

52

Circuits
et projets

CIRCUITS DE VACANCES 2022

IDÉES DE CONCEPTION, TRUCS ET ASTUICES

140
pages !



Kelley Eaton

- Source de courant pour LED
- Milliohmètre
- Ampèremètre Arduino
- Amplificateur stéréo simple
- Préampli de microphone
- Calibrateur de CAN
- Boîte de direct pour smartphone
- Télécommande comodo
- et bien plus encore !



elektor e-zine

Your dose of electronics



Chaque semaine où vous n'êtes pas abonné à l'e-zine d'Elektor est une semaine de grands articles et de projets électroniques qui vous manquent !

Alors, pourquoi attendre plus longtemps ? Abonnez-vous dès aujourd'hui à www.elektor.fr/ezine et recevez également le livre gratuit du projet Raspberry Pi !



À quoi pouvez-vous vous attendre ?

Éditorial

Chaque vendredi, vous recevrez les meilleurs articles et projets de la semaine. Nous couvrons les projets basés sur les MCU, l'IdO, la programmation, l'IA, et plus encore !

Promotionnel

Ne manquez pas les promotions de notre magasin, chaque mardi et jeudi nous avons une promotion spéciale pour vous.

Envoi des partenaires

Vous souhaitez rester informé des activités en cours dans le secteur ? Alors ce courriel vous donnera les meilleures informations. Non régulier, mais toujours le mercredi.

45^{ème} année
n° 49 – Summer Circuits 2022

ISSN 0181-7450
Dépôt légal : mai 2022
CPPAP 1125 T 83713
Directeur de la publication : Donatus Akkermans

Elektor est édité par :
PUBLITRONIC SARL
c/o Regus Roissy CDG
1, rue de la Haye
BP 12910
FR - 95731 Roissy CDG Cedex

Pour toutes vos questions :
service@elektor.fr

www.elektor.fr | www.elektormagazine.fr
Banque ABN AMRO : Paris
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603
BIC : ABNAFRPP

Publicité :
Raoul Morreau
Tél. : +31 (0)6 4403 9907
Courriel : raoul.morreau@elektor.com

DROITS D'AUTEUR :
© 2022 Elektor International Media B.V.

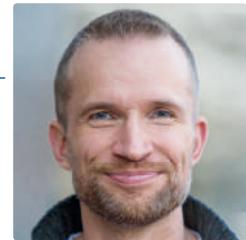
Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 -art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425).

Certains circuits, dispositifs, composants, etc. décrits dans cette revue peuvent bénéficier de droits propres aux brevets; la Société éditrice n'accepte aucune responsabilité du fait de l'absence de mention à ce sujet. Conformément à l'art. 30 de la Loi sur les Brevets, les circuits et schémas publiés dans Elektor ne peuvent être réalisés que dans des buts privés ou scientifiques et non commerciaux. L'utilisation des schémas n'implique aucune responsabilité de la part de la Société éditrice. La Société éditrice n'est pas tenue de renvoyer des articles qui lui parviennent sans demande de sa part et qu'elle n'accepte pas pour publication. Si la Société éditrice accepte pour publication un article qui lui est envoyé, elle est en droit de l'amender et/ou de le faire amender à ses frais; la Société éditrice est de même en droit de traduire et/ou de faire traduire un article et de l'utiliser pour ses autres éditions et activités, contre la rémunération en usage chez elle.

Imprimé aux Pays-Bas par
Senefelder Misset - Doetinchem
Distribué en France par M.L.P. et en Belgique par A.M.P.

Jens Nickel

rédacteur en chef d'Elektor Magazine



SUMMER CIRCUITS 2022

De nombreuses lettres nous ont appris que les projets restent le cœur d'Elektor. Ils rendent l'électronique compréhensible dans le vrai sens du terme, ce qui contribue à attirer les débutants dans ce beau domaine. Ils vous inspirent à créer vos propres conceptions, améliorations et hacks. Enfin, et surtout, vous trouverez de nombreuses astuces et vous découvrirez des composants intéressants dans les schémas de circuits.

En 2021, Elektor a fêté son 60^e anniversaire. Nous en avons profité pour nous plonger dans nos archives et pour discuter avec de nombreux passionnés d'électronique fidèles à Elektor depuis des décennies. Les anciens lecteurs et contributeurs d'Elektor ont toujours gardé un bon souvenir de nos numéros double d'été, qui regorgeaient d'un grand nombre de projets. Les épais « magazines de semi-conducteurs » ont donc été particulièrement populaires, comme en témoignent les chiffres de vente. C'est pourquoi, à la fin de l'année 2021, il était clair pour toute l'équipe d'Elektor que nous devions relancer l'édition Summer Circuits !

De nombreux collègues, rédacteurs indépendants et auteurs externes ont contribué à cette édition extra épaisse de Summer Circuits 2022. Comme toujours, nous avons mis l'accent sur les circuits simples, réalisés sans microcontrôleur. Bien entendu, nous avons ajouté une touche de nostalgie. Pour le projet « Sirène de style américain », nous avons créé un kit composé d'un circuit imprimé rétro et d'un support, que vous pouvez acheter dans l'e-choppe Elektor.

Et comme le veut la tradition, ce numéro d'été a une couverture colorée et très spéciale. La couverture du 2022 présente les œuvres de l'artiste américaine Kelly Heaton (www.kellyheatonstudio.com), dont les illustrations fascinantes capturent la beauté des composants électroniques les plus simples. Vous trouverez une interview d'elle à la page 78.



Rejoignez-nous !

notre équipe



Rédacteur en chef :

Jens Nickel

Rédaction :

Eric Bogers, Jan Buiting, Rolf Gerstendorf, Thomas Scherer,

Service aux lecteurs :

Clemens Valens, Marilene Thiebaut-Brodier (coordination)

Correcteur technique :

Ralf Schmiedel

Laboratoire :

Malte Fischer

Maquette :

Mathias Claussen, Ton Giesberts, Luc Lemmens, Clemens Valens (responsable)

Giel Dols, Harmen Heida



Elektor est membre de la FIPP, une organisation qui « se développe depuis presque 100 ans pour réunir des propriétaires de médias et des créateurs de contenu du monde entier ».



Elektor est membre de VDZ (association d'éditeurs de magazines allemands) qui « représente les intérêts communs de 500 éditeurs allemands grand public et B2B. »

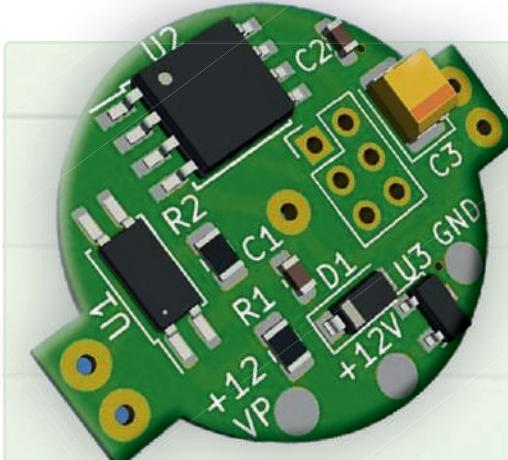


Sirène de style américain

Un classique d'Elektor !



6



Télécommande comodo
ouvrir la porte du garage sans lever les mains du guidon

30

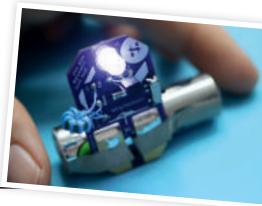
Rubriques

- 3 **Colophon**
- 66 **KiCad 6**
Cinq fonctionnalités à prendre en compte
- 72 **Flashback**
Ordinateur SC/MP d'Elektor
- 78 **Interview**
Faire de l'art avec l'électricité
- 86 **Mon premier circuit imprimé**
Se lancer avec KiCad
- 98 **Minimiser le matériel avec un logiciel intelligent**
- 100 **Infographie**
Faits et chiffres
- 102 **Nouveaux dispositifs d'Analog**
- 134 **Flashback**
Le détecteur de métaux d'Elektor
- 138 **Hexadoku**
Casse-tête pour elektorniciens

50+ Projets

- 6 **Sirène de style américain**
- 8 **Deux codeurs rotatifs sur une seule entrée analogique**
- 10 **Construire un gradateur numérique 220-V CA avec Arduino**
- 12 **Source de courant pour LED**
- 15 **Détecter quatre contacts avec une seule broche**
- 16 **Petit interrupteur marche/arrêt avec protection de batterie**
- 18 **Distributeur de désinfectant DIY pour les mains**
- 20 **Un orgue électronique simple**
- 22 **Ampli stéréo ultrasimple**

- 24 **Interrupteur activé par le son pour amplificateurs**
- 27 **Balanced/Unbalanced Converter**
- 28 **Filtre externe pour réseau électrique**
- 30 **Télécommande comodo**
- 32 **Boîte de direct pour smartphone**
- 34 **Amusez-vous avec les feux de circulation**
- 36 **Commande de thyristor avec un seul bouton**
- 38 **Posemètre quasi analogique pour chambre noire**
- 40 **Circuits à volonté de la communauté Hackster.io**
- 44 **Minuteur analogique de bronzage**
- 46 **Encore une interface LCD à un seul fil**
- 48 **Générateur PWM simple avec AVR ATtiny13**
- 50 **Une seconde vie pour les piles**
- 52 **Interrupteur tactile pour les lampes à LED**
- 54 **Testeur de LED et d'interrupteurs DIP**
- 55 **Testeur de contrôle IR Go/No-Go**
- 56 **Testeur de semiconducteurs de puissance**
- 58 **SPI pour les LED WS2812(B)**
- 60 **Mesure des inductances de puissance**
- 63 **Une seule prise pour le RPi et le CN/A audio**
- 74 **Accessoire de test DIY pour le compteur LCR**
- 76 **Ampèremètre Arduino**



Circuits à volonté de la communauté Hackster.io

40

CIRCUITS DE VACANCES 2022

Distributeur de désinfectant DIY

Sans Arduino ni microcontrôleur

100 μ 16V
10k
R4
R6
10k
IC1A
IC1B
D4
18V
1N4007

Interrupteur activé par le son pour amplificateurs

Mise en marche automatique des amplificateurs et des haut-parleurs actifs

24

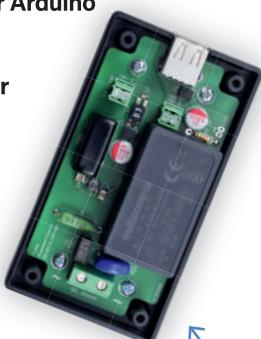
Bientôt dans ces pages

- 85 Orgue à deux doigts
- 89 Calibrateur de CAN à faible bruit
- 90 Convertisseur élévateur DC/DC
- 94 Deux potentiomètres sur une entrée numérique
- 97 Capteur de proximité acoustique
- 106 Capteur de radiateur sans pile
- 108 Déetecter les micros et les caméras sans fil
- 109 minutier pour éclairage intérieur de voiture
- 110 Simulateur de bougie
- 112 minutier numérique de cuisine
- 114 Milliohmètre
- 116 minutier de production d'eau chaude
- 118 Chargeur simple pour les batteries 2S 18650
- 120 Référence de fréquence avec ATtiny
- 122 Commutateur IR à faible puissance
- 124 Recycler le chargeur de téléphone de votre voiture
- 127 Préamplificateur de microphone pour Arduino
- 128 Filtres IEM DIY
- 130 Dé électronique sans microcontrôleur
- 132 Condensateur digital
- 133 Clignotant à LED autochargeable

Une seule prise pour le RPi et le CN/A audio

Une alimentation double à réaliser soi-même

63



Le numéro de septembre-octobre 2022 d'Elektor

Comme d'habitude, nous proposerons un mélange passionnant de projets, de circuits, de principes fondamentaux et de trucs et astuces pour les ingénieurs en électronique et les électroniciens. Nous nous concentrerons sur les applications sans fil.

Extrait du sommaire:

- Bluetooth Low Energy avec ESP32-C3 et ESP32
- Envoyer des données à Telegram
- Électrification des vélos
- Dongle Bluetooth comme renifleur BLE
- Analyseur de spectre audio avec Dekatrons
- Outils de conception pour filtres analogiques
- Récepteur FM numérique avec TEA5767 et Arduino Nano

Et bien d'autres choses encore !

Le numéro septembre-octobre 2022 sera publié aux alentours du 1er septembre 2022. Il sera disponible en kiosque pendant trois mois. La date d'arrivée du magazine papier chez les abonnés dépend des aléas de cheminement. Le contenu et les titres des articles peuvent être modifiés.

Faire de l'art avec l'électricité

78



Sirène de style américain : un classique d'Elektor !

Ludwig Libertin (projet initial) et Clemens Valens (conception du circuit imprimé et adaptations)

Nombre de montages qui clignotent, émettent des bips, bougent ou font des choses bizarres sont devenus des classiques d'Elektor, et ont été publiés, surtout dans les anciennes éditions des circuits de l'été. La recette : des composants très peu coûteux provenant de vos fonds de tiroirs « vieille école » et un attrait immédiat pour les débutants et - sans vouloir vous offenser - les publics non techniques. Voici donc l'un de ces projets : un générateur sonore de sirène dont le schéma se trouve sur un circuit imprimé conçu pour orner votre bureau.

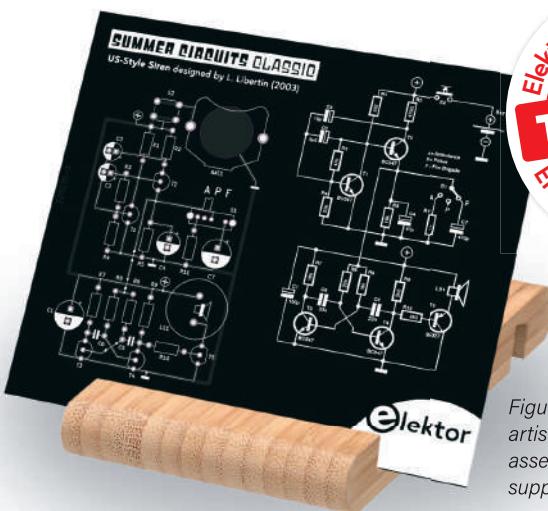


Figure 2. Impression artistique de la sirène assemblée, placée dans son support en bois.

Le circuit de sirène décrit ici est un véritable classique parmi les générateurs sonores extrêmement populaires et abondamment diffusés par *Elektor*. Le circuit est basé sur des composants à trous traversants bon marché, dits « à l'ancienne », qui dorment peut-être dans l'un de vos tiroirs. Un projet idéal à mettre en valeur sur un circuit imprimé attrayant que vous pouvez poser sur votre bureau pour épater vos amis.

Fonctionnement

Le schéma de la **figure 1** est une version légèrement adaptée de la publication originale [1]. Le circuit peut créer trois sons de sirène différents de style américain : police, ambulance et pompiers. Le commutateur S1 permet de sélectionner le son souhaité. Le bouton-poussoir S2 a été ajouté pour la commande marche/arrêt.

Le circuit se compose de trois parties, un

modulateur (T1 et T2), un générateur sonore (T3 et T4) et un amplificateur (T5).

Le modulateur est un générateur de rampe qui charge périodiquement le condensateur C4 (et C7 lorsqu'il est enclenché). La résistance R5 (ainsi que R11 si sélectionnée) décharge le(s) condensateur(s), ce qui se traduit par une rampe descendante sur l'émetteur de T2. Le condensateur C4 (+ C7) et la résistance R5 (+ R11) déterminent également la fréquence

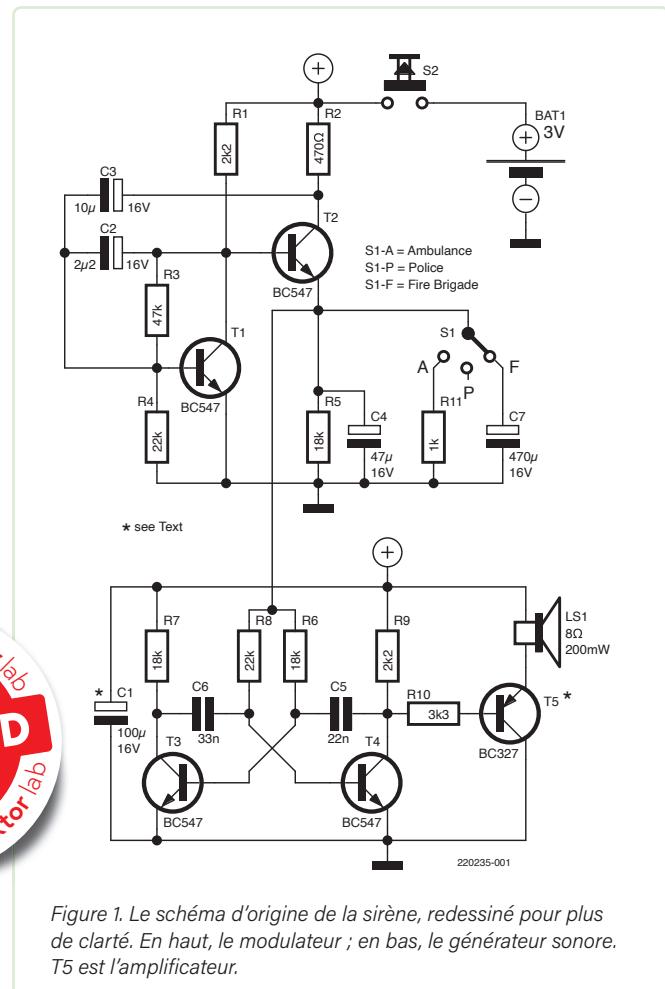
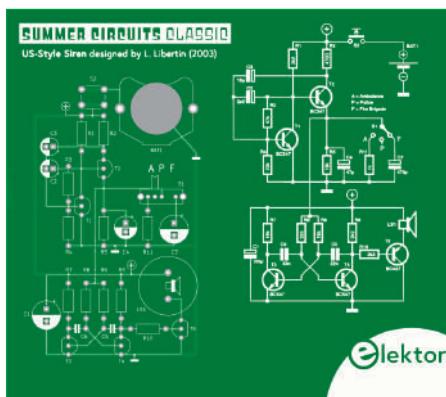


Figure 1. Le schéma d'origine de la sirène, redessiné pour plus de clarté. En haut, le modulateur ; en bas, le générateur sonore. T5 est l'amplificateur.



de répétition du modulateur. Lorsque la rampe atteint la limite inférieure (environ 1,3 V avec une tension d'alimentation de 3 V), T2 est activé et recharge rapidement les condensateurs. Lorsque la tension aux bornes de C4 (+ C7) atteint la limite supérieure (environ 2,4 V pour une alimentation de 3 V), T2 se désactive et la rampe recommence.

Le générateur sonore est un multivibrateur astable classique à deux transistors dont la fréquence est contrôlée par la rampe via les résistances R6 et R8. Avec une alimentation de 3 V, la gamme de fréquences s'étend d'environ 1,3 kHz à moins de 700 Hz.

Ce circuit peut être utilisé dans des jouets (par exemple des modèles réduits de véhicules), dans le cadre d'un système d'alarme et dans de nombreuses autres applications. Pour une utilisation dans un jouet et dans le « démonstrateur éducatif » décrit ici, un transistor BC327 est un composant adéquat pour l'amplificateur T5, puisqu'il est capable de piloter un haut-parleur de 200 mW, 8 Ω et de produire des niveaux sonores assez élevés. Si un son plus puissant est nécessaire, un transistor BD136, par exemple, est recommandé (mais il ne tiendra pas sur le circuit imprimé). Ce dispositif peut alimenter un haut-parleur de 5 W, 8 Ω.

