la carte. Percez un petit trou à l'arrière du boîtier pour permettre la sortie du son émis par le ronfleur que vous collerez.

### Modification de l'affichage de la date

#### **Statut : facultatif.**

Cette modification est nécessaire pour afficher la date au format européen (jj/mm/aa), car un 3 est nécessaire pour afficher les jours sur les chiffres les plus à gauche. Le circuit imprimé est conçu pour alimenter les deux néons séparément, et le chiffre «3» du tube de Nixie gauche n'est pas connecté. Il est modifié pour relier les deux lampes au néon à un pilote, puis pour relier le «3» au pilote maintenant inutilisé.

**1<sup>ère</sup> étape :** déconnectez un néon de son pilote. À l'aide d'une lame tranchante, sectionnez la piste inférieure côté tube du circuit imprimé. Faites une deuxième coupure de la même piste environ 1 mm



Figure 4. Connexion de l'élément «3» du tube Nixie V1 à la broche centrale sur le dessus de K4 (la modification ne s'applique qu'aux PCB existants !)

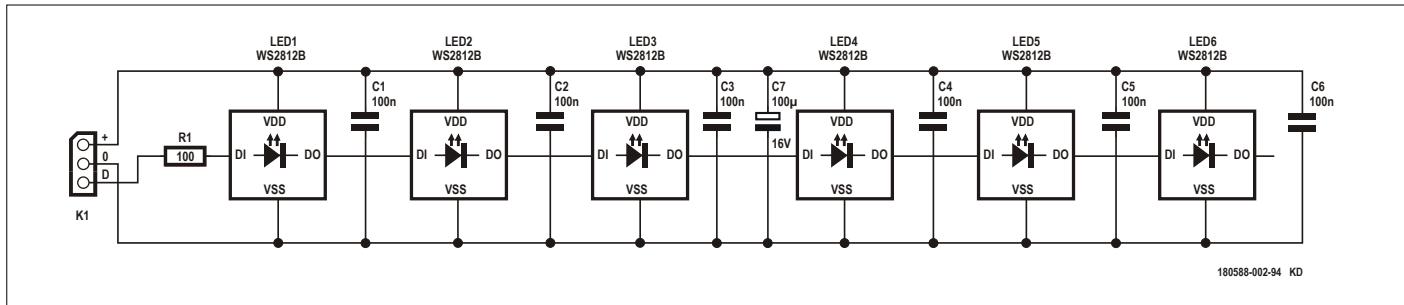


Figure 5. Schéma du circuit de rétroéclairage décoratif avec LED CMS. Les condensateurs de découplage suppriment le bruit causé par le courant relativement élevé.

plus loin, de manière à pouvoir enlever un tronçon (**fig. 2**).

**2<sup>e</sup> étape :** Reliez les néons entre eux (**fig. 3**).

**3<sup>e</sup> étape :** Connectez le «3» à la broche centrale, rangée du haut, de K4 (**fig. 4**).

#### WS2812 Rétroéclairage LED

##### «Neopixel

**Statut :** facultatif.

**Attention : L'intensité du courant des LED alimentées sous 5 V est assez forte.** Vous pouvez utiliser un second régulateur de 5 V alimenté par l'entrée 9 V, ou obtenir l'alimentation, la masse et les données à partir du connecteur de programmation. Si vous prélevez l'alimentation sur le connecteur de programmation, il faudra équiper IC6 d'un radiateur, ou mieux, opter pour un modèle à découpage (p. ex. Murata OKI-78SR-5/1.5-W36-C).

Le schéma du rétroéclairage est sur la **fig. 5**. Comme la broche RB7 n'est utilisée