Alimentation

Le circuit fonctionne jusqu'à moins de 2,5 V, même si la fréquence de répétition augmente un peu et que la plage de balayage de la fréquence se rétrécit quelque peu lorsque la tension d'alimentation diminue (certaines modifications des composants peuvent être



nécessaires). Nous le faisons donc fonctionner à partir d'une pile bouton CR2032 dans un support, mais vous pouvez préférer deux ou trois piles AA(A) ou une batterie 9 V ou une autre alimentation atteignant 12 V max. Le condensateur C1 peut être monté si la sirène doit être alimentée à l'aide d'un adaptateur de courant.

La consommation de courant d'une batterie de 3 V est d'environ 50 mA ; avec une alimentation de 12 V, elle est d'environ 190 mA.

Assemblage

Comme indiqué précédemment, nous avons conçu un circuit imprimé pour la sirène. Le schéma est imprimé au recto et une description détaillée de son fonctionnement sur la face verso. L'assemblage de la carte est simple car seuls des composants à trous traversants sont utilisés. Comme à l'accoutumée, commencez par les composants les plus petits (les moins hauts), puis poursuivez. Une fois prête, la carte peut être insérée dans son élégant support en bois (**figure 2**) ce qui permettra de l'admirer. Mais vous pouvez aussi la donner à vos enfants pour qu'ils s'amusent.

220235-04

Des questions ? Des commentaires ?

Avez-vous des questions ou des commentaires techniques à propos de cet article ? N'hésitez pas à envoyer un courrier électronique à l'auteur à l'adresse clemens.valens@elektor.com ou contactez Elektor à l'adresse redaction@elektor.fr.

Liste des composants

Résistances (5 %, 0,25 W)

R1,R9 = 2.2 kΩ

R2 = 470 Ω

R3 = 47 kΩ

R4,R8 = 22 kΩ

R5,R6,R7 = 18 kΩ

R10 = 3.3 kΩ

R11 = 1 kΩ

Condensateurs

C1 = 100 µF, 16 V

C2 = 2,2 µF, 16 V

C3 = 10 µF, 16 V

C4 = 47 µF, 16 V

C5 = 22 nF, pas de 5 mm

C6 = 33 nF, pas de 5 mm

C7 = 470 µF, 16 V

Semi-conducteurs

T1,T2,T3,T4 = BC547

T5 = BC327

Divers

BAT1 = support pour pile bouton 2032

(Keystone 3003)

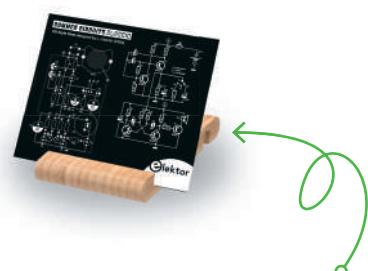
LS1 = haut-parleur 8 Ω, 200 mW

(Kingstate KSSG1708)

S1 = commutateur à glissière SP3T

(C&K OS103011MA7QP1)

S2 = commutateur tactile, pas de 6 mm



Produits

> **US-Style Siren (Kit)**
www.elektor.fr/ussiren

LIENS

[1] L. Libertin, « Sirène américaine », Elektor 7-8/2003 : <https://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-200307/9694>



Deux codeurs rotatifs sur une seule entrée analogique

Tirer le meilleur parti des ressources limitées

Clemens Valens (Elektor)

Voici une astuce qui permet de connecter un ou plusieurs codeurs rotatifs à un microcontrôleur en utilisant une seule entrée analogique.



En général, pour lire un encodeur rotatif avec un microcontrôleur, vous avez besoin de deux entrées, ou de trois si l'encodeur a un bouton-poussoir intégré. La connexion de deux encodeurs nécessiterait six entrées, trois en nécessiteraient neuf, et ainsi de suite. Cependant, si le microcontrôleur est équipé d'un convertisseur analogique numérique (CAN) et qu'il dispose d'une broche d'entrée analogique, c'est tout ce dont vous avez besoin. Voici comment cela fonctionne.

Faites le en analogique

Faire tourner un codeur rotatif correctement connecté produit une série d'impulsions sur ses broches A et B. Si vous les considérez comme un bus parallèle de 2 bits, elles peuvent prendre quatre valeurs : 0, 1, 2 et 3. En faisant tourner le codeur dans un sens, on obtient la séquence 0-1-3-2..., en le faisant tourner dans le sens inverse, la séquence devient 0-2-3-1... Le sens de rotation peut donc être déterminé à partir de la séquence.

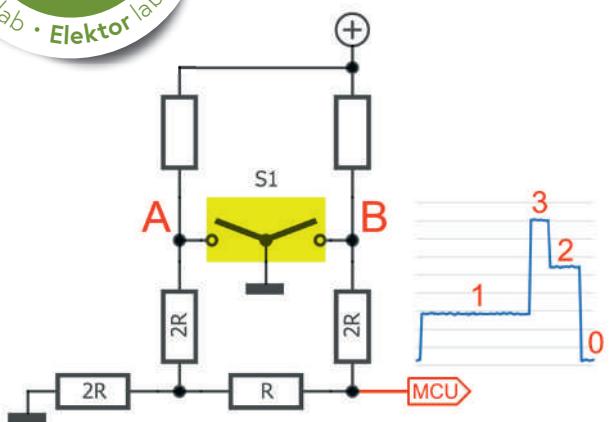


Figure 1. Quatre résistances forment un convertisseur numérique analogique R-2R de 2 bits ou CNA. Des résistances de tirage vers le haut sont également nécessaires, sinon il n'y aura pas de tension à convertir.

Un convertisseur numérique analogique (CNA) transforme les valeurs numériques en tensions. Un CNA simple peut être construit avec un réseau de résistances R-2R. Un tel réseau est constitué de résistances de deux valeurs seulement : R et 2R. Deux résistances sont nécessaires pour chaque bit et chaque bit supplémentaire nécessite deux résistances. Un codeur rotatif à 2 broches exige donc quatre résistances et produira une tension qui peut prendre quatre valeurs (**figure 1**). Il est possible de récupérer les signaux originaux A et B en effectuant l'échantillonnage et le décodage du signal analogique à l'aide du CAN du microcontrôleur. Ceux-ci peuvent ensuite être traités de la même manière que pour un codeur rotatif à connexion numérique.

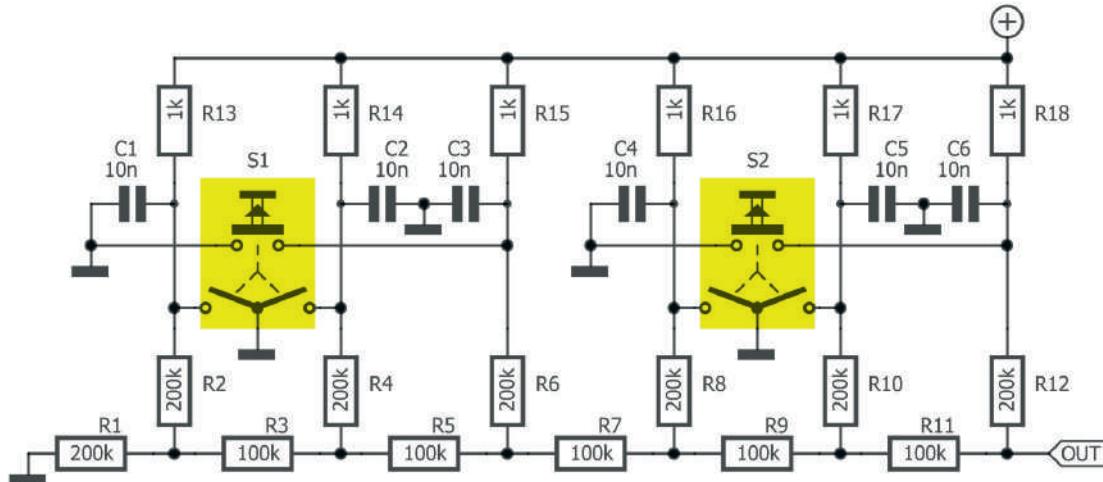


Figure 2. Une conception pratique pour connecter deux codeurs rotatifs avec boutons-poussoirs intégrés à une entrée analogique d'un microcontrôleur. Les résistances 2R peuvent simplement être deux résistances R en série.

Implémentation pratique

Deux codeurs rotatifs avec boutons-poussoirs intégrés nécessitent un convertisseur numérique analogique (CNA) de 6 bits pour devenir « analogiques » et produire 64 niveaux de tension. Un microcontrôleur doté d'un CAN de 10 bits peut facilement décoder le signal composite du codeur, car il dispose d'une capacité de 4 bits par niveau. Cela permet d'utiliser des résistances de 5 %, même si des valeurs de 1 % seraient bien sûr préférables. Les microcontrôleurs appropriés sont nombreux, par exemple, l'ATmega328 présent sur l'Arduino Uno.

Dans une réalisation pratique (**figure 2**), la valeur de R dans le réseau R-2R doit être beaucoup plus grande que les résistances de tirage vers le haut (R13...R18) pour éviter que ces dernières n'influent trop le rapport R-2R. En même temps, les résistances de tirage vers le haut ne doivent pas être trop faibles, sinon le courant traversant les contacts du commutateur serait trop élevé. Les condensateurs C1 à C6 sont nécessaires pour désamorcer les contacts mécaniques qui pourraient sinon provoquer des interférences entre les deux codeurs. ↵

190097-04



Produits

➤ **Clemens Valens, Maîtrisez les microcontrôleurs à l'aide d'Arduino (SKU 17967)**
www.elektor.fr/17967

➤ **Elektor Ultimate Sensor Kit (SKU 19104)**
www.elektor.fr/19104



↓ Télécharger le projet

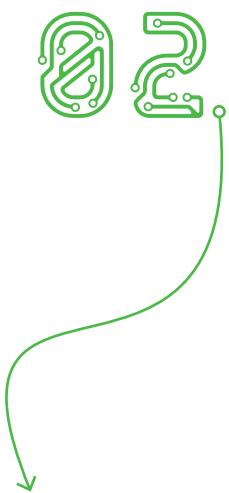
www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



LIENS

- [1] C. Valens, « Rotary encoder(s) on a single MCU pin », Elektor-Labs.fr:
<https://www.elektormagazine.fr/labs/rotary-encoder-on-a-single-mcu-pin>
- [2] C. Valens, « Single-Pin Rotary Encoder » Elektor TV, 2019: <https://youtu.be/7mc2vPFNVsQ>

Construire un gradateur numérique 220-V CA avec Arduino



Hesam Moshiri (Iran)

Les charges électroniques CA sont partout autour de nous puisque la plupart des appareils domestiques sont alimentés par la tension du secteur. Par conséquent, nous nous trouvons souvent dans des situations où nous avons besoin d'un contrôle total (gradation) sur une charge CA telles qu'une lampe, un moteur ou un aspirateur.

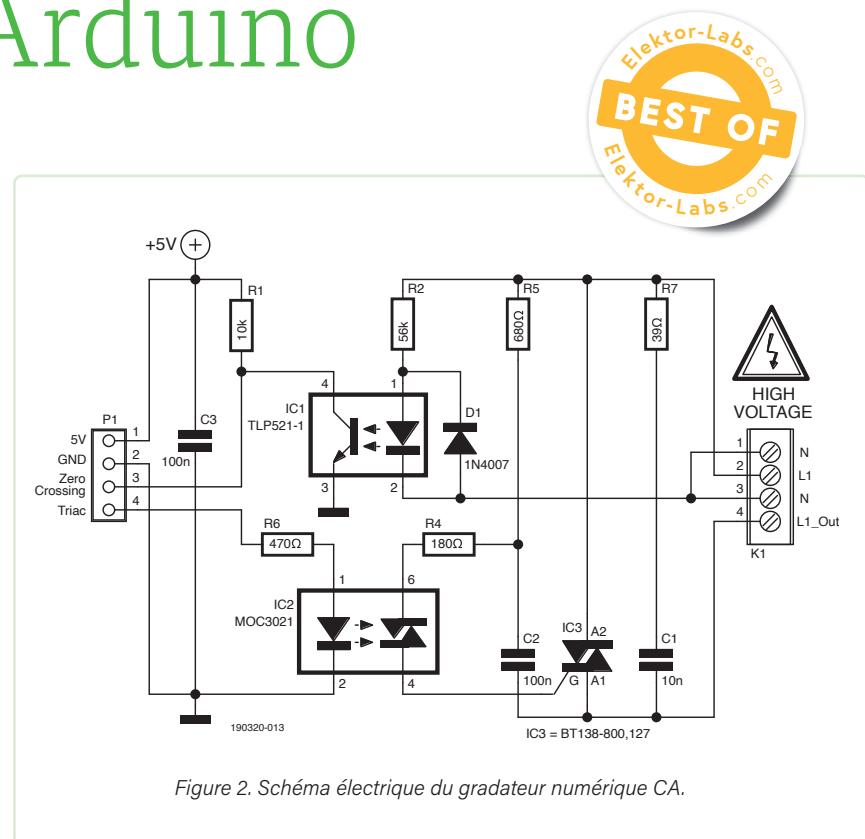


Figure 2. Schéma électrique du gradateur numérique CA.

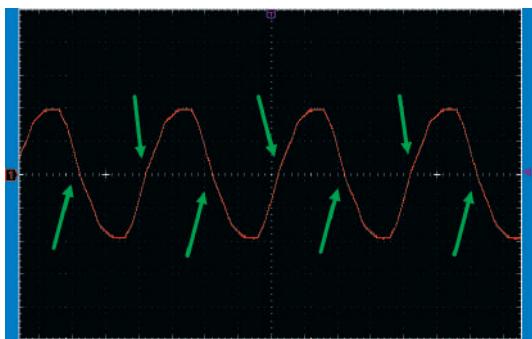


Figure 1. Onde sinusoïdale du secteur. Les flèches vertes indiquent les points de passage à zéro.

Avertissement : Ce projet utilise la tension du secteur. Il peut être mortel ! Faites attention, car ce circuit ne peut pas être utilisé pour contrôler les appareils qui utilisent des alimentations à découpage CA-CC (SMPS) comme unité d'alimentation, notamment les lampes LED modernes.

La **figure 1** montre l'onde sinusoïdale du secteur avec une fréquence de 50 Hz (dans certains cas 60 Hz). Pour construire un gradateur, les points de passage à zéro (les points où l'onde change de polarité) sont importants. Pour identifier ces points, nous devons utiliser un détecteur de passage à zéro.

La **figure 2** représente le schéma du circuit. R1, R2, IC1, D1 et C3 constituent le détecteur de passage à zéro. Il est conçu pour réaliser une isolation correcte (optique) avec la tension du secteur. Nous pouvons donc nous attendre à obtenir un signal sans bruit qui peut être connecté en toute sécurité aux E/S de l'Arduino.

La **figure 3** montre le signal de sortie du détecteur de passage à zéro (broche 4 de IC1). Vous pouvez certainement utiliser d'autres références d'optocoupleurs similaires.

Nous allons utiliser l'impulsion de passage par zéro comme un déclencheur pour le circuit de contrôle principal. Pour simplifier, exactement après un déclenchement (un passage par zéro), nous devons décider de la quantité de puissance à délivrer. Vous comprendrez mieux cela en examinant plus loin le code Arduino et la forme d'onde de sortie.

Le circuit IC3 est un triac BT138. La charge est en série avec le triac

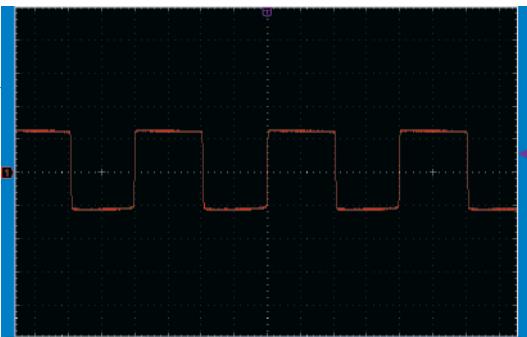


Figure 3. Le signal de sortie du circuit de détection du passage à zéro.

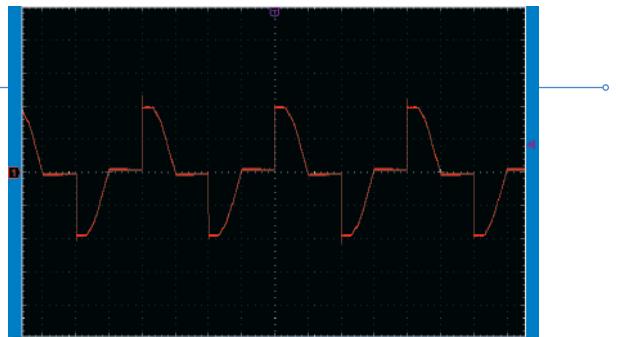


Figure 4. La forme d'onde de sortie à 50 % de la puissance (`dim = 5000`).

et la ligne CA, donc le triac détermine la quantité de puissance qui doit être fournie à la charge.

Attention : Le dissipateur du triac est connecté à la broche 2. Cela signifie que vous ne devez jamais toucher le dissipateur thermique ou le visser à un boîtier métallique sans isolateur !

R4, R5 et C2 forment un circuit amortisseur pour IC2. C1 et R7 constituent un amortisseur pour IC3. Ces composants permettent au dispositif d'être compatible avec une variété de charges, telles que les charges inductives.

IC2 est un opto-triac qui assure l'isolation galvanique entre la partie numérique et la ligne CA. La référence choisie est MOC3021. Vous pouvez également utiliser des références similaires ; cependant, veillez à ne pas utiliser des composants avec un détecteur de passage à zéro intégré. Ils ne sont utiles que pour commuter les charges CA (ON/OFF), mais pas pour la gradation.

Code Arduino

Il est maintenant temps d'examiner le code Arduino (**listage 1**) téléchargeable sur [1]. Il y a deux méthodes pour capter les impulsions du détecteur de passage à zéro : l'interrogation et l'interruption. Dans ma première tentative, j'ai utilisé une interruption, mais j'ai constaté un scintillement de la charge dans certaines situations. C'est un phénomène ennuyeux qui se produit avec certains gradateurs, et la raison en est une mauvaise temporisation. Comme je l'ai mentionné précédemment, les points de passage à zéro sont assez importants et tout décalage aléatoire du temps provoque une instabilité. L'utilisation d'une interruption introduisait une certaine fluctuation, qui provoquait un scintillement pour certaines valeurs `dim`. C'est pourquoi j'ai changé de méthode et opté pour l'interrogation (lignes 12 à 17).

Tout ce que nous devons faire, c'est de changer le temps d'arrêt du triac dans les deux cycles (OFF-time), ainsi la variable `dim` définit la valeur de la puissance transférée.

La **figure 4** montre la forme d'onde de sortie (50 %). Vous pouvez développer le code et ajouter deux boutons pour augmenter et diminuer la puissance de sortie. ↵

190320-04

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (hesam.moshiri@gmail.com) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



À propos de l'auteur

Hesam Moshiri est titulaire d'un master en conception de systèmes embarqués. Il a de l'expérience en électronique et en vision artificielle/apprentissage automatique. Il s'intéresse principalement à la rédaction et au marketing numérique dans les domaines précédemment mentionnés. Il a lancé sa chaîne YouTube « MyVanitar », où il publie des vidéos sur des projets électroniques et des conseils de conception et de mesure.



Listage 1. Code Arduino.

```
const byte ZCP = 2;
const unsigned int dim = 5000;

void setup() {
    pinMode(ZCP, INPUT);
    pinMode(10, OUTPUT);
    digitalWrite(10, LOW);
}

void loop() {
    if (digitalRead(ZCP) == HIGH)
        Zero_Cross();
}

void Zero_Cross() {
    digitalWrite(10, LOW);
    delayMicroseconds(dim);
    digitalWrite(10, HIGH);
}
```

LIENS

[1] Logiciel : <https://www.elektormagazine.com/summer-circuits-22>

↓ Télécharger le projet



3. Source de courant pour LED

Dieter Aschmann (Allemagne)

Vous souhaitez alimenter un ensemble de LED ? Vous pensez probablement : « C'est facile. Il suffit de connecter des LED et des résistances en série... et le tour est joué ! » Bien qu'il s'agisse d'une solution de base, nous avons ici une version de luxe qui permet de fournir un courant extrêmement précis et stable pour alimenter jusqu'à 100 LED blanches.

La mise en lumière concerne de nombreux festivals saisonniers organisés dans le monde entier. J'ai construit une alimentation pour LED, avec laquelle vous pouvez ajuster les courants de fonctionnement de manière très précise et stable. Un régulateur de courant programmable tel que le CI LT3092 d'Analog Devices s'est avéré idéal pour cette application. Il s'agit d'une source de courant intégrée et serielle permettant de fournir un courant réglable entre 0,5 et environ 300 mA. Alimenté par une tension de 24 V, il peut piloter jusqu'à six LED blanches connectées en série.

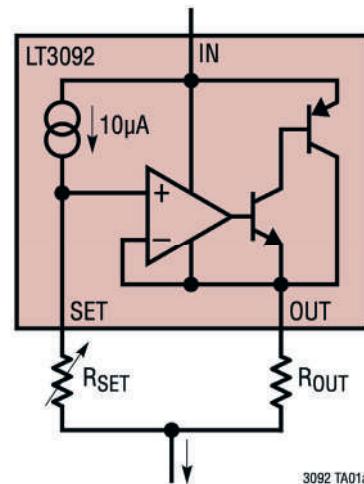
Circuit intégré comme source de courant

La fiche technique du LT3092 [1] indique que le circuit intégré peut dissiper une puissance maximale d'environ 1 W. Elle montre également un circuit de base (**figure 1**) pour configurer la puce comme une source de courant constant et donne la formule de sélection des résistances pour définir la valeur du courant et précise également la chute de tension minimale et maximale aux bornes du CI.

La chute de tension directe d'une LED blanche standard est généralement d'environ 3,3 V à un courant nominal de 20 mA. Si vous utilisez la puce à courant constant pour piloter une seule LED, vous pouvez vous en sortir avec une tension d'alimentation de 5 V, car une tension de 3,3 V va chuter aux bornes de la LED et 1,2 V à travers la puce, ce qui correspond à un total de 4,5 V. L'utilisation d'une alimentation de 12 V permet de connecter trois LED en série, et une source de 24 V permet de connecter six LED en série. Si vous voulez aller plus loin,

Adjustable 2-Terminal Current Source

$$V_{IN} - V_{OUT} = 1.2V \text{ TO } 40V$$



$$I_{SOURCE} = 10\mu A \cdot \frac{R_{SET}}{R_{OUT}}$$

Figure 1. Circuit de base du LT3092 et formule pour régler le courant.

une puce alimentée par une tension de 36 V peut piloter jusqu'à 10 LED blanches en série. L'utilisation de LED d'une autre couleur ayant une chute de tension directe plus faible permettra d'utiliser encore plus de LED en série. Les LED blanches d'une puissance plus élevée ont généralement une chute de tension directe plus importante, de l'ordre de 3,6 V, ce qui réduit le nombre de LED pouvant être connectées en série dans cette application. Vous devrez prendre cela en considération dans votre configuration.

Selon la formule de la **figure 1**, le niveau de sortie du courant résulte de la chute de tension au niveau de RSET à travers ROUT. Puisque 10 µA traversent RSET, une chute de tension de 1 V sera produite lorsque RSET est 100 kΩ. Cette chute de tension est ajoutée à la tension minimale aux bornes du circuit intégré. L'utilisation d'une valeur de 100 kΩ pour RSET donne une chute de tension totale à travers le circuit

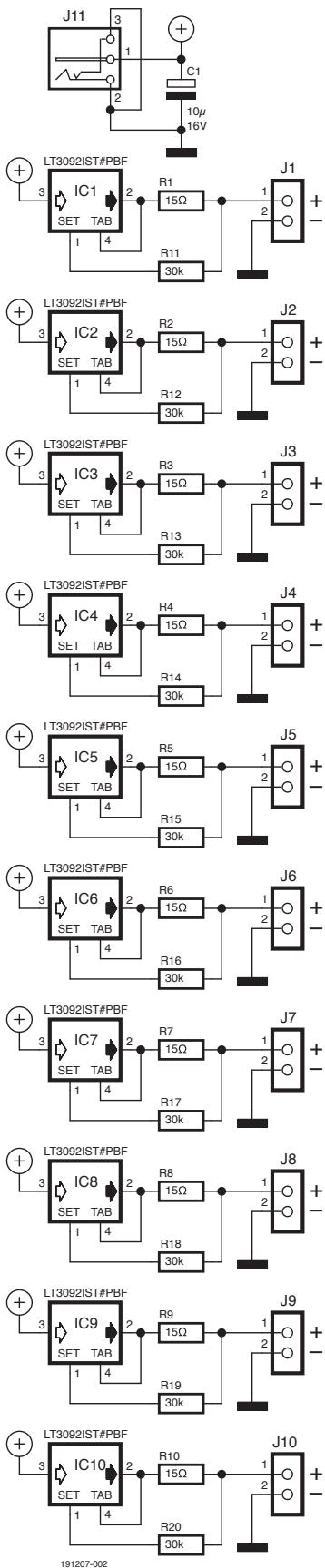


Figure 2. Le circuit final de la source de courant décuplé est basé sur la figure 1.

de source de courant d'au moins 2,2 V, ce qui signifie qu'une seule LED blanche ne commencerait pas à conduire si une alimentation de 5 V était utilisée. Une valeur de 30 k Ω est plus pratique. L'utilisation d'une LED standard de 3 ou 5 mm à 20 mA avec une valeur de R_{OUT} de 15 Ω entraîne une chute de tension totale dans le circuit de 1,5 V. Comme nous l'avons mentionné, la puissance maximale dissipée dans le circuit intégré est de 1 W. Le LT3092IST#PBF utilisé ici est présenté dans un boîtier SO223 à trois broches. La chaleur résultante dissipée dans la puce est transférée vers l'extérieur via un plot exposé, qui doit être connecté à la sortie comme quatrième broche. Dans le tableau surface de la carte et résistance thermique, vous pouvez voir la surface de la carte nécessaire pour maintenir la température de la puce dans ses limites de fonctionnement (**tableau 1**).

Tableau 1. Surface de la carte et résistance thermique.

Surface en cuivre (mm²)		Résistance thermique du silicium à l'environnement
Supérieur à *	Inférieur à	
2500	2500	20°C/W
1000	2500	20°C/W
225	2500	24°C/W
100	2500	29°C/W

*Couche de composants

Circuit

Le circuit présenté à la **figure 2** n'est qu'un simple copier/coller décuplé du circuit de base. La valeur des résistances R11 à R20 est fixée à 30 k Ω (disponible dans la série E24), tandis que R1 à R10 sont de 15 Ω pour fournir un courant recommandé de 20 mA pour les LED. Le choix de résistances à tolérance de 1 % garantit que le courant traversant toutes les LED sera bien adapté, minimisant ainsi les différences de luminosité. L'augmentation des valeurs de R1 à R10 réduira le courant et la luminosité des LED. Si l'on place des résistances de 30 Ω dans ces positions, on obtiendra 10 mA à travers les LED, tandis que 62 Ω donneront presque 5 mA. Le circuit imprimé de ce projet a été conçu pour fournir un courant maximum de 25 mA; il ne peut pas dissiper trop de chaleur à cause de la surface limitée de la carte. Cependant, la disposition est ordonnée et compacte. Les fichiers de disposition au format Target3001 peuvent être téléchargés gratuitement depuis [2]. Le circuit est alimenté

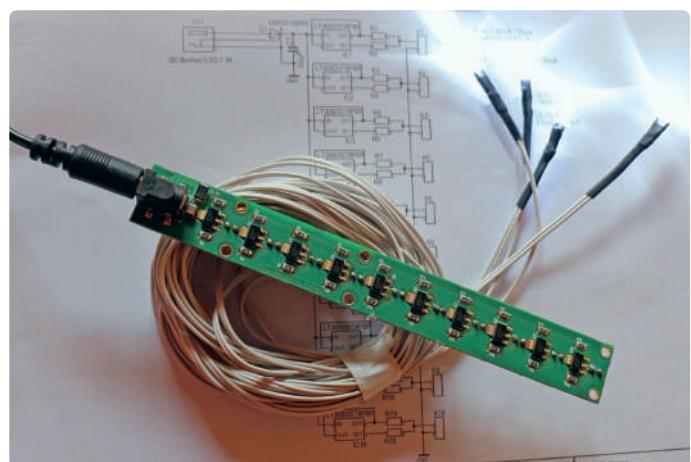


Figure 3. Prototype de l'auteur.

par un connecteur coaxial à deux pôles ; il est possible de connecter jusqu'à 10 LED en série (lorsqu'elles fonctionnent à 36 V) à chacun des connecteurs J1 à J10 (en respectant la polarité). Le prototype de l'auteur est présenté à la **figure 3**.

Le circuit intégré nécessite un minimum de 1,2 V pour fonctionner, et la chute de tension aux bornes de R_{OUT} est de 0,3 V. La tension d'alimentation minimale doit donc être d'au moins $n \times$ tensions directes + 1,5 V, où n est le nombre de LED connectées en série. La tension d'alimentation maximale est donnée par la puissance dissipée dans le circuit : si la puissance dissipée par circuit intégré est fixée à une valeur raisonnable de 100 mW, il peut fonctionner avec une chute de tension de 5 V. En pratique, on peut calculer la plage de tension de fonctionnement du circuit en utilisant $n \times 3,3 \text{ V} + 1,5 \text{ V} \geq 5,3 \text{ V}$ pour les LED blanches.

Pour résumer

Le circuit intégré LT3092 est actuellement vendu à environ 4 €. Vous pouvez économiser si vous pilotez moins de 100 LED en ne remplaçant pas tout le circuit imprimé. Par exemple, pour piloter 30 LED, vous n'avez besoin que de trois circuits intégrés alimentés par 36 V ou de 5 circuits intégrés par 24 V. Vous pouvez toujours monter des LED supplémentaires ultérieurement afin de bénéficier d'une flexibilité maximale. Vous devez choisir une tension nominale de C1 supérieure à la tension d'alimentation utilisée. Par exemple, si le circuit est alimenté par 12 V, la tension nominale du condensateur doit être de 16 V ou plus. Même si des CMS sont utilisés, ils sont de taille raisonnable et peuvent facilement être soudés à la main.

Si vous privilégiez le coût, vous pouvez remplacer le circuit intégré de type LT3082, ce qui vous permettra d'économiser près de 1 € par circuit intégré. Il est possible de se servir d'un adaptateur secteur

avec une tension de sortie appropriée pour alimenter le circuit. Les petites alimentations à découpage offrent un meilleur rendement par rapport aux modèles linéaires stabilisés. Il ne faut pas utiliser d'alimentations non stabilisées, car elles peuvent entraîner une dissipation de puissance excessive dans les circuits intégrés. Puisque tout le courant circule directement dans les LED, il est facile de calculer la capacité de courant requise. Pour utiliser les 10 canaux de LED, chacun pilotant 20 mA, vous aurez besoin d'une alimentation d'au moins 200 mA, ce qui est bien dans la plage de presque tous les adaptateurs secteur disponibles. ↗

191207-04

↓ Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



Produits

- OWON OW16B Digital Multimeter with Bluetooth (SKU 18780) www.elektor.fr/18780
- Joy-IT DPM8605 Programmable Power Supply (0-60 V, 0-5 A) (SKU 19385) www.elektor.fr/19385

Liste des composants

Résistances

(CMS 1206, 1%)

R1...R10 = 15 Ω *

R11..R20 = 30 k *

Condensateurs

C1 = 10 μ / 50 V, multicouche, CMS 1210 *

Semi-conducteurs

IC1 à IC10 = LT3092IST#PBF *

Divers

J1 à J10 = Connecteur PCB à 2 voies, espacement des broches 1/10" (SL-MTA)

J11 = Prise coaxiale montée sur le circuit imprimé pour l'entrée de l'adaptateur secteur.

Adaptateur secteur fournissant 5, 12, 24 ou 36 V *

* Voir texte



LIENS

[1] Analog Devices, « LT3092 : 200mA 2-Terminal Programmable Current Source », 2020:

<https://www.analog.com/en/products/lt3092.html>

[2] Fichiers de disposition: [https://www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22](http://www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22)



Déetecter quatre contacts avec une seule broche

Le CAN fait l'affaire

Luc Lemmens (Elektor)

Le convertisseur A/N interne de l'ESP8266 n'est pas adapté aux mesures de tension précises, contrairement à celui de l'ESP32. Mais il existe d'autres applications où l'entrée analogique peut prouver son efficacité, notamment l'horloge de flipper présentée dans le numéro de mars/avril 2019 d'Elektor. L'état de quatre interrupteurs peut être détecté avec une seule broche du contrôleur.

L'horloge à afficheurs de flipper [1] que j'ai présentée en 2019 utilise quatre rouleaux de score de vieux flippers pour afficher l'heure et la date. Ces compteurs disposent d'une roue avec les chiffres de 0 à 9, dont la position est incrémentée d'une unité à chaque fois qu'une impulsion est appliquée à la bobine du module. Bien entendu, l'horloge doit connaître la position des compteurs afin d'afficher l'heure ou la date correcte. Pour la conception de l'horloge à afficheurs de flipper, nous avons choisi de détecter le moment où une roue est à zéro, puis d'enregistrer par le logiciel le nombre d'impulsions qu'elle a reçues, indiquant ainsi la position actuelle des compteurs. Les compteurs sont dotés chacun d'un contact qui s'ouvre à la position zéro, exactement ce qu'il faut pour synchroniser la lecture avec le logiciel.

Dans ce cas, le circuit illustré à la **figure 1** est suffisant pour détecter le moment où une ou plusieurs des quatre roues atteignent la position zéro, uniquement en utilisant l'entrée analogique de l'ESP. Les contacts zéro sont connectés en série et des résistances sont montées sur leurs languettes de connexion. Un contact s'ouvre lorsqu'un compteur atteint zéro, ce qui augmente la tension d'entrée du CAN. Dans l'horloge, il est facile de déterminer quelle roue a atteint le zéro lorsque l'entrée du CAN augmente, car les compteurs reçoivent toujours une impulsion un par un. Mais sans connaître cet « historique », la valeur analogique qui est lue ne donne aucune information sur le compteur qui est à zéro. Par conséquent, si nous voulons remettre un rouleau à zéro, nous devons effectuer une conversion analogique, incrémenter le compteur correspondant, puis mesurer à nouveau la tension à l'entrée analogique. Tant que la dernière valeur mesurée n'est pas supérieure à la précédente, le chiffre n'est pas encore à zéro et elle est pulsée et mesurée à plusieurs reprises jusqu'à ce qu'elle le soit. Dans le pire des cas, dix impulsions sont nécessaires pour mettre un chiffre à zéro, car il peut arriver que le compteur en question soit déjà à zéro et doit faire un tour complet pour y revenir.

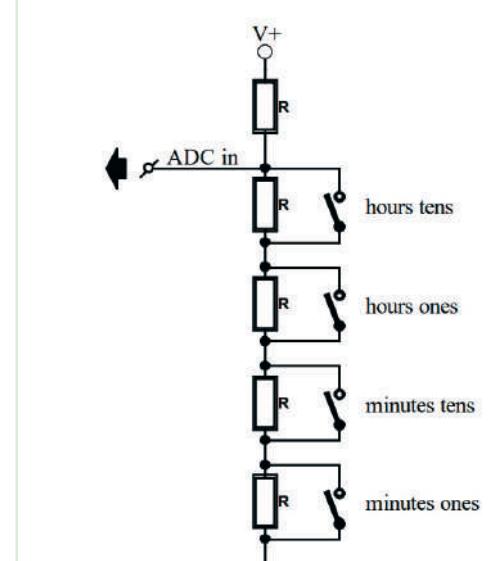


Figure 1

Si jamais une unité de comptage, quelle que soit la raison, ne fonctionnait pas correctement, l'horloge émettrait en principe des impulsions à l'infini, dans l'attente d'un zéro qui ne serait jamais atteint ou détecté. C'est pourquoi le logiciel contrôle le nombre d'impulsions consécutives données à un compteur et, lorsque ce nombre est trop élevé, la procédure de remise à zéro s'arrête et une erreur est enregistrée. Ce n'est pas le moyen le plus efficace de détecter l'état de quatre contacts, et cette méthode ne peut être utilisée que dans des situations spécifiques. Mais le point positif est qu'une seule broche d'entrée de l'ESP est nécessaire. 

191169-04

Des questions, des commentaires ?

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

LIENS

[1] L. Lemmens, « horloge rétro à afficheurs de flipper », Elektor 3-4/2019: <https://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-476/42505>



Petit interrupteur marche/arrêt avec protection de batterie

Empêche la décharge profonde de la batterie

Laurent Labbe (France)

Ce petit circuit basé sur un microcontrôleur PIC sert d'anti-rebond d'un interrupteur tactile marche/arrêt (On/Off) pour un appareil alimenté par batterie. Il empêche également la mise sous tension si la tension de la batterie est trop faible et éteint le dispositif lorsque la tension est inférieure à 3,2 V.

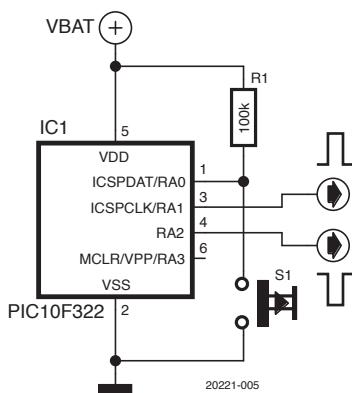


Figure 1. Schéma de l'interrupteur marche/arrêt.

En général, nous utilisons un interrupteur à glissière pour allumer et éteindre un appareil portable alimenté par batterie. Souvent, on se sert d'un comparateur (comme le MAX931) pour surveiller la tension de la batterie et permettre à l'unité centrale ou au dispositif d'être alimenté — par exemple, via la broche d'activation (*Enable*) du régulateur de tension. Cela permet d'éviter de trop décharger les batteries, et donc d'augmenter leur durée de vie.

Ce projet a pour but d'utiliser un seul circuit intégré — un microcontrôleur PIC10F322 de Microchip Technology — pour commander un bouton-poussoir et gérer le seuil de tension de la batterie permettant d'activer (ou de désactiver) l'alimentation du dispositif. Grâce à

son boîtier SOT-23-6, sa taille est très réduite. Il est également bon marché (moins de 1 €), de sorte qu'il coûte moins cher qu'un comparateur séparé et n'occupe presque pas de place sur le circuit imprimé. Les principales raisons du choix de ce microcontrôleur sont son petit boîtier et sa référence de tension fixe (FVR) intégrée. Le PIC10(L) F322 ne dispose que de petites mémoires Flash (512 mots) et RAM (64 mots). Du coup le calcul du niveau de la batterie ne peut pas être très précis, mais une précision de 100 mV devrait suffire. La version LF est conçue pour une alimentation de 1,8 à 3,6 V et la version F pour une alimentation de 2,3 à 5,5 V. Vous devez utiliser la version F avec une batterie lithium-ion (tension de charge > 4 V) !

Circuit

Le circuit présenté ici (figure 1) est un bouton-poussoir (S1) avec filtre anti-rebond. La tension de la batterie est contrôlée avant la mise sous tension. Si la tension est en dessous 3,6 V, le dispositif n'est pas activé. Si pendant le fonctionnement la tension de la batterie passe en dessous 3,2 V, le dispositif est éteint. Le bouton-poussoir est connecté à la broche 1 du microcontrôleur avec une résistance de rappel haut de 100 kΩ. La sortie active niveau haut est sur la broche 3 ; la sortie active niveau bas est sur la broche 4. L'une de ces sorties doit être connectée à l'entrée d'activation (*Enable*) du régulateur de tension du dispositif. La consommation du micro, la plupart du temps en mode veille, est inférieure à 1 µA (0,5 µA en général).