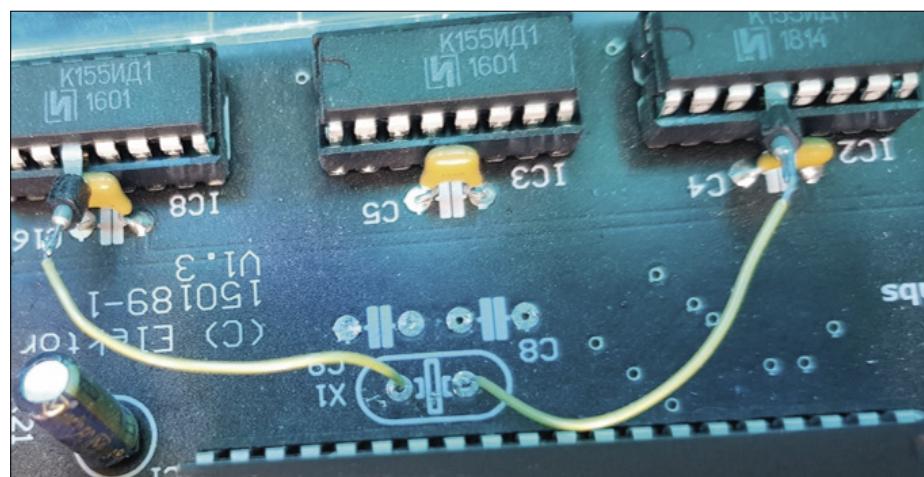
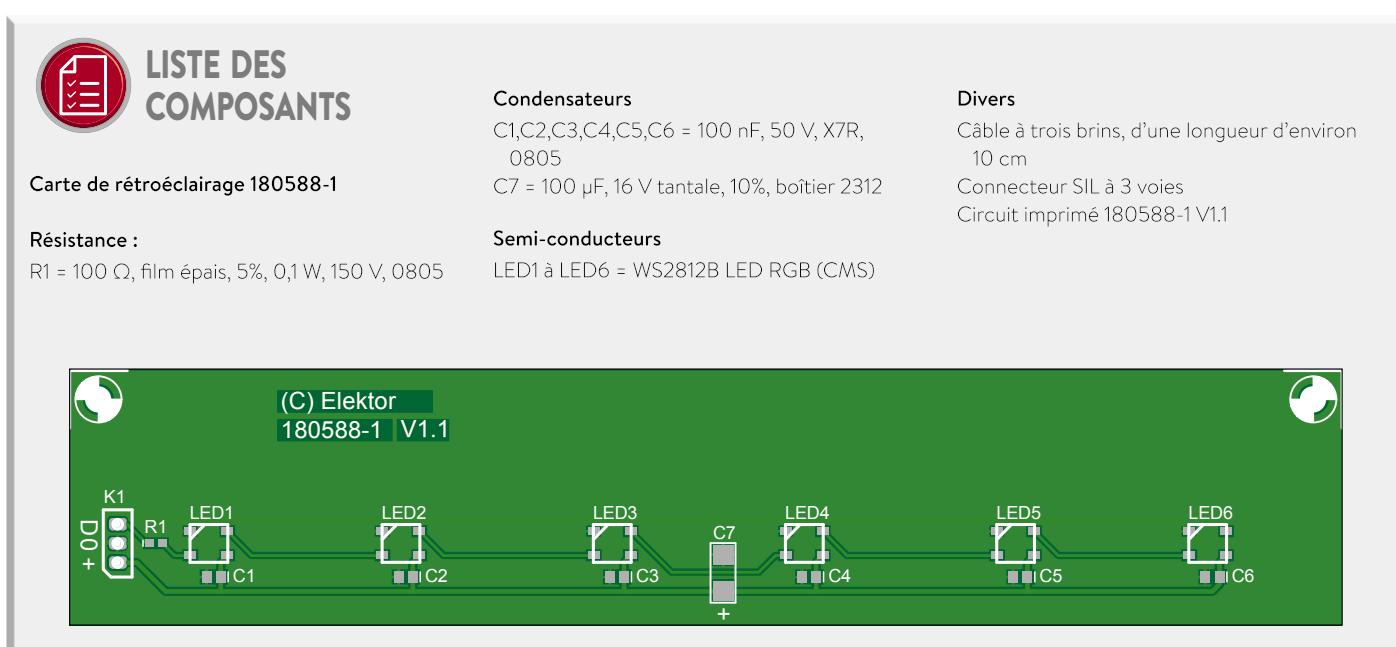


Figure 6. Les connexions du quartz libérées sur le circuit imprimé sont reliées aux broches du circuit intégré de commande tordues sur le côté (la modification ne s'applique qu'aux PCB existants)

sé dans le projet que pour la programmation, un petit code a été ajouté pour lui permettre de piloter les LED du rétroéclairage – le signal de pilotage sort sur

le connecteur K1, broche 4.