Le logiciel est écrit en langage C, en utilisant le compilateur MikroC Pro. Le code source et le fichier HEX pour programmer le PIC10F322 peuvent être téléchargés sur la page de ce projet sur Elektor Labs [1]. Il y a une boucle principale avec une mise en veille toutes les 270 ms pour économiser de l'énergie. Le FVR interne est utilisé pour comparer le niveau de la batterie.

En utilisant MPLAB IPE comme utilitaire de programmation, le fichier HEX est programmé dans le PIC10F322 via les broches ICSPDAT, ICSPCLK, MCLR (pin 1, 3 et 6, respectivement) avec une interface de programmation Microchip PICkit3. Ces broches (plus VDD et GND, cinq broches au total) peuvent être acheminées vers un connecteur à cinq ou six broches au pas de 2,54 mm (ou moins) sur le circuit imprimé de l'application que vous construisez. Mais, bien sûr, cela prendra relativement beaucoup de place et gâchera l'avantage d'utiliser ce minuscule composant. Les connexions entre le PIC et PICkit3

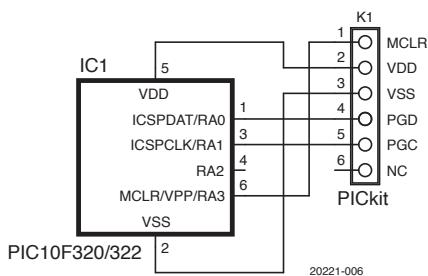


Figure 2. Connexion du PIC à l'interface de programmation PICkit.

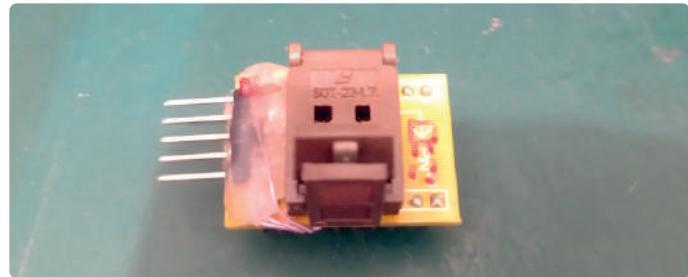


Figure 3. Un adaptateur d'embase ZIF pour les dispositifs SOT-23-6.

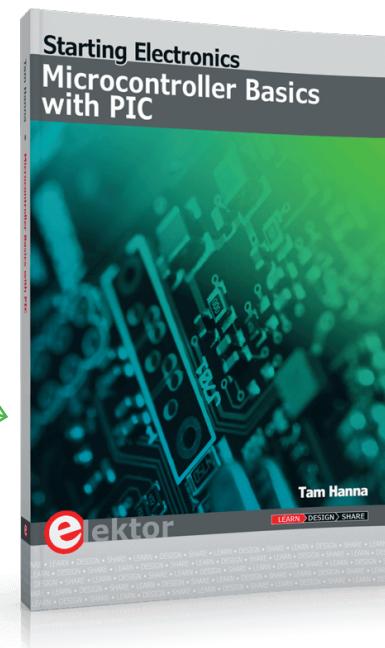
sont illustrées à la **figure 2**. On trouve en vente des adaptateurs de programmeur abordables qui ont une embase ZIF intégrée pour les circuits intégrés SOT-23-6 (comme montré dans la **figure 3**). Vous pouvez facilement modifier un tel adaptateur et le combiner avec le PICkit pour construire votre propre programmeur PIC10F322. ↪

200221-B-04



Produits

- T. Hanna, *Microcontroller Basics with PIC* (Elektor 2020)
(SKU 19188)
www.elektor.fr/19188



Lien

[1] Ce projet sur Elektor Labs : <https://www.elektormagazine.fr/labs/simple-push-button-onoff-with-battery-level-check>



Fondée en 2006, JLCPCB est à la pointe de l'industrie des PCB. JLCPCB fournit un service à "guichet unique" couvrant les PCB, PCBA et l'impression 3D pour plus de 100k clients dans le monde entier. JLCPCB est réputée par ses prix les plus compétitifs et les courts délais de fabrication de 24 heures.

**5 PCB juste à \$2 avec assemblage gratuit
Impression 3D à partir de \$1**



Les nouveaux utilisateurs, scanner le QR Code pour recevoir les \$54 coupons





Distributeur de désinfectant DIY pour les mains



Sans Arduino ni microcontrôleur

Hesam Moshiri (Iran)

Au cours des deux dernières années et demie, de nombreux ingénieurs et électroniciens ont construit des appareils électroniques innovants pour résoudre les problèmes liés au COVID-19. Un distributeur automatique de désinfectant pour les mains est un excellent exemple.

Comme nous le savons tous, l'épidémie de COVID-19 a bouleversé le monde et changé nos modes de vie. En conséquence, l'alcool et les désinfectants pour les mains sont devenus des fluides indispensables. Mais, ils doivent être utilisés correctement. Toucher des récipients d'alcool ou des désinfectants avec des mains infectées peut transmettre le virus à la personne suivante. Dans cet article, nous allons construire un distributeur automatique de désinfectant pour les mains qui utilise des capteurs IR pour détecter la présence d'une main et activer une pompe pour distribuer le liquide.

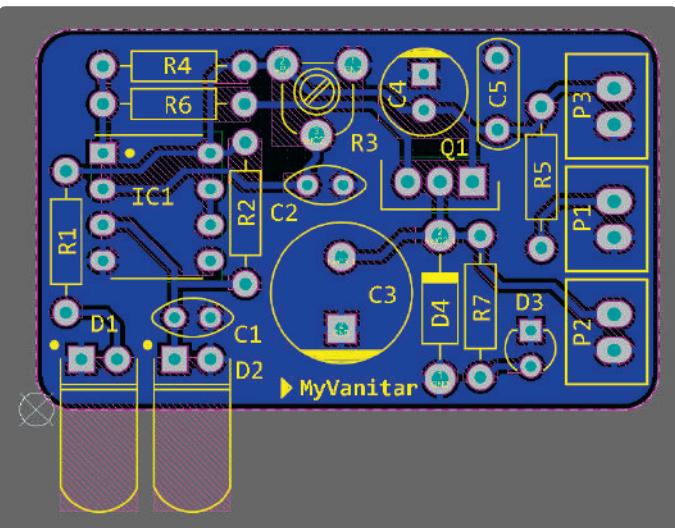


Figure 2. Disposition du circuit imprimé.

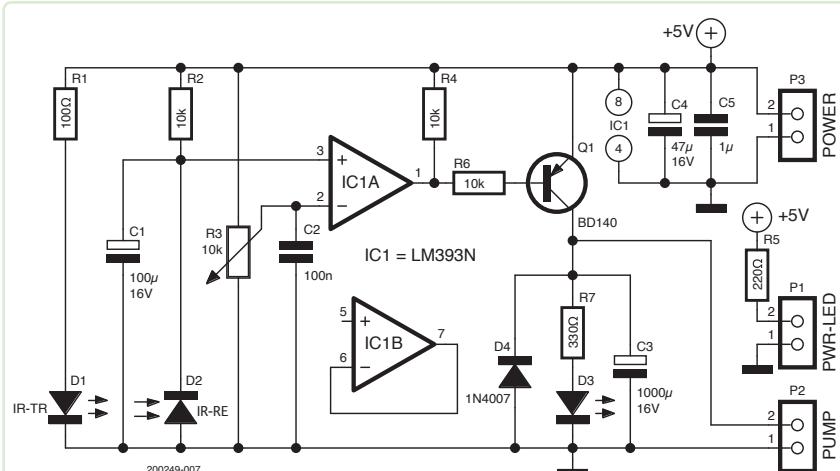


Figure 1. Schéma du distributeur de désinfectant pour les mains.

Mon intention était de trouver la solution la moins chère et la plus simple et de concevoir un circuit. Par conséquent, je n'ai pas utilisé un Arduino ni aucun autre microcontrôleur. Dans la pratique, la seule limite constatée du circuit est une certaine sensibilité à la lumière ambiante le matin. Je vous recommande donc d'utiliser ce circuit à l'intérieur.

Circuit

La **figure 1** montre le schéma du circuit. Le connecteur P3 est utilisé pour connecter l'alimentation +5 V au circuit. Les condensateurs C4 et C5 permettent de réduire les bruits d'alimentation en entrée. Le C1 est le cœur du circuit. Il s'agit du célèbre comparateur LM393.

La fiche technique du LM393 indique : « La série LM393 est constituée de deux comparateurs de tension de précision indépendants, capables de fonctionner en alimentation simple ou séparée. Ces dispositifs sont conçus pour fonctionner en mode commun au niveau de la masse avec une alimentation unique. Des spécifications de tension de décalage d'entrée aussi basses que 2,0 mV font de ce dispositif un excellent choix pour de nombreuses applications dans l'électronique grand public, automobile et industrielle. » [1]

C'est un circuit intégré peu coûteux et très pratique. En général, si votre application ou une partie du circuit est basée sur un comparateur, je vous recommande d'utiliser simplement un circuit comparateur au lieu d'un AOP. J'ai utilisé le premier comparateur du LM393 et le potentiomètre R3 pour définir le seuil d'activation. C2 réduit les bruits éventuels sur la broche centrale du potentiomètre. D1 est un émetteur IR, et D2 est une diode de réception IR. D3 est connectée à la broche positive

(+) du comparateur pour être comparée à la tension de la broche négative (-). La broche de sortie du comparateur est au niveau bas ; il est donc préférable d'utiliser la résistance de rappel vers le haut R4. Q1 est le fameux transistor BD140 PNP qui commande la pompe (moteur CC) et la LED D3. D4 est une diode de protection contre l'inversion, et C3 réduit les bruits inductifs de la pompe pour améliorer la stabilité du circuit. Enfin, P1 est utilisé pour connecter une LED bleue de 5 mm pour indiquer la bonne connexion de l'alimentation.

Circuit imprimé

La **figure 2** montre la disposition du circuit imprimé conçu. Il s'agit d'une carte monocouche et tous les composants sont à trou traversant. Il est assez facile pour tout le monde de construire rapidement ce projet à la maison. La **figure 3** montre une vue 3D de la carte dans Altium pour l'inspection de la conception.

La **figure 4** montre la carte assemblée. Il s'agit d'un circuit imprimé presque fabriqué à la maison que j'ai utilisée pour tester rapidement le concept. Rien de spécial dans la soudure. C'est assez facile. Vous pouvez le faire ! ↵

200249-04

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (Hesam.Moshiri@gmail.com) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

Liste des composants

Résistances

(0,25 W, 5%)

R1 = 100 Ω

R2,R4 = 10 kΩ

R3 = 10 kΩ, potentiomètre

R5 = 220 Ω

R6 = 1 kΩ

R7 = 330 Ω

Condensateurs

C1,C2 = 100 nF, Ceramique, pas de 2,54 mm

C3 = 1000 µF, 16 V, pas de 5,08 mm

C4 = 47 µF, 16 V, pas de 2,54 mm

C5 = 1 µF, multicouche, pas de 5,08 mm

Semi-conducteurs

D1 = Diode émettrice IR, 5 mm

D2 = Diode réceptrice IR, 5 mm

D3 = LED rouge, 3 mm

D4 = 1N4007

IC1 = LM393N, DIP

Q1 = BD140

Others

P1,P2,P3 = XH, mâle, 2 broches

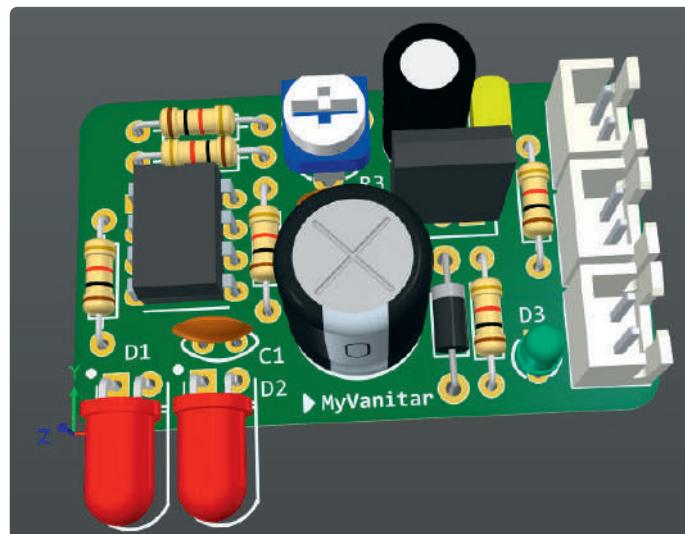


Figure 3. Vue 3D de la carte assemblée.

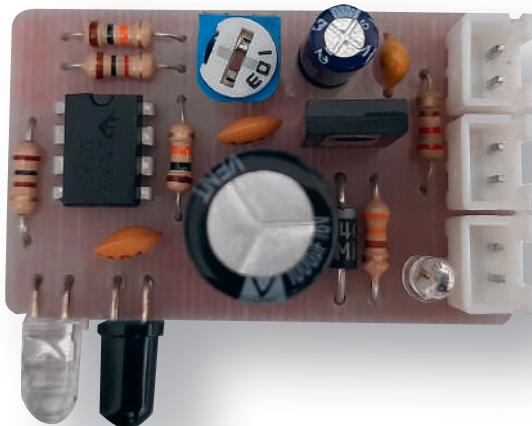


Figure 4. Circuit imprimé monocouche assemblé.

LIENS

[1] Fiche technique du LM393 : <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/lm393-d.pdf>

[2] Ce projet sur Elektor-Labs.fr: <https://www.elektormagazine.fr/labs/diy-hand-sanitizer-dispenser-without-arduino-or-mcu>



Un orgue électronique simple

Rob van Hest (Pays-Bas)

Un oscillateur simple à base de porte NON-ET plus quelques bons vieux composants discrets sont tout ce dont vous avez besoin pour construire cet instrument de musique minimalisté.

Voici un instrument de musique simple que j'ai conçu pour mes enfants il y a quelques années [1]. Il est très facile à construire et ne contient que des composants classiques. Et il ne nécessite pas d'interrupteur (très important pour les enfants) : la consommation de courant est très faible lorsqu'aucune touche n'est pressée. Les piles de l'appareil ont duré plus de cinq ans.

Description du circuit

Le schéma du circuit (figure 1) contient un oscillateur simple à base de porte NON-ET avec trigger de Schmitt IC1A ; sa sortie est tamponnée par IC1D. Un amplificateur à un transistor (T1) pilote un haut-parleur de 8 Ω (ou plus) ; le volume est déterminé par la valeur de R11. L'oscillateur est monophonique ; si vous pressez plusieurs touches simultanément, seule la tonalité la plus élevée est générée.

La précision est loin d'être parfaite, car j'ai utilisé des résistances standard de la série E96 (je ne voulais pas utiliser de trimmers). Elle dépend aussi de la tension de la batterie et de la température. En changeant le condensateur C1, vous pouvez modifier l'accordage général selon vos préférences.

D'ailleurs, deux piles (3 V) pour alimenter l'instrument au lieu de trois (4,5 V) feront aussi bien l'affaire, et donc il est possible d'utiliser une seule pile au lithium si on veut qu'il soit très petit. J'ai installé l'orgue dans un boîtier de réveil ayant beaucoup d'espace, comme illustré dans la figure 2. Je n'ai pas dessiné un circuit imprimé pour l'orgue, une plaque à trous fait très bien l'affaire (figure 2).

Une octave

Dans la version que j'ai construite, l'instrument comporte huit touches pour les notes de base (les touches blanches d'un clavier) d'une octave. Il suffit d'utiliser la formule suivante (très simplifiée) pour calculer la fréquence de l'oscillateur :

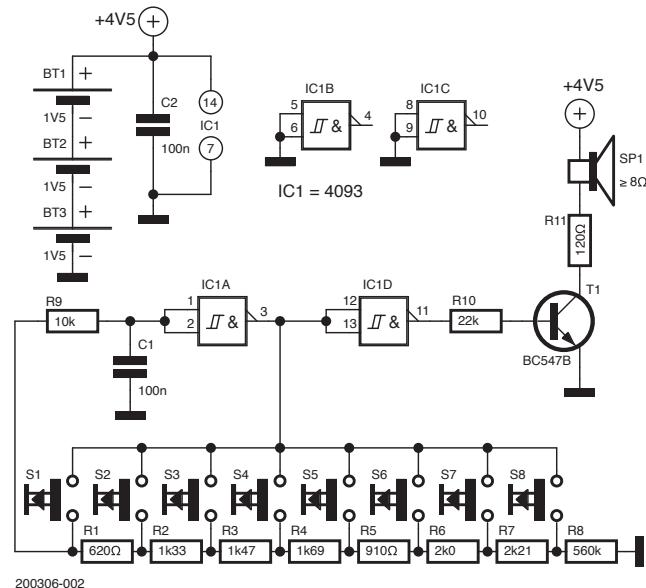


Figure 1. Un oscillateur à fréquence réglable constitue le cœur de cet orgue.

$$f \approx \frac{1}{1.2 \times R \times C1}$$

lorsque $R = R9$ quand on appuie sur S1, $R = R9 + R1$ quand on appuie sur S2, etc. Le **tableau 1** donne les fréquences (approximatives) des notes de cet orgue électronique simple, calculées à l'aide de cette formule.

Les autres notes (touches noires) peuvent être ajoutées en divisant R2, R3, R4, R6 et R7. Il est également possible d'ajouter d'autres notes en plaçant des résistances et des touches entre R7 et R8. Une octave était suffisante pour mes enfants. R8 est nécessaire pour tirer vers le bas l'entrée de IC1A lorsqu'aucune touche n'est pressée, bloquant ainsi le transistor de sortie T1.

Ce n'est absolument pas l'instrument de musique le plus sophistiqué et le plus mélodieux, mais pour les jeunes enfants, il est très amusant

200306-04

Tableau 1. Les touches et leurs fréquences.

Touche	Fréquence (Hz)
S1	833
S2	785
S3	697
S4	621
S5	552
S6	520
S7	462
S8	412



Figure 2. L'orgue installé dans le boîtier d'un ancien réveil.

À propos des auteurs

Dans les années 1970, Rob van Hest a fait des études de génie électrique à l'université de Twente. À cette époque, il a également écrit ses premiers articles pour des magazines d'électronique. Il a construit lui-même ses premiers ordinateurs, d'abord un système CP/M 8080, puis une carte Z80. Dans sa carrière professionnelle, van Hest s'est orienté vers le développement de logiciels, mais il a toujours continué à bricoler avec les composants électroniques. Maintenant à la retraite, il a plus de temps pour le faire !

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (trainer99@ziggo.nl) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

LIENS

[1] Ce projet sur Elektor Labs : <https://www.elektormagazine.fr/labs/very-simple-electronic-organ-for-children>

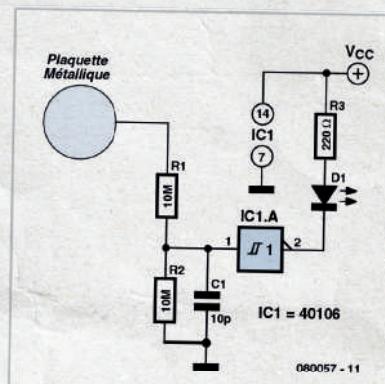
Quiz: Circuits du passé #01

Lars Näs

Utilisez ce petit circuit où vous voudrez, connecté à un microcontrôleur, des relais, une alarme secrète, un robot, par exemple, ou simplement pour allumer une LED le temps que vous touchez la plaque métallique.

Le circuit se compose d'un diviseur de tension R1/R2, un trigger de Schmitt inverseur d'une puce 40106, un petit condensateur pour écarter les parasites HF et une LED avec sa résistance talon.

La plaque de métal est reliée par fil à PAD1. Comme le courant issu de votre corps est très petit, on conçoit bien que R2 du diviseur aura une grande valeur, comme 10 MΩ, pour que la tension à ses bornes suffise à la détection par l'entrée 1 de la



porte IC1.A.

R1 sert à éviter que l'énergie d'une décharge électrostatique n'aille endomma-

ger l'entrée de la porte. C'est ce qui risquerait de se produire si vous avez circulé sur un tapis avec des semelles de caoutchouc. Vous pouvez augmenter la sensibilité du détecteur en cherchant des valeurs pour R1, 1 kΩ, par exemple, ou une plaque plus petite.

La valeur de la résistance de forçage haut R3 se calcule pour que le courant dans LED1 soit inférieur à la limite en régime. La plupart des LED courantes admettent 20 mA. Le circuit fonctionnera aussi sans LED, en connectant la résistance de forçage R3 à la sortie en broche 2 et de là à l'entrée d'un microcontrôleur. Vérifiez toutefois si le microcontrôleur a une faible résistance de polarisation (p. ex. vers +V_{DD}) sur sa ligne de port.

(080057-1)

**Testez vos connaissances**

Vous souvenez-vous de quelle année date ce circuit ? Répondez au quiz et gagnez jusqu'à 100 € à dépenser dans l'e-choppe Elektor. o



Ampli stéréo ultrasimple avec le TDA7264 de STMicroelectronics

Joseph Kreutz (Allemagne)

Ce projet a été réalisé pour piloter de petits moniteurs audio professionnels placés à côté d'un écran d'ordinateur, et produire un son de bien meilleure qualité que celui des haut-parleurs d'ordinateur ordinaires.

STMicroelectronics produit une gamme d'amplificateurs de puissance intégrés intéressante, comme le TDA7264 [1] utilisé ici (**figure 1**). Ce circuit intégré peut délivrer $2 \times 20\text{ W}$ sous $8\text{ }\Omega$ et ne nécessite que peu de composants externes. Le gain de cet amplificateur est fixé à 30 dB par sa configuration interne et ne peut pas être changé, sans que cela pose problème : une puissance de 20 W représente une tension RMS de $12,65\text{ V}$ sous une charge résistive de $8\text{ }\Omega$ ou d'environ 18 V crête. Comme un rapport de 1 à $31,6$ est fixé entre les tensions d'entrée et de sortie, il suffit de fournir un signal d'entrée de 400 mV à cet amplificateur pour obtenir la puissance de sortie maximum. Le niveau du signal audio en sortie d'un ordinateur ou d'un téléphone mobile est de l'ordre de 1 V , plus qu'assez pour que cet amplificateur fournit la pleine puissance de sortie.

Le circuit en détails

Le circuit constitué par C_1 , R_1 , R_2 et R_3 permet la commande des modes de fonctionnement « normal », « veille » et « sourdine » de cet amplificateur : lorsque la tension appliquée à la broche de commande 4 d'IC1 est comprise entre 0 et $2,5\text{ V}$ en-dessous de la tension d'alimentation positive, l'amplificateur est en veille et ne consomme presque pas de courant. Entre $2,5$ et 6 V en-dessous de cette tension, l'amplificateur est en mode sourdine. À plus de 6 V en-dessous de la tension d'alimentation positive, l'amplificateur est en mode de fonctionnement normal et fournit un signal de sortie (à supposer qu'il y ait un signal d'entrée, bien sûr).

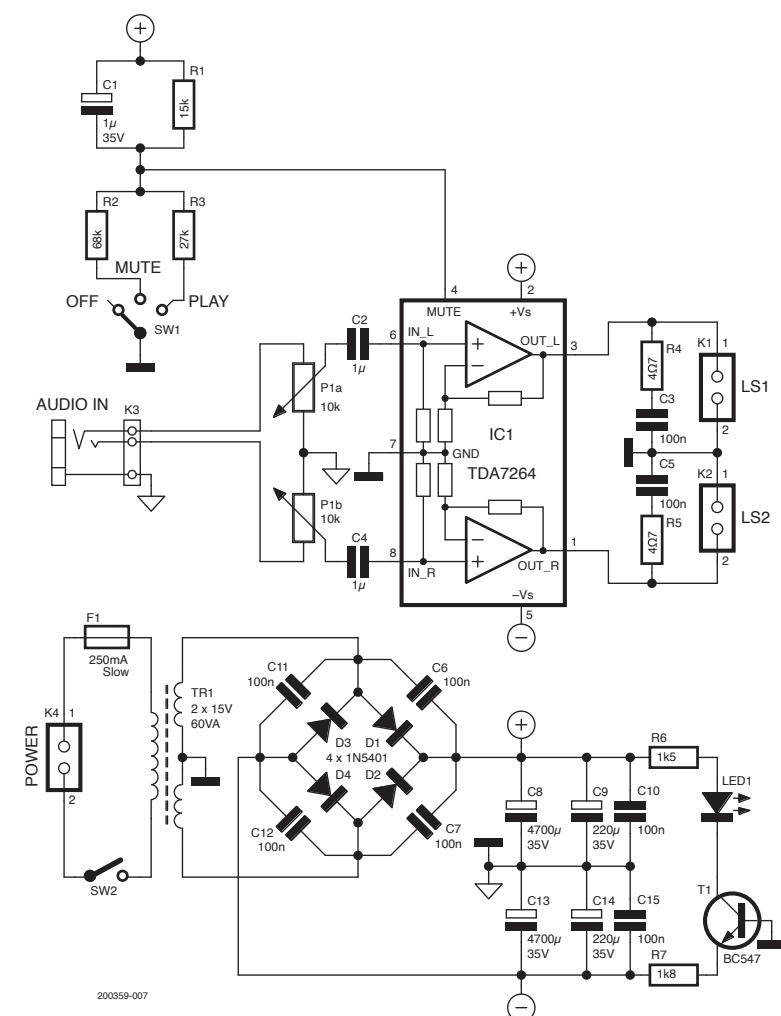


Figure 1. Le TDA7264 n'a pas besoin de beaucoup de composants externes.



Le signal d'entrée est couplé à l'amplificateur intégré au travers des condensateurs C2 et C4. Bien qu'on puisse utiliser sans problème des condensateurs électrolytiques, il vaut mieux choisir des condensateurs à film de polypropylène (MKP). En sortie, les filtres constitués par R4, C3 et R5, C5 (cellules de Boucherot) garantissent la stabilité de chaque section de l'amplificateur. Les condensateurs C9, C10, C14 et C15 servent à découpler l'alimentation de l'amplificateur et doivent donc être placés aussi près que possible de ses broches 2 et 5, alors que la carte d'alimentation peut être plus éloignée, et reliée par fils à la section puissance. Ces fils ont une inductance et une résistance qu'on ne peut ignorer et qui peuvent faire osciller l'amplificateur. Un découplage local est donc très recommandé pour éviter tout problème.

Au frais !

La puissance thermique maximum que peut dissiper le TDA7264 est d'environ 30 W. Il faut donc prévoir un radiateur de taille appropriée. En considérant une température de jonction de 150°C et une température ambiante jusqu'à 45°C, sa résistance thermique ne devrait pas excéder 1,5 K/W. Si ce radiateur est relié à la masse du dispositif, ce qui est habituellement le cas, un kit d'isolation et de la pâte thermique sont indispensables : la plaque métallique qui permet de fixer le circuit intégré au radiateur est reliée en interne à la broche d'alimentation négative. Il vaudra donc mieux limiter la résistance thermique du radiateur à 1,2 K/W maximum. Cela peut sembler excessif pour un si petit amplificateur, mais cela garantit qu'il ne surchauffera pas, même dans les conditions les plus défavorables. ↗

200359-04

LIENS

[1] STMicroelectronics, « TDA7264: 25 W + 25 W Stereo Amplifier with Mute and Standby », Doc ID 1477 Rev 6, 2009: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/tda7264.pdf>

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (technique@kreutz-online.eu) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



À propos de l'auteur

Joseph Kreutz a débuté l'électronique très jeune, puis a poursuivi une carrière en autodidacte jusqu'à son entrée à l'université. Bien sûr, il ne pouvait qu'étudier l'électronique à Louvain-la-Neuve, où il a aussi construit l'émetteur et l'équipement de studio (table de mixage, alimentations, boîtier de couplage téléphonique) pour des stations de radio libres. Pendant ses études, et pour les financer, il a aussi développé un projet pour une entreprise Belge. À la fin de ses études, il a traduit de l'Allemand au Français un ouvrage publié par Elektor sur l'électroacoustique. Après avoir travaillé au Luxembourg pendant un an, Joseph vit maintenant à Munich.

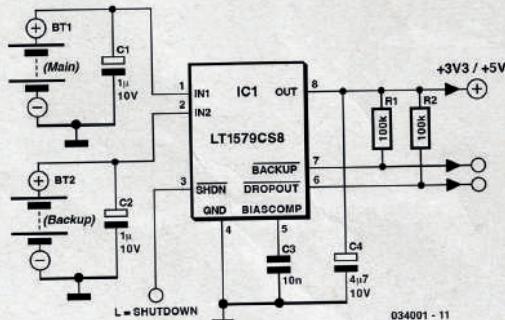
Quiz: Circuits du passé #02

Gregor Kleine

Avec son LT1579, Linear Technology (www.linear-tech.com) propose un commutateur de pile à régulateur faibles pertes (LDO = Low Drop Out) intégré très pratique. L'un des avantages de ce nouveau composant est qu'il permet de se passer de diodes de découplage. Ce circuit intégré existe en version 3,3 V (LT1579CS8-3.3) et 5 V (LT1579CS8-5). Toutes 2 sont proposées en boîtier CMS SO8. Il existe en outre une version ajustable et des modèles en boîtier SO16 dotés d'un nombre plus important de lignes de commande et de pilotage.

On branche au point IN1 la pile principale qui doit fournir une tension supérieure d'au moins 0,4 V à la tension de sortie souhaitée. Le point de connexion IN2 est relié à la pile de sauvegarde (backup). La sortie à découpage OUT peut fournir jusqu'à 300 mA de courant.

Le circuit intégré comporte, au niveau de son régulateur faibles pertes, un transistor de régulation tant pour la tension principale sur IN1 et pour la pile de sauvegarde sur IN2. Le basculement vers la pile de sauvegarde se fera dès que le circuit intégré détecte que le transistor de régulation n'est plus en mesure de réguler la tension principale et que partant la tension de sortie menace de diminuer. Le composant bascule alors en douceur vers la pile de sauvegarde. La sortie de signalisation BACKUP (à drain ouvert) bascule au niveau bas. Lorsque ni l'une ni l'autre des piles n'est plus en mesure d'as-



surer le maintien à la valeur requise de la tension de sortie, la sortie à drain ouvert DROPOUT le signale par le biais d'un signal de niveau logique bas.

Le LT1579 est en mesure de supporter toute tension d'entrée fournie par les piles tant qu'elle ne dépasse pas +20 V. La sortie de régulation OUT est protégée contre les courts-circuits. Une entrée de désactivation, Shutdown, permet de désactiver la fourniture de courant à la broche de sortie OUT. Si on n'a pas l'utilité de cette fonction on pourra tout simplement laisser cette broche en l'air.

(034001-11)



Testez vos connaissances

Vous souvenez-vous de quelle année date ce circuit ? Répondez au quiz et gagnez jusqu'à 100 € à dépenser dans l'e-choppe Elektor. ↗

09 Interrupteur activé par le son pour amplificateurs

Mise en marche automatique des amplificateurs et des haut-parleurs actifs

Florian Jankowsky (Allemagne)

Lorsque vous connectez un amplificateur de puissance à toute sorte de sources audio, vous aurez généralement besoin d'un interrupteur supplémentaire, ce qui rendra les choses peu pratiques. Il serait préférable que l'amplificateur se mette automatiquement en marche en même temps que la source du signal. Cela est possible avec le petit circuit décrit ici, composé de trois transistors, qui détecte la présence d'un signal audio.

Ma radio Internet a rendu l'âme. Je cherchais donc une radio avec DAB+. Cependant, la réception est mauvaise dans la cambrousse où je vis. La nouvelle radio devait alors disposer d'une entrée pour antenne directionnelle. Bien que j'aie pu trouver une telle radio, elle n'avait pas d'amplificateur intégré. Cela ne devrait pas être un problème majeur, puisque 1 W est suffisant pour écouter la radio. Ma première solution, un petit haut-parleur actif pour PC, est dépourvue du facteur d'acceptation par la conjointe (de l'anglais *Wife Acceptance Factor WAF*) nécessaire. Le fait qu'il n'ait pas un très bon son était un problème, mais le plus grand souci était qu'il devait toujours être allumé séparément, sinon il consommait constamment de l'énergie.

SAS

La solution était d'utiliser un interrupteur activé par le son (sound-activated switch SAS) qui jouera le rôle d'un interrupteur de seuil pour le signal audio commandant l'entrée *Enable* d'un circuit amplificateur. Comme mentionné précédemment, cette solution ne nécessite que



Figure 1. Ma radio numérique (sans étage d'amplification) est posée sur l'enceinte active DIY à allumage automatique dans la salle de bains.

trois transistors, une diode et quelques composants passifs, et elle est facile à construire sur une carte perforée. Dans le cadre du projet, j'ai combiné le SAS avec une petite carte d'amplificateur numérique prête à l'emploi et un haut-parleur dans un petit boîtier réalisé à l'aide d'une imprimante 3D, ce qui convient au déploiement prévu dans la salle de bain. Le résultat peut être observé sur la **figure 1**.

Circuit

Le schéma de la **figure 2** est facile à comprendre. Les signaux des canaux d'entrée stéréo sont additionnés par les résistances R1/R2 et transmis à un étage amplificateur à un seul transistor (T1) avec un gain d'environ 100. Le transistor T2 joue le rôle de comparateur avec une tension de seuil d'environ 0,6 V, puisque le signal doit dépasser

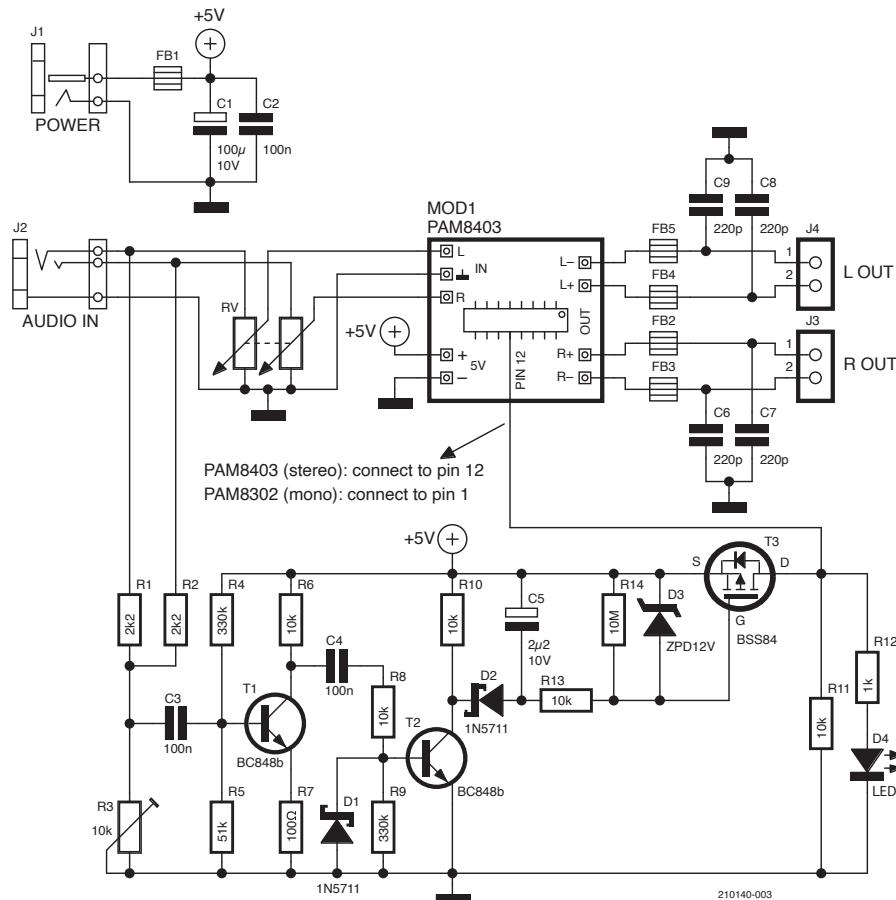


Figure 2 Circuit SAS avec module amplificateur intégré.

la tension directe base-émetteur. La diode Schottky (D1) bloque le signal d'entrée vers T2, ce qui améliore la sensibilité. Grâce au gain du transistor T1, le seuil minimum d'enclenchement du signal audio à J2 est d'environ 10 mVpp (ceci peut être ajusté avec le trimpot R3). Lorsque T2 est passant, le condensateur C5 se charge à travers la diode D2, et lorsque le transistor T3 est passant, l'entrée SD de l'amplificateur passe au niveau haut et l'amplificateur est commuté. Le temps de commutation en l'absence de signal est déterminé par le réseau RC C5/R14. Il varie de 10 à 30 secondes. L'indicateur de mise sous tension (LED D4 et résistance série R12) est bien sûr optionnel. Le tout est alimenté par un petit adaptateur secteur USB de 5 V. Un adaptateur secteur qui peut fournir plus de 1 A sera utile, car le module amplificateur PAM4303 fournit jusqu'à 2 x 3 W. L'auteur a utilisé une microprise USB, mais une fiche jack et un adaptateur secteur avec une prise correspondante seraient plus robustes.

Amplificateur

J'ai utilisé un module amplificateur prêt à l'emploi avec un circuit intégré amplificateur stéréo PAM8403. Les modules adéquats sont disponibles en ligne à petit prix. Même si vous êtes suffisamment âgé pour ne

plus entendre les crissements à haute fréquence, vous devriez utiliser un filtrage supplémentaire pour le bien de vos jeunes collègues. Dans le circuit (**figure 1**), ce filtre est réalisé avec des billes de ferrite et de petits condensateurs en céramique, comme le recommande la fiche technique du PAM8403 [1]. Par souci d'économie, ces filtres sont souvent omis sur les modules prêts à l'emploi. Si vous n'avez besoin que d'une version mono, vous pouvez utiliser un module avec un circuit intégré PAM8302.

En mode arrêt, le PAM8403 a un courant de repos inférieur à 1 µA. Pour accéder à la broche SD (/SHDN), vous devez soigneusement dessouder la broche 12 et la soulever légèrement, puisqu'elle est souvent liée à la broche 13 (tension d'alimentation +5 V) sur la carte. Avec la version mono (PAM8302), la broche 1 doit être dessoudée.

Construction

Bien entendu, le circuit peut également être utilisé avec d'autres amplificateurs — par exemple, dans un haut-parleur actif. Pour cette raison, les valeurs des composants sont également indiquées dans la liste des composants pour une tension d'alimentation alternative de 20 V. Pour une tension d'alimentation supérieure à 12 V, vous devez monter

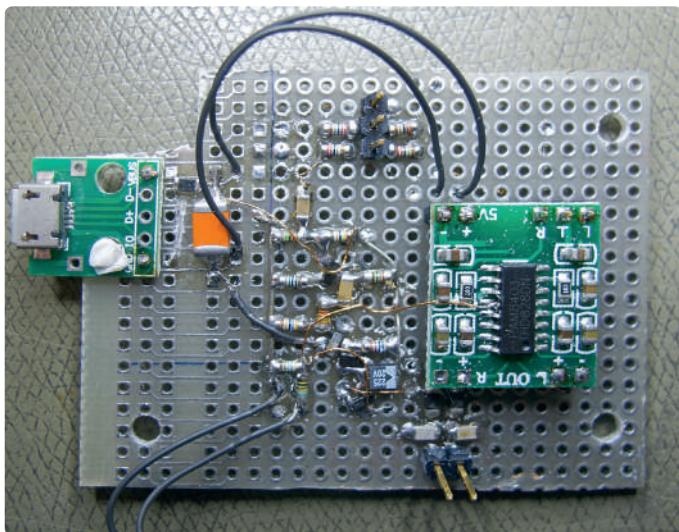


Figure 3. Prototype avec CMS sur perfboard.

une diode D3 pour protéger le transistor T3. En cas de doute, vous pouvez simuler le circuit avec LTSpice pour d'autres tensions. Le fichier nécessaire est disponible en téléchargement gratuit sur la page web Elektor de cet article [2].