Les LED CMS WS2812 sont montées sur le circuit imprimé avec un condensateur de 10  $\mu$ F/16 V au milieu du circuit et



## LISTE DES COMPOSANTS

### Carte de rétroéclairage 180588-1

#### Résistance :

R1 = 100  $\Omega$ , film épais, 5%, 0,1 W, 150 V, 0805

#### Condensateurs

C1,C2,C3,C4,C5,C6 = 100 nF, 50 V, X7R, 0805

C7 = 100  $\mu$ F, 16 V tantale, 10%, boîtier 2312

#### Divers

Câble à trois brins, d'une longueur d'environ 10 cm

Connecteur SIL à 3 voies

Circuit imprimé 180588-1 V1.1

#### Semi-conducteurs

LED1 à LED6 = WS2812B LED RGB (CMS)



## LISTE DES COMPOSANTS

Circuit imprimé de l'horloge Nixie révisée  
150189-1 V2.1

### Résistances

R1,R2,R4,R5,R25,R26 = 27 kΩ 5% 250 mW  
R6,R7,R8,R9,R11,R15,R23 = 10 kΩ 5% 250 mW  
R3,R13,R24 = 470 kΩ 5% 250 mW  
R12,R16 = 1 kΩ 5% 250 mW  
R17 = 5 kΩ 6.5% 250 mW  
R27 = 0,27 Ω, 5%, 2 W  
R28 = 47 kΩ 5% 1 W  
P1 = aj.500 kΩ

### Inductance

L1 = 100 µH, 1,5 A, radial, DxL 8x8 mm

### Condensateurs

C3 = 470 pF, 50 V, Y5U  
C1,C4,C5,C6,C7,C15,C16,

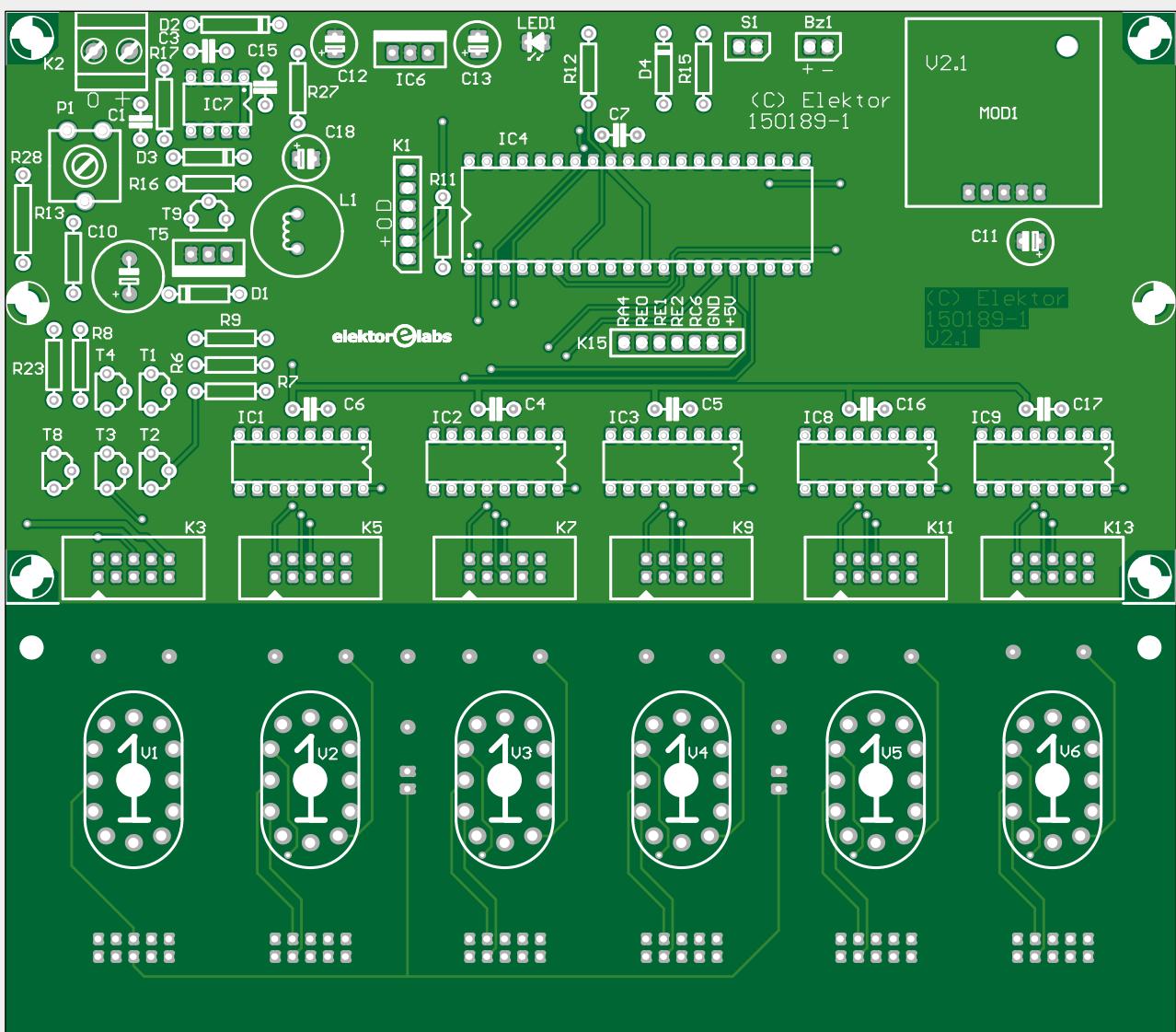
C17 = 100 nF 50 V 20%  
C10 = 10 µF, 250 V, 20%, radial, pas de 5 mm  
C11,C12 = 100 µF, 25 V, pas de 3,5 mm, 8x11 mm  
C13 = 10 µF, 25 V, pas de 2 mm, 5x1 mm  
C18 = 220 µF, 25 V, pas de 5 mm, 10x16 mm