J'ai l'habitude de travailler avec des CMS et je n'hésite pas donc à utiliser la technologie de montage en surface (SMT). La construction de circuits avec des composants CMS est en fait plus rapide qu'avec des composants à trous traversants, car vous n'avez pas besoin d'insérer les broches dans les trous et de les souder ensuite de l'autre côté. Un autre avantage est que les résistances miniMELF s'insèrent parfaitement entre deux pastilles sur une perfboard. De même, les transistors SOT23 peuvent aisément être soudés si vous les positionnez en diagonale. Les CMS en boîtiers 1206 et 0805 s'adaptent aussi très bien sur perfboard. Mon circuit prototype a été construit sur un morceau de perfboard (illustré à la figure 3), qui fonctionne bien, mais qui est peu esthétique. Il paraît très grand comparé au module amplificateur ci-joint. ↗

210140-04



À propos de l'auteur

Florian Jankowsky peut se prévaloir d'une longue carrière professionnelle qui a commencé en 1982 avec le développement d'oscilloscopes numériques, en se concentrant initialement sur l'électronique analogique. Il a ensuite occupé des postes chez

Nixdorf, DeTeWe, VDO-Siemens, Brunel et Berlin Heart, où il a travaillé dans les domaines des télécommunications, de l'électronique automobile et des appareils médicaux. Aujourd'hui, il est toujours un passionné de la technologie analogique.



Liste des composants

Résistances

(CMS *)

R1,R2 = 2.2 kΩ

R3 = 10 kΩ trimpot

R4,R9 = 330 kΩ

R5 = 51 kΩ (15 kΩ @ 20 V) *

R6,R8,R10,R13 = 10 kΩ

R7 = 100 Ω

R11 = 10 kΩ (39 kΩ @ 20 V) *

R12 = 1 kΩ (6.8 kΩ @ 20 V) *

R14 = 10 MΩ

RV = 100 kΩ potentiomètre, stereo, log (facultatif)

Condensateurs

C1 = 100 µF 10 V (100 µF 25 V @ 20 V) *

C2,C3,C4 = 100 nF céramique ou film

C5 = 2.2 µF 10V (470 nF 25 V @ 20 V) *

C6–C9 = 220 pF céramique

Semi-conducteurs

D1,D2 = 1N5711 (Schottky)

D3 = omitted (12 V diode Z @ 20 V) *

D4 = LED *

T1,T2 = BC848B

T3 = BSS84

Divers

Module amplificateur avec PAM8403 ou PAM8302 *

FB1–FB5 = bille de ferrite

J1–J4 *

* Voir texte

Télécharger le projet

www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



Produits

- OWON HDS1021M-N 1-ch Oscilloscope + Multimeter (20 MHz) (SKU 18778)
www.elektor.fr/18778

LIENS

[1] Fiche technique du PAM8303: <http://www.diodes.com/assets/Datasheets/PAM8302A.pdf>

[2] Fichier SAS_5V_LTSpice.asc: <http://www.elektormagazine.fr/210140-04>



Convertisseur symétrique asymétrique

Avec filtre RFI et protection CC

Thierry Clinquart (Belgie)

Lorsque l'on veut transporter des signaux audio sur des distances plus longues, il est conseillé d'opter pour des connexions symétriques. C'est pour cette raison que les sorties du matériel audio professionnel comme les tables de mixage sont symétriques. Le montage présenté ici sert à convertir un signal audio symétrique en asymétrique et permet ainsi de connecter, par exemple, un amplificateur hi-fi à une sortie symétrique.

Sur une ligne symétrique, le signal voyage sur les deux conducteurs en opposition de phase. En revanche, les parasites qui y sont captés sont en phase sur chaque conducteur. Le rôle de IC1, un THAT1240, est de neutraliser les parasites le mieux possible grâce à un taux de réjection en mode commun élevé. Par le passé, on faisait cela avec un amplificateur opérationnel monté en mode différentiel et quatre résistances identiques. Le THAT1240 intègre ces résistances en version ultraprecise et permet ainsi d'obtenir un taux de réjection en mode commun de 90 dB.

Le schéma

Le schéma de l'adaptateur est présenté en **Figure 1**. Le signal rentre à gauche dans le connecteur hybride soit en jack TRS quart de pouce (1/4") soit en XLR. La broche 1 et le *sleeve* ('S') peuvent être débrayés par une strap en cas de conflit de terre. Un interrupteur *Ground Lift* peut éventuellement prendre sa place.

C1, C2 et C3 constituent un filtre RFI ; R1 et R2 sont des résistances *pull*

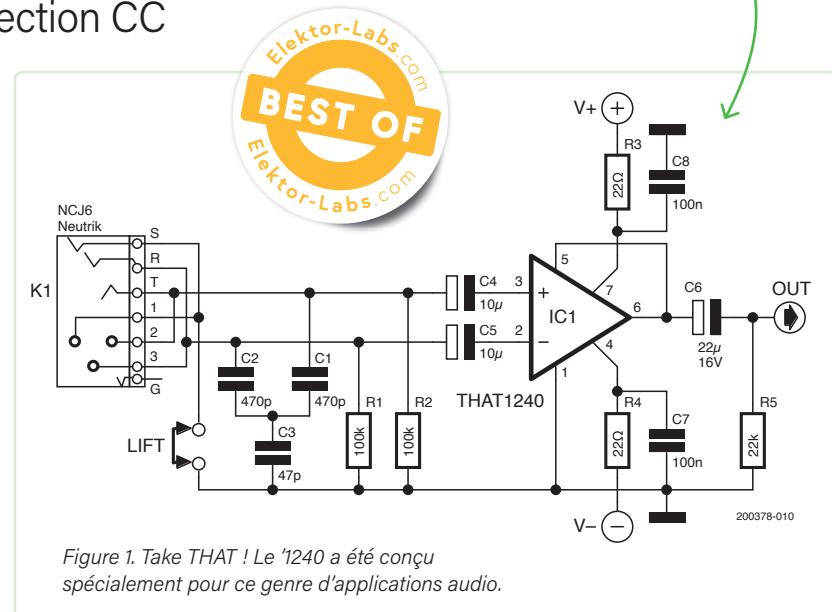


Figure 1. Take THAT ! Le '1240 a été conçu spécialement pour ce genre d'applications audio.

down. C4, C5 sont des condensateurs de liaisons d'entrées bloquant toutes composantes continues qui pourraient perturber le fonctionnement d'IC1. Normalement, une résistance vers la masse est placée entre l'entrée d'un ampli-op et le condensateur de couplage pour évacuer la charge du condensateur. Cela n'est pas nécessaire ici grâce aux résistances intégrées d'IC1.

Alimentation

C7 et C8 servent au découplage du circuit intégré. J'ai déjà utilisé ce circuit maintes fois en 2, 4 et 8 exemplaires côté à côté. Dans ce cas, je distribue l'alimentation ±15 V par deux bus perpendiculaires aux platines avec renfort de filtrage de 47 μF tous les deux modules. Dans une telle configuration, les résistances R3 et R4 de 22 Ω en série avec chaque branche d'alimentation offrent un véritable gain de temps en cas de dépannage. Elles évitent que l'alimentation se coupe si pour une raison quelconque IC1 venait à se mettre en court-circuit et permet aux autres modules de continuer à fonctionner.

Monté sur une petite plaque ou platine, l'ensemble est à peine plus large que son connecteur XLR/jack hybride et il est facile à intégrer dans du matériel vintage ou dans un amplificateur à entrées cinch ou jack. Je suis sûr que vous trouverez les meilleures astuces d'utilisation. Notez que pour profiter au mieux des performances du THAT1240, il est impératif que toutes les connexions entre le connecteur et le CI soient parfaitement symétriques. L'utilisation d'un support pour IC1 est fortement déconseillée. À ce propos, lisez bien la fiche technique du composant. Vous pouvez obtenir toutes les infos techniques sur le THAT1240 sur le site du fabricant [1].

200378-01



Produits

- **SPDIF Audio Output for Android (SKU 19208)**
www.elektor.fr/19208
- **Bob Cordell, Designing Audio Power Amplifiers (SKU 19150)** www.elektor.fr/19150

LIENS

- [1] Tout sur le THAT1240: http://www.thatcorp.com/1240-series_Balanced_Line_Receiver_ICs.shtml
- [2] Ce projet sur Elektor Labs: <https://www.elektrormagazine.com/labs/line-receive-with-rfi-and-dc-protect>

11. Filtre externe pour réseau électrique

Quelques condensateurs pour éliminer le bruit électrique

Petre Tzvetanov Petrov (Bulgarie)

De nos jours, nous utilisons des dizaines d'appareils électroniques avec des alimentations à découpage fonctionnant à différentes fréquences et produisant un large spectre de signaux parasites. Parfois, leurs filtres internes ne sont pas assez efficaces pour bloquer ce bruit électrique, et par conséquent, des IEM et des interférences de RF notables via les cordons d'alimentation et autres connexions se produiront – ce qui aura des conséquences sur les équipements audio et de mesure sensibles. Comme il est difficile d'équiper ces dispositifs de filtres plus performants, il est possible d'utiliser le filtre externe, décrit dans cet article.

La source de ce type de IEM/IRF causé par les automates est les niveaux de bruit à haute fréquence générés dans le spectre bien supérieur à la fréquence du réseau de 50 Hz. Une des solutions possibles serait de placer une charge plus importante sur ces hautes fréquences qui envahissent le réseau électrique. Serait-il suffisant de connecter simplement un condensateur entre L1 et N de la ligne électrique ? La réponse : en principe, oui, mais il faut un peu plus d'efforts pour réaliser un tel filtre externe.

Circuit

La figure 1 montre le schéma du circuit de ce filtre de signaux parasites construit avec les fameux condensateurs céramiques haute tension de classe X2 et Y1. À prendre en compte : les condensateurs dotés de grandes capacités n'ont plus une faible impédance à des fréquences plus élevées, à cause de l'inductance liée à leur conception. Il est donc préférable de connecter en parallèle plusieurs condensateurs de capacités décalées. Quatre gradations permettent d'obtenir un bon

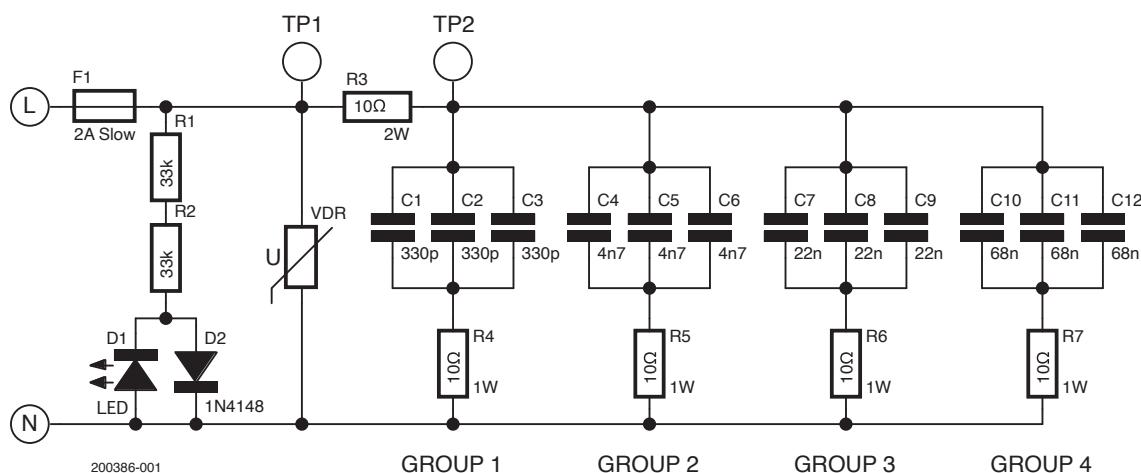


Figure 1. Circuit du filtre externe simple : quatre groupes de trois condensateurs.

équilibre entre l'effort et le bénéfice. Il est encore mieux de connecter plusieurs copies de chacune de ces quatre gradations en parallèle. Pour éviter des courants de charge trop élevés lorsque le filtre est activé par hasard à des niveaux élevés de la tension du secteur, il a encore besoin de résistances de protection. C'est exactement ce qui est réalisé avec ce circuit. Trois condensateurs égaux chacun en quatre groupes de valeurs différentes en série avec des résistances de protection de $10\ \Omega$. D'ailleurs, la LED située à l'avant, sur le côté gauche, ne sert pas seulement de voyant. Sa résistance en série R2 décharge également de manière fiable les condensateurs si le filtre est déconnecté du secteur.

Composants et fonctions

C1, C2 et C3 doivent être des condensateurs haute tension de classe 1 (de préférence) et de classe 2 (caractéristiques moins bonnes) et des condensateurs à disque en céramique haute fréquence. Utilisez des condensateurs céramiques de moins de 1000 pF et avec une fréquence de travail effective supérieure à 1 MHz pour éliminer le bruit haute fréquence du secteur qui perturbe les équipements LW et MW. Les autres condensateurs sont de la série X2 ou d'autres condensateurs haute tension appropriés. Il est préférable d'utiliser des condensateurs de suppression IEM/IRF spécialement conçus qui peuvent être connectés directement au secteur (et qui absorberont le bruit haute fréquence et haute tension). La connexion en parallèle de plusieurs condensateurs du même type améliore généralement l'efficacité du filtrage.

R3 a plusieurs fonctions :

- Elle est utilisée pour les tests. Vous pouvez mesurer le courant du bruit du secteur à partir de la tension entre TP1 et TP2.
- Pour les hautes fréquences, R3 est en fait connecté en parallèle avec le réseau et absorbe l'énergie du bruit haute fréquence.
- R3 réduit le courant de surtension du circuit (à moins de 20 A) et ne doit pas être omise.
- R3 doit être capable de dissiper la puissance du bruit. Utilisez un type de 2 W ou plus.

Les résistances R4...R7 ont des fonctions similaires à celles de R3, mais elles sont individuelles pour chaque groupe de condensateurs. Il est très important de connecter le circuit directement dans la multiprise, car les conducteurs entre le circuit et le secteur émettent le bruit. Il est préférable d'utiliser des connexions à faible impédance entre tous les composants pour obtenir un bon filtrage. Si vous envisagez d'utiliser ce circuit dans un environnement CC, il est judicieux de remplacer D2 par une seconde LED d'une autre couleur pour indiquer la polarité.

Solution simple

Ce circuit simple peut être une alternative externe aux filtres IEM intégrés (manquants). Le circuit est connecté à l'une des sorties de la multiprise ou à la prise murale. Il n'est pas nécessaire d'utiliser exactement les valeurs des condensateurs de la liste des composants, tant

qu'ils répondent aux exigences de tension. En cas de pics de surtension importants, il faut ajouter des composants de limitation de tension appropriés à l'entrée du circuit, notamment une varistance. ↗

200386-04

À propos de l'auteur



Petre Tzvetanov Petrov est un ingénieur en électronique RF (MScEE) avec plus de 40 ans d'expérience dans les domaines de l'électronique analogique et numérique et du secteur informatique. Il est l'auteur de plus de 250 articles publiés en bulgare, en russe et en anglais.



Liste des composants

Résistances

R1,R2 = 33 k / 1 W
R3 = 10 Ω / 2 W
R4..R7 = 10 Ω / 1 W

Condensateurs

C1,C3 = 330 p / 500 V, céramique, Y5P
C4..C6 = 4n7 / 400 V, X2
C7,C9 = 22 n / 400 V, X2
C10,C12 = 68 n / 400 V, X2

Semi-conducteurs

D1 = LED
D2 = 1N4148

Autres

F1 = fusible 2AT
VDR = Varistance pour 230 VCA (facultative)



Produits

➤ **PeakTech 4350 Clamp Meter (SKU 18161)**
www.elektor.fr/18161

➤ **OWON XSA810 Spectrum Analyser (1 GHz) (SKU 19714)**
www.elektor.fr/19714



Télécommande comodo

ouvrir la porte du garage sans lever les mains du guidon



Bruno Clerc (France)

En arrivant chez moi au guidon de ma moto, en pleine côte montante, les mains pleines de gants, chercher la télécommande du portail puis celle de garage, c'est galère ! C'est pourquoi je me suis mis à la recherche d'une solution pour ouvrir à distance le portail et la porte de garage sans avoir à appuyer sur les boutons de leurs télécommandes respectives.



Bien sûr, on peut cacher une photorésistance pour détecter un appel de phare, mais ce n'est pas très sécurisé. Mieux vaut garder les télécommandes radio à code tournant. Mais, dans ce cas, il faudra un dispositif pour appuyer sur leurs boutons sans lever les mains du guidon, par exemple en faisant un appel de phare.

Voici le cahier des charges du dispositif :

- Alimenté par l'alimentation du véhicule (12 V après contact).
- Comme on doit connecter le dispositif aux boutons-poussoirs des télécommandes, on en profite pour les alimenter à travers le dispositif. On élimine ainsi les piles.
- Déetecter la demande d'émission via un signal venant du phare (+12 V phare allumé).
- Suivant la détection, simuler un appui sur le bon bouton de télécommande.

Un petit microcontrôleur ATtiny85 est chargé de détecter l'appel de

phare. Si l'appel est trop court ou trop long, rien ne se passe. Si, en revanche, il dépasse une première durée (mais pas de trop), c'est le bouton de la première télécommande qui est activé. Si la durée de l'appel de phare dépasse un deuxième seuil (mais pas de trop), le bouton de la deuxième télécommande est activé.

Sur ce principe j'ai réalisé différents prototypes qui actionnent les boutons-poussoirs soit avec des relais soit avec des optocoupleurs. Cela fonctionne bien, mais la solution n'était pas tout à fait satisfaisante. Un premier inconvénient de cette approche est le sacrifice des télécommandes qui font désormais partie du véhicule. L'encombrement de l'ensemble est un autre point négatif.

Une relation m'a fait découvrir deux marques de télécommandes programmables (JMA et Silca). Alors, l'idée a été d'associer le dispositif à une télécommande programmable dédié au véhicule. En remplaçant la pile de la télécommande programmable et son support par une petite platine avec le ATtiny85, on obtient un ensemble propre et compact.

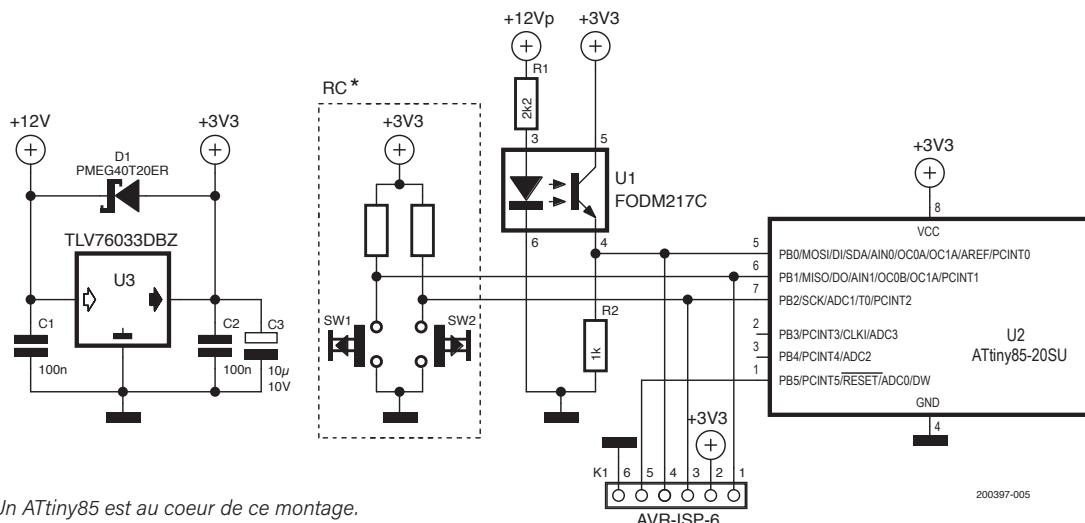


Figure 1. Un ATtiny85 est au cœur de ce montage.