### Semi-conducteurs

D1 = BYV26, diode ultrarapide, 600 V, 1 A  
D2 = 1N5814, diode Schottky, 40 V, 1 A  
D3,D4 = BAT46, diode Schottky 100 V, 150 mA  
LED1 = rouge, 3 mm  
T1,T2,T3,T4,T8 = MPSA42, NPN, 300 V, 500 mA  
T5 = IRF644PBF, NMOS, 250 V, 14 A  
T9 = BC557 C, -45 V, -100 mA, 500 mW,  $h_{FE}=400$   
IC1,IC2,IC3,IC8,IC9 = K155ID1 (74141)  
IC4 = PIC18F45K22, programmé (Elektor : 180588-41)  
IC6 = OKI-78SR-5/1,5-W36-C, convertisseur CC/CC 5 V, 1,5 A, Murata  
IC7 = contrôleur CC/CC MC34063

### Divers

Bz1 = ronfleur 1,5-20 V<sub>cc</sub> p. ex. LD-BZPG-2312  
S1 = bouton-poussoir SPST, 20 V (4,95 mm)  
K1 = barrette SIL à 6 voies, pas de 0,1 pouce  
K2 = bornier à vis à 2 voies pour circuit imprimé, pas de 2,54 mm, 630 V  
K3,K5,K7,K9,K11,K13 = embase à 10 broches (2x5), à sécable, verticale  
K4,K6,K8,K10,K12,K14 = connecteur à 10 broches (2x5), sécable, coudé  
K1 = SIL à 6 broches, pas de 0,1 pouce  
LA1,LA2 = T1.1/4, lampe au néon, à fil  
MOD1 = Module GPS, avec antenne GY-NEO6MV2  
V1,V2,V3,V4,V5,V6 = tube Nixie IN-12  
Circuit imprimé 150189-1 V2.1 de Elektor Store



des condensateurs de 100 nF sur les broches d'alimentation de chaque LED. La première LED possède une résistance de 100  $\Omega$  en série avec le fil de données RB7. Vous pouvez construire votre propre carte de rétroéclairage avec un morceau de circuit à pastilles et des versions traversantes du WS2812. Au labo nous avons préféré les CMS non seulement parce que ce type de LED est plus facile à aligner, mais aussi parce que leur profil plat s'intègre mieux dans le boîtier en acrylique sans contrainte mécanique.