Tableau 1. Connexions entre K1 et l'Arduino UNO en mode programmateur.

K1	UNO	Signal
1	D12	MISO
2	+5V	
3	D13	SCK
4	D11	MOSI
5	D10	RST
6	GND	



Figure 2. La platine remplace la pile de la télécommande.

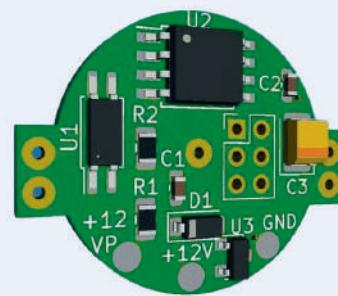


Figure 3. Aperçu en 3D de la platine dessiné par l'auteur.

Quelques mots sur le schéma électrique

Figure 1 montre le schéma du montage. Ce circuit se connecte au véhicule avec trois fils :

- +12 V après contact
- Masse véhicule
- Phare (+12 V_P phare allumé)

Régulateur U3 assure l'alimentation en 3.3 V du micro et de la télécommande. La diode D1 protège le montage contre des inversions éventuelles de l'alimentation.

L'optocoupleur U1 est le détecteur d'appel de phare. Il fournit une protection contre les variations de la tension issue du véhicule (de 12 V à 14 V environ). La résistance R1 limite le courant à travers sa LED à environ 5 mA. La sortie d'U1 est connectée au port PB0 de l'ATtiny85. Lorsque le phare est activé (V_P = 12 V), PB0 voit un niveau haut (3,3 V), sinon c'est 0 V grâce à R2.

Dès que l'allumage du phare est détecté, le micro commence à compter (avec une résolution de 300 ms). Quand le phare s'éteint, le compteur s'arrête et sa valeur est comparée à des seuils prédéfinis. Ainsi, si l'appel de phare a duré entre 600 ms et 1,8 s, le port PB1 est activé durant 4 s pour simuler un appui sur un bouton-poussoir. Si la longueur de l'appel de phare est entre 2,1 s et 4,5 s, c'est le port PB2 qui est activé. Les ports PB1 et PB2 sont connectés en parallèle aux boutons-poussoirs de la télécommande (le rectangle RC dans le schéma) sans avoir besoin de relais ou d'optocoupleurs.

Programmation du micro

Le programme du micro a été écrit à l'aide d'Arduino [1]. Pour pouvoir le compiler, il faut d'abord installer le *Boards Package* pour ATtiny mis à disposition sur GitHub par David A. Mellis [2]. Vous y trouverez également les explications comment l'installer.

Pour charger le programme dans le micro, j'ai utilisé une carte Arduino UNO en mode programmateur (*Arduino as ISP*). La procédure est détaillée sur [2] (cliquez *this guide*). Le **tableau 1** indique comment connecter l'Arduino UNO au connecteur K1 de notre montage.

Téléchargez le projet

www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



Mise en place

Pour ce montage, j'ai réalisé une petite platine circulaire de la taille du support de pile de la télécommande que j'ai montée à la place du support de pile (Figure 2 et 3). Les sorties PB1 et PB2 du µC ont été raccordées aux boutons SW1 et SW2 de la télécommande avec des fils fins. Une petite entaille sur la partie arrière du boîtier de télécommande laisse passer un câble à trois conducteurs pour connecter l'alimentation et la détection phare. Pour protéger la platine, j'ai appliquée une fine couche de vernis acrylique sans solvants aromatiques.

Bonne route !

200397-04

L'auteur

Bruno a découvert l'électronique vers 12 ans grâce à son frère ainé. Curieux de tout, ayant soif d'apprendre, ne connaissant rien, démontant tout sans trop souvent bien remonter, il décide de faire des études d'électricien à Bordeaux. Ensuite, Bruno a exercé dans les systèmes basse tension tertiaires puis dans l'aéronautique et divers autres postes. À l'arrivée des microcontrôleurs, ne pratiquant pas la programmation, il se consacre à l'entretien des équipements hi-fi vintage. Tout bascule quand, il y a environ 5 ans, son frère lui donne un Arduino UNO. Bruno se découvre une nouvelle passion et devient *Arduino47*. Parti de zéro, aujourd'hui, il remercie l'ensemble de la communauté Arduino qui l'a aidé à avancer dans son apprentissage. Pour cette raison, sans aucune prétention de connaissance ou de reconnaissance, il essaie de prendre le temps de publier quelques montages de son cru. Son crédo est « inventer, ce n'est ni imiter ni copier. »



Produits

- W. A. Smith, *Explore ATtiny Microcontrollers using C and Assembly Language* (SKU 20007)
www.elektor.fr/20007

LIENS

- [1] Code source sur Elektor Labs: <https://www.elektormagazine.com/labs/comodo-remote>
- [2] ATtiny Boards Package pour Arduino: <https://github.com/damellis/attiny>

13

Boîte de direct pour smartphone

Assure le lien entre sono et téléphone portable

Thierry Clinquart (Belgique)

Vous êtes DJ ou animateur radio et vous voulez faire participer votre public par smartphone ? Voici l'outil idéal à petit prix pour assurer le lien entre votre sono ou station de radio et un téléphone. Son utilisation est vaste. Du home studio en passant par le reporter ou perchman sur le terrain, il vous rendra plein de services.

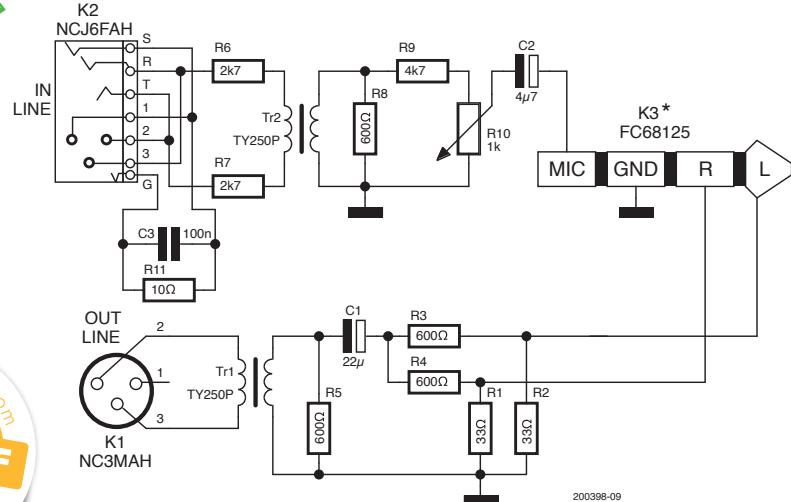


Figure 1. Il suffit de quelques composants passifs pour connecter de façon confortable un smartphone à une table de mixage.

Certains doivent se dire : pourquoi réaliser ce genre d'appareil quand il existe déjà des systèmes comme l'iRig d'IK Multimedia ? Je leur réponds que le iRig ne permet pas tout et qu'il faut bien le choisir pour l'usage que l'on doit en faire. Conscient que d'autres solutions sont possibles comme l'USB, il faudra que l'équipement suive ou l'ajout d'un DAC devra être envisagé. Dans mon cas, c'est un Plug & Play rapide qui ne nécessite aucune modification logicielle. Vous le branchez comme votre micro-casque.

Le module proposé ici est un compromis pour gérer l'aller-retour d'une communication via smartphone. La connectique est professionnelle avec en entrée un combo XLR/jack NCJ6FA-H de Neutrik. Cela permet de brancher une XLR ou un jack venant de la sortie post auxiliaire (N-1) de la table de mixage. Le signal est ensuite réduit pour le rendre conforme au niveau microphone du téléphone. À l'aide d'un jack à quatre contacts on récupère également les signaux casque L & R et on les mélange pour sortir en mono sur une XLR mâle à trois contacts. Tout est isolé galvaniquement et protégé des tensions continues. Les transformateurs d'entrée et de sortie ont été choisis pour couvrir la bande passante audio HD Voice (de 50 Hz à 7 kHz).

Venons-en au schéma

L'entrée du montage (**Figure 1**) se fait sur K2, un connecteur hybride XLR/jack. Un atténuateur de 20 dB constitué de R6, R7 et R8 est placé en tête. Son calcul : $20 \cdot \log(600/(2700+2700+600))$ soit $20 \cdot \log(1/10) = -20$ dB. R9 et R10 constituent la seconde atténuation de 20 dB avec le curseur de R10 à mi-course. On a donc 40 dB de chute avec de la marge s'il le faut. Ensuite, le signal est envoyé à l'entrée micro du téléphone à travers C2 et K3.

C2 bloque une éventuelle composante continue qui pourrait troubler le transformateur Tr2, car il y a toujours quelques volts pour faire fonctionner l'électret d'un micro-casque.

Pour l'entrée, la mise au châssis est faite par un réseau RC classique composé de R11 et C3.

En ce qui concerne le connecteur micro-casque (K3), la majorité des constructeurs de téléphones portables a adopté la norme CTIA. Si cela n'est pas le cas, il suffit d'inverser « MIC » et « GND ». Bien qu'ayant utilisé pour K3 le modèle FC68125 de Cliff, il est possible d'en utiliser d'autres, même précâblés.

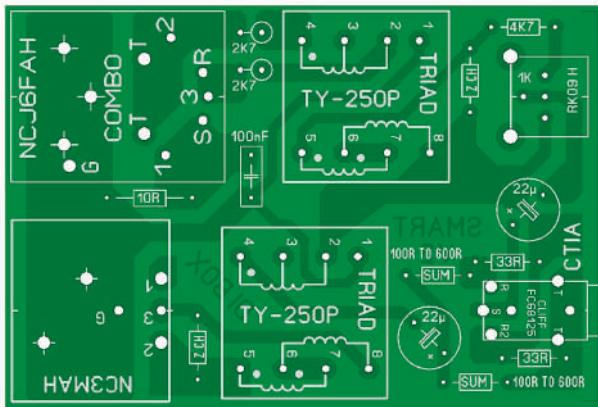


Figure 2. Exemple d'une platine réalisée pour ce montage [1].

Dans l'autre sens

R1 et R2 chargent la sortie du téléphone en $33\ \Omega$ comme si vous branchez votre casque. R3 et R4 mélangeant les signaux L et R pour en faire un signal mono avant d'attaquer le transfo de sortie chargé sur R5 en $600\ \Omega$. Comme C2, C1 bloquent toutes composantes continues présentes sur les sorties L et R.

Personnellement, j'ai réalisé divers PCB (Figure 2) [1] avec divers transformateurs, mais le montage pourrait être fait de manière câblée. Faites-en bon usage. Pour terminer encore merci aux intervenants sur Elektor Labs pour leurs remarques constructives. ↪

200398-04

À propos de l'auteur

Technicien électronicien de formation, Thierry a dirigé sa passion vers le son. Toutes ses réalisations tournent autour de l'audio analogique comme la préamplification, les traitements de la dynamique, les corrections, la distribution de signaux, etc. Puisque dans ce domaine il est inutile d'espérer d'obtenir des résultats concluant avec des plaques de prototypage, il réalise ses propres PCB à l'ancienne avec Sprint-Layout d'Abacom et sPlan pour les schémas.



Produits

- **Pimoroni Raspberry Pi Pico Audio Pack (SKU 19765)**
www.elektor.fr/19765
- **Elektor Audio Collection (USB Stick) (SKU 19892)**
www.elektor.fr/19892

LIENS

[1] Ce projet sur Elektor Labs: <https://www.elektormagazine.com/labs/smartphone-di-box>

Quiz: Circuits du passé #03

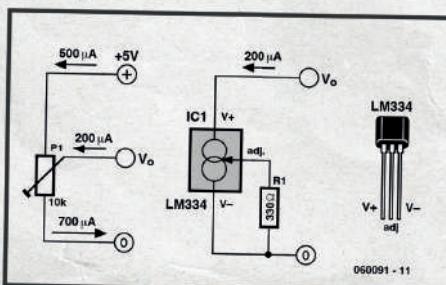
www.elektormagazine.fr/summer-quizz

Heino Peters

Le contraste d'un afficheur à cristaux liquides se règle généralement avec un potentiomètre de $10\ k\Omega$. Tant que la tension d'alimentation reste constante, ça marche. Si ça n'est pas le cas (alimentation sur piles, par exemple), on est constamment obligé de retoucher le réglage. Ce n'est pas pratique. Le montage décrit ici résout ce problème.

Le potentiomètre est prévu pour maintenir constant le courant de la broche de contraste (broche 3 ou V_o) à la masse. Un afficheur vert courant à 2×16 caractères 'délivre' environ $200\ \mu A$. Pour une tension d'alimentation de $5\ V$, en plus de ce courant, nous devons encore compter quelque $500\ \mu A$ à travers le potentiomètre ajustable. Le système est gourmand! Cherchons ailleurs.

Il existe un circuit intégré, le LM334, qui permet, avec le renfort d'une résistance



de fabriquer une source à courant constant. Le montage présenté ici est chargé de faire circuler un courant de $200\ \mu A$ vers la masse, quelle que soit la tension d'alimentation. Un potentiomètre de $2k\Omega$ pour R1 permet au besoin d'ajuster le courant.

La résistance de R1 se calcule comme suit:

$$R1 = 227 \cdot 10^{-6} \times T/I,$$

où T est la température en Kelvin et I l'intensité en ampères. Dans le cas présent,

nous obtenons:

$$R1 = 227 \cdot 10^{-6} \times 293 / (200 \cdot 10^{-6}) = 333\ \Omega$$

Objection : le courant délivré par le LM334 varie avec la température. L'objection vaut aussi pour le courant de l'afficheur, mais il n'est pas nécessaire d'établir une relation linéaire entre les deux. Si la température ne varie pas de plus 10° , il n'y aura pas de problème.

Même si le LCD consomme $1,2\ mA$, ce montage permet d'économiser au moins 25% sur la consommation. Si l'application est alimentée par des piles, on ne peut plus parler d'économies de bouts de chandelle! Et il n'est plus nécessaire de retoucher le contraste quand les piles fatiguent.

Attention, si votre LCD est récent (OLED ou PLED), vérifiez prudemment que ce montage convient au réglage de leur luminosité, nous ne le garantissons pas.

(060091-1)

Testez vos connaissances

Vous souvenez-vous de quelle année date ce circuit? Répondez au quiz et gagnez jusqu'à 100 € à dépenser dans l'e-choppe Elektor. ↪



14. Amusez-vous avec les feux de circulation

Michael A. Shustov et
Andrey M. Shustov (Allemagne)

Un feu de circulation ou feu tricolore permet d'allumer des LED ou des lampes dans une séquence qui se reproduit sans cesse. Une telle série de lumières peut être utilisée dans des jouets électroniques, des applications de modélisation et de signalisation.

La **figure 1** présente la conception de base d'un feu de circulation (ou feu tricolore) à trois états. Des MOSFET sont utilisés comme éléments de commutation (T1 à T3), mais il est également possible d'utiliser des transistors bipolaires. Deux LED sont allumées simultanément. Il existe trois séquences : LED1 + LED2, LED1 + LED3, et LED2 + LED3, puis on recommence. Ce circuit est également connu sous le nom d'oscillateur en anneau.

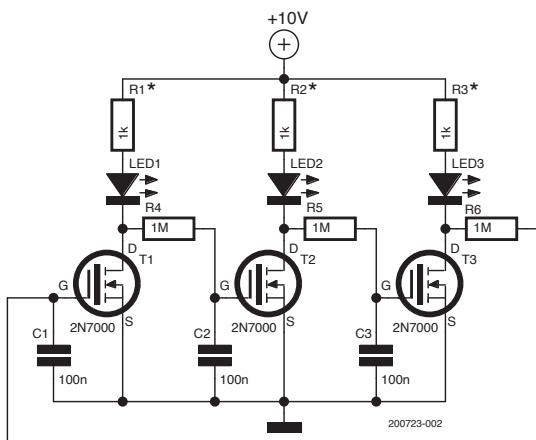


Figure 1. Feu de circulation avec des LED.

La fréquence de l'oscillateur est déterminée par les taux de retard R4/C2, R5/C3 et R6/C1. Avec les valeurs données, elle est d'environ 2 Hz. Les résistances R1, R2 et R3 limitent le courant traversant les LED et vous pouvez les ajuster en fonction de la luminosité et de la couleur des LED souhaitées.

La **figure 2** montre comment ajouter quelques diodes pour modifier le circuit de la **figure 1** afin qu'une seule LED soit allumée à la fois. La séquence est LED1, LED2, LED3 et se répète ensuite. La fréquence de l'oscillateur, presque dix fois plus élevée, est d'environ 20 Hz avec les valeurs des composants données, car les diodes constituent un trajet de décharge rapide pour les condensateurs. Changez les valeurs des condensateurs à 1 µF pour obtenir une fréquence égale à celle du circuit de la **figure 1**.

Lorsque les LED sont toutes de la même couleur, elles peuvent être connectées à une seule résistance de limitation de courant (R1), dont la valeur est déterminée par la tension d'alimentation et le courant de fonctionnement des LED.

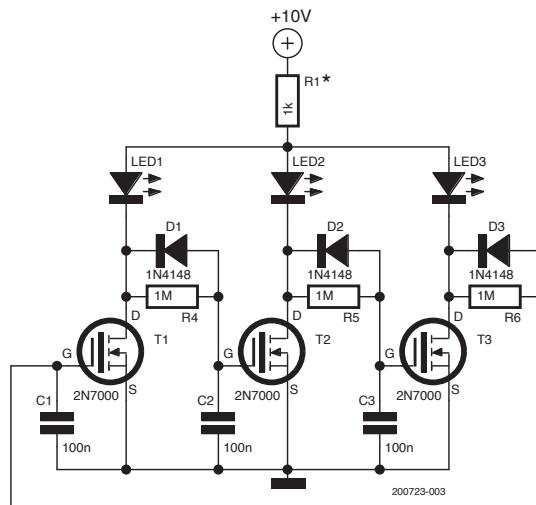


Figure 2. Ce circuit n'allume qu'une seule LED à la fois.

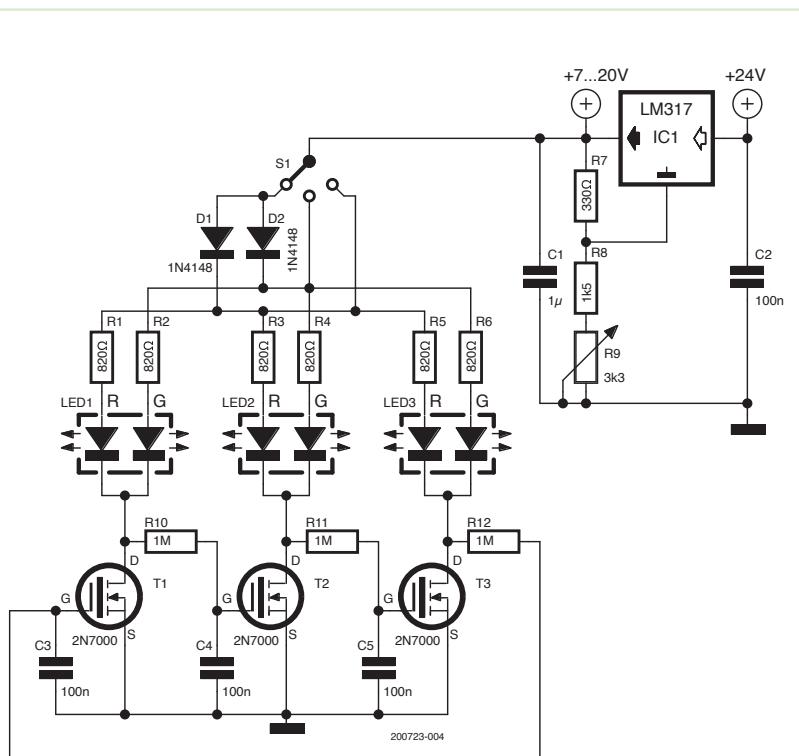


Figure 3. Utilisez des LED bicolores pour des couleurs commutables.

La **figure 3** montre une autre version du premier circuit. La séquence et la fréquence d'éclairage sont les mêmes que pour le circuit de la **figure 1**, mais les LED sont dans ce cas bicolores. L'interrupteur S1 permet de sélectionner la couleur : rouge, vert ou les deux (c'est-à-dire orange). Vous pourriez l'utiliser comme un panneau animé où, par exemple, le rouge indique « non », le vert signifie « oui » et l'orange « peut-être ».

La luminosité est contrôlée par R9 qui fournit une sortie du régulateur de tension IC1 dans la plage de 7 V à 20 V. Le réglage de R9 a également une certaine influence sur la fréquence de l'oscillateur. ▲

200723-04



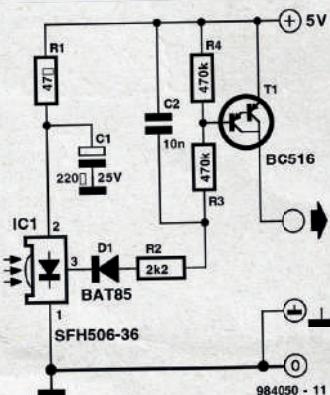
Produits

➤ M.A. Shustov & A.M. Shustov, *Electronic Circuits for All* (Elektor 2017) (SKU 18333)
www.elektor.fr/18333

Quiz: Circuits du passé #04

Le mini-récepteur IR décrit dans le présent article est prévu pour être utilisé en combinaison avec l'émetteur IR décrit ailleurs dans ce numéro. À eux 2 ils constituent un système de télécommande IR. Le schéma prouve que l'on peut se contenter d'un nombre incroyablement faible de composants puisqu'il suffit d'un module de réception intégré du type SFH506-36, d'un détecteur et d'un étage de commutation.

Le présent système n'utilise pas de codage quel qu'il soit, sachant cependant que du côté de l'émetteur la porteuse est dotée d'une modulation simple de manière à permettre un signal de commutation continu. En effet, vu que le module de réception a la caractéristique de passer du niveau « bas » vers le niveau « haut » (la sortie se trouvant au niveau « haut » au



repos lorsque la porteuse reçue dure au-delà de 0,2 s, la porteuse se voit émise sous la forme de trains d'impulsions de courte durée. De ce fait, on dispose à la sortie du module de réception d'une impulsion au rapport cyclique légèrement supérieur à

1/8. À la fréquence de porteuse adoptée ici, à savoir 36 kHz, la fréquence de sortie du module SFH506-36 se trouve ainsi à 281,25 Hz (36/128). Ce signal de sortie subit ensuite un redressement à une constante de temps suffisamment grande pour

obtenir un lissage correct, de sorte que le darlington T1 reste conducteur pendant toute la durée de réception du signal. L'un des inconvénients dûs à la simplicité de ce système infrarouge est qu'il capte également les signaux émis, par une télécommande à code RC5, à ceci près cependant que l'on ne trouve à la sortie de T1 que les enveloppes des trains d'impulsions reçus. On pourra bien entendu mettre à profit à dessein cette situation. On pourrait ainsi, par exemple, piloter un gradateur à SLB0587 à l'aide de ce récepteur. Le paramétrage du SLB0587 ne paraît pas, en pratique, être influencé par les impulsions de code RC5. La consommation de courant du récepteur est de l'ordre de 0,5 mA.

984050-1



Testez vos connaissances

Vous souvenez-vous de quelle année date ce circuit ? Répondez au quiz et gagnez jusqu'à 100 € à dépenser dans l'e-choppe Elektor. ▲

15.

Commande de thyristor avec un seul bouton

Michael A. Shustov et
Andrey M. Shustov (Allemagne)

Il est possible d'amorcer un thyristor en appliquant un signal de commande à sa gâchette. Mais, il ne peut être bloqué qu'en interrompant le courant qui le traverse ou en court-circuitant sa cathode et son anode. Par conséquent, il est plutôt difficile de commander un thyristor avec un simple interrupteur ou un bouton-poussoir. Dans cet article, nous allons examiner plusieurs méthodes permettant de contourner ces difficultés et d'y parvenir finalement.

La **figure 1a** présente une première approche. Au départ, le condensateur C1 est shunté par le commutateur S1, aucune tension n'est fournie à la gâchette du thyristor TH1 et la charge est éteinte. En appuyant sur S1, la charge s'allume et C1 est chargé à travers la résistance R1. Lorsque la tension sur C1 devient suffisamment élevée, le thyristor devient passant. Lorsque l'on relâche S1, C1 se décharge, mais le thyristor reste passant à cause du courant de charge qui le traverse. En appuyant brièvement sur S1, le thyristor est court-circuité et s'éteint. La tension à la gâchette de TH1 est proche de zéro car C1 n'a pas eu le temps de se charger, donc TH1 reste éteint, la charge est déconnectée et nous sommes de retour au point de départ.

La **figure 1b** illustre une autre méthode permettant d'obtenir le même résultat que précédemment, mais cette fois au moyen d'un bouton-poussoir normalement fermé. Dans l'état initial, la charge est éteinte. La tension aux bornes de C1 est trop faible pour amorcer le thyristor en raison du diviseur de tension formé par R1, R2 et la gâchette de TH1. Une pression prolongée sur S1 charge le condensateur C1 à travers la résistance R1 à une tension supérieure à celle d'amorçage du thyristor. Lorsque S1 est relâché, la cathode de TH1 est reconnectée au rail commun (GND). C1 se décharge alors à travers R2 dans la gâchette de TH1. Le thyristor se ferme et connecte la charge à l'alimentation. Une courte pression sur S1 coupe le courant à travers TH1 et déconnecte ainsi la charge. La tension aux bornes de C1 est trop faible pour redéclencher TH1 et le cycle est terminé.

Une troisième façon de procéder est illustrée à la **figure 1c**. Comme précédemment, C1 est initialement déchargé et TH1 ne conduit pas. Dans ce cas, en appuyant sur S1, C1 se charge à travers Rload. Lorsque l'on relâche S1, le condensateur chargé est connecté à la gâchette du thyristor, ce qui permet d'allumer la charge. En appuyant de nouveau sur S1, le condensateur maintenant déchargé est connecté en parallèle avec le thyristor, ce qui est équivalent à un court-circuit bref de TH1, le rendant non passant et la charge s'éteint.

L'approche présentée à la **figure 1d** se distingue par le fait que R1 est connecté en parallèle à C1 et qu'une diode Zener D1 est utilisée pour limiter la tension de la gâchette. Ce circuit fonctionne de la même manière que le précédent. R1 assure la décharge de C1 pour permettre la mise hors tension.

Le circuit de la **figure 1e** fonctionne de façon différente. Au départ, S1 est ouvert, le thyristor TH1 et les transistors T1 et T2 sont tous bloqués, et la charge (une lampe à incandescence) est éteinte. Lorsque l'on appuie brièvement sur S1, T1 commence à conduire et TH1 devient passant. Le circuit de temporisation R4/C1 empêche T2 de s'activer également. Si l'on appuie plus longtemps sur S1, T2 commence à conduire, et il shunt le thyristor. Après avoir relâché S1, T1 se bloque immédiatement, mais T2 reste passant pendant un moment grâce à la charge sur C1. Cela éteint le thyristor et la charge.

Enfin, la **figure 1f** montre un circuit de mise en marche/arrêt à un seul bouton qui utilise deux transistors au lieu d'un. Dans l'état initial, T1 et

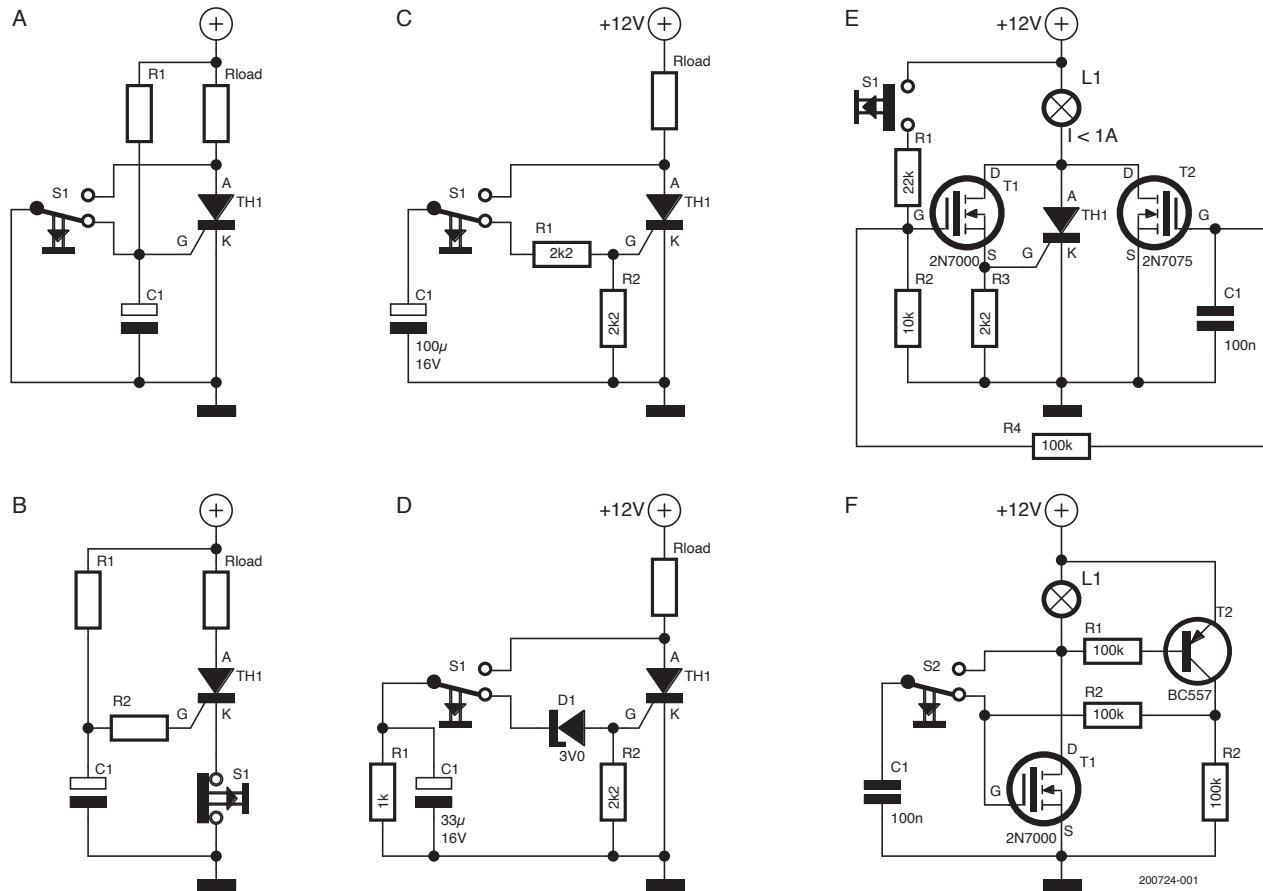


Figure 1. Six façons de réaliser un interrupteur marche/arrêt à un bouton-poussoir, dont cinq sont basées sur un thyristor.

T2 sont bloqués et C1 est chargé. Lorsque l'on appuie brièvement sur S1, T1 s'active et allume la charge. T2 commence à conduire aussi et connecte la grille de T1 à la tension d'alimentation. Cela maintiendra T1 actif après avoir relâché S1. Comme la charge est activée, la tension au drain de T1 est proche de zéro et, par conséquent, C1 est déchargé. En appuyant de nouveau sur S1, on connecte C1, maintenant déchargé, à la grille de T1, ce qui le désactive et la charge s'éteint. T2 se désactive également et le circuit se retrouve dans son état initial.

200724-04

À propos des auteurs

Michael A. Shustov né en 1952. Passionné d'électronique, il a reçu l'indicatif d'appel UA4-131-56 comme radio observateur en 1967. Puis, en 1968, il a reçu l'indicatif d'appel en tant que radioamatuer UA4NEU et ensuite RA4NAU. Il a étudié à la faculté de physique et de technologie de l'Institut polytechnique de Tomsk (TPI) et a travaillé comme chef adjoint de la station de radio communautaire du TPI UK9HAB. Shustov est également titulaire d'un doctorat en chimie, d'un doctorat en sciences techniques, et il est l'auteur et le coauteur de plus de 700 ouvrages imprimés, dont 21 monographies, 2 compilations et 18 inventions.
www.famous-scientists.ru/14268/

Né en 1978, **Andrey M. Shustov** a obtenu un master en sciences à l'Institut électrotechnique de l'université polytechnique de Tomsk et de l'Institut de technologie de Karlsruhe en 2002. Il a obtenu son doctorat à l'université de Kassel en 2009. Il travaille actuellement pour BASF à Ludwigshafen am Rhein (Allemagne). Andrey est l'auteur de plus de 40 publications, dont deux livres.
www.xing.com/profile/Andrey_Shustov



Produits

- **Livre: M.A. Shustov & A.M. Shustov,**
Electronic Circuits for All (Elektor 2017) (SKU 18333)
www.elektor.fr/18333

16 Posemètre quasi analogique pour chambre noire

Rob van Hest (Pays-Bas)



Vous voulez construire un posemètre à minuteur numérique avec un aspect analogique ? Vous pouvez le faire avec quelques interrupteurs, un relais, un potentiomètre et un microcontrôleur.

Un posemètre analogique simple comporte un potentiomètre pour régler le temps requis et dans la plupart des cas un commutateur de sensibilité et un bouton de démarrage. La version numérique est commandée par un clavier ou un codeur rotatif et un écran et fonctionne donc d'une manière totalement différente. Ce temporisateur numérique est analogique, mais il est beaucoup plus précis et stable que son prédecesseur classique.

Matériel

Le schéma de ce minuteur numérique est illustré sur la **figure 1**. Nous utilisons un potentiomètre (P1) pour régler le temps requis et nous pouvons sélectionner l'une des trois plages suivantes avec le commutateur de sensibilité S1 : 1 à 10, 2,5 à 25 et 10 à 100 secondes. Il est facile de définir d'autres plages dans le logiciel. Selon la fiche technique du microcontrôleur PIC12F1840, la précision de la synchronisation est de $\pm 1\%$ en utilisant l'oscillateur interne. Pour cette application, on considère que cette précision est suffisante, donc aucun quartz externe n'est utilisé.

L'échelle du temps est complètement linéaire et dépend uniquement de la qualité du potentiomètre, qui sert simplement de diviseur de tension. Il est donc possible de l'étalonner avec un multimètre précis. La plage est sélectionnée par le commutateur à trois positions S1.

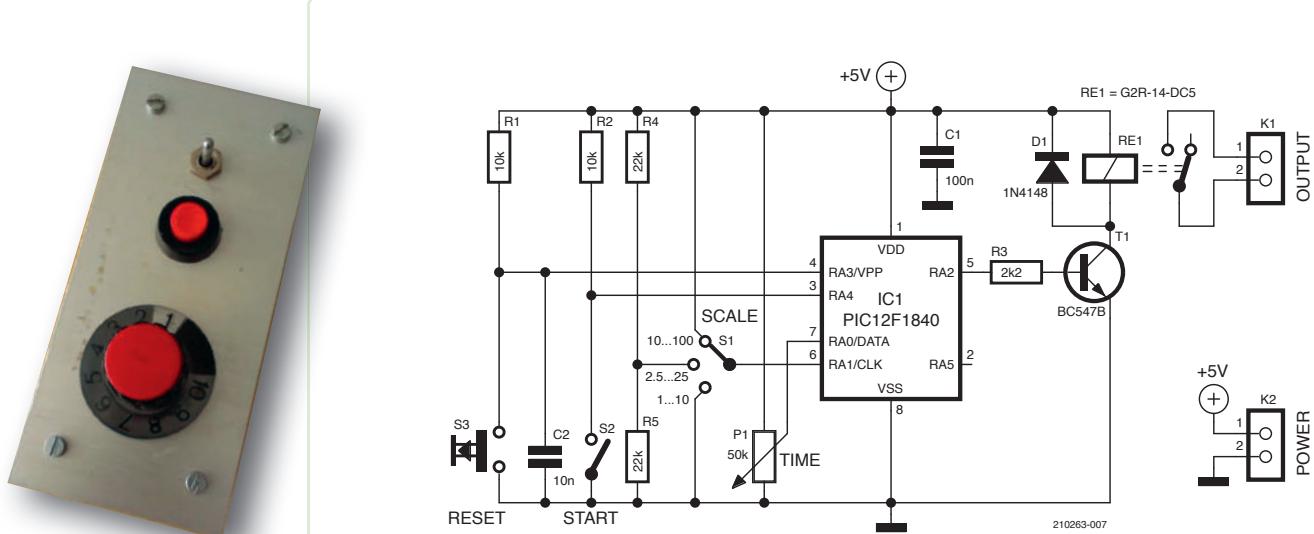


Figure 1. Schéma du posemètre.

connecté à une deuxième entrée analogique. Les facteurs de multiplication des plages sont des valeurs exactes, de sorte qu'aucun étalonnage séparé n'est nécessaire pour chaque échelle.

La version finale du circuit est construite sur Veroboard ; elle est très simple alors nous n'avons pas conçu de circuit imprimé. Le circuit est alimenté par un adaptateur CA avec une tension de 5 VCC ; n'importe quel chargeur USB fera l'affaire.

Il nous faut un peu de code

Le logiciel est écrit en C pour le compilateur CC5X de B. Knudsen [1]. Le code source et le fichier HEX pour ce posemètre sont disponibles en téléchargement sur la page de ce projet sur Elektor Labs [2]. Vous pouvez utiliser la version gratuite du compilateur pour ce petit programme.

Au début de l'intervalle du temps, le CAN prélève un échantillon du potentiomètre. Cette valeur est multipliée par un facteur d'échelle et ajoutée à un offset. Le résultat est placé dans le comparateur de Timer1, qui génère une interruption à une fréquence comprise entre 2 et 20 Hz. Dans de nombreux programmes similaires, le comparateur de Timer1 fait appel à une routine d'interruption. Mais, ce programme est rapide et très simple, car il ne fait que décrémenter une variable dépendant de la plage et vérifier le zéro. Par conséquent, l'indicateur d'interruption est vérifié dans la boucle principale. Si la variable décrémentée devient nulle, la sortie est désactivée et le microcontrôleur passe en mode veille.

La modification des réglages du potentiomètre ou de l'interrupteur pendant un intervalle de fonctionnement n'a aucun impact sur la temporisation. La seule façon d'arrêter l'appareil est d'appuyer sur le bouton Reset ou de l'éteindre.

Lorsque le minuteur est actif, la sortie RA5 est basculée (0,5 à 5 Hz) pour indiquer son activité ; il suffit de connecter une LED avec une résistance série de 1 k à cette sortie pour ajouter un indicateur optique. Si d'autres plages sont nécessaires, les facteurs de multiplication **MULT1**, **MULT2** et **MULT3** peuvent être modifiés par logiciel. Si vous souhaitez avoir d'autres gammes, remplacez le commutateur S1 par un autre à positions multiples et ajoutez plus de résistances (égales). Dans le programme, modifiez les lignes après **GetAD(1)** selon vos besoins et ajoutez plus de facteurs **MULTx**.

Si vous préférez que les plages commencent à zéro plutôt qu'à 10 % de la valeur maximale, le commentaire dans