### Gradation

#### Statut : recommandé.

Les décodeurs compatibles avec le 74141 affichent un blanc pour les valeurs d'entrée supérieures à 9. Pour faire clignoter, et donc réduire la luminosité de tous les chiffres, deux puces doivent avoir leur «bit 3» (broche 4) connecté au processeur au lieu de la masse.

Si la gradation est activée dans les réglages de l'horloge sans que cette modification soit faite, les chiffres, au lieu de s'éteindre, afficheront un «7». Le quartz doit être dessoudé. Chauffez une extrémité à la fois à tour de rôle et soulevez doucement X1, les deux condensateurs C8 et C9 doivent également être retirés.

Deux des puces de décodage, IC2 et IC8, sont retirées. La broche 4 est soigneusement redressée, puis les circuits intégrés sont réinsérés. Attention de ne pas tordre de broches sous le circuit intégré lors de la réinsertion ! Utilisez un support de circuit intégré à tulipe ou un câble de raccordement femelle pour vous connecter à la puce – **ne soudez pas**, car la soudure provoque des fuites visibles pendant la gradation.

Reliez les broches aux connexions du quartz maintenant libres avec un fil à brin unique (**fig. 6**).

### Module GPS

#### Statut : recommandé.

Au fil des mois, des lecteurs qui préféraient acheter les composants eux-mêmes et séparément, ont buté sur le module GPS A2035H de *Maestro Wireless Solutions*. Ce composant n'est plus produit. Heureusement, Maestro propose le A2235H, un GPS plus récent qui tient sur l'ancienne carte bien que le nouveau module soit plus petit que son prédecesseur. Il lui faut toutefois deux résistances de polarisation supplémen-

taires de 2,2 k $\Omega$  des broches I<sup>2</sup>C à la borne 1,8 V du module. Pour éviter tout court-circuit avec le blindage du module, il est recommandé de placer un isolant adéquat (Kapton) entre la carte et le module [2].

Le débit par défaut de la sortie série des deux modules GPS Maestro est de 4800 bauds. De nombreux autres modules existent, mais ils fonctionnent généralement à 9600 bauds. Le logiciel a été remanié de sorte que l'horloge dispose désormais d'une détection automatique du débit en bauds sur le module GPS.

### Mode d'emploi

Avec le nouveau logiciel, il n'y a qu'un seul bouton pour commander l'horloge par pressions courtes qui modifient l'affichage ou le paramètre ; une pression longue change le mode, en fonction de l'affichage en cours. Toutes les options,

réglages et paramètres disponibles pour configurer et régler la nouvelle horloge Nixie révisée se trouvent dans le manuel d'Andy [2].

### Conclusion

La version de 2016 a fait ses preuves, son fonctionnement est irréprochable, et pourtant cette nouvelle version décrite ici offre de nouvelles fonctions qui méritent la mise à jour. À vous de juger si vous effectuerez aussi les modifications du matériel... ou seulement une partie. Les auteurs vous recommandent chaudement la réception GPS améliorée, la fonction anti-empoisonnement et le rétroéclairage multicolore !

180588-03




@ [WWW.ELEKTOR.FR](http://WWW.ELEKTOR.FR)

- Nouvelle horloge Nixie de précision (révisée) PCB nu, 150189-1 V2.1  
[www.elektor.fr/180589-1](http://www.elektor.fr/180589-1)
- Nouvelle horloge Nixie de précision (révisée) PCB nu 180588-1 V1.1  
[www.elektor.fr/180588-1](http://www.elektor.fr/180588-1)
- µC programmé, 180588-41  
[www.elektor.fr/180588-41](http://www.elektor.fr/180588-41)
- module GPS  
[www.elektor.fr/open-smart-gps](http://www.elektor.fr/open-smart-gps)

### Liens

- [1] nouvelle horloge Nixie pilotée par GPS d'Elektor, mai & juin 2016 :  
[www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-201605/28938](http://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-201605/28938)
- [2] page du projet sur Elektor Labs :  
[www.elektormagazine.com/labs/150189-6-digit-nixie-clock](http://www.elektormagazine.com/labs/150189-6-digit-nixie-clock)
- [3] page de cet article : [www.elektormagazine.fr/180588-01](http://www.elektormagazine.fr/180588-01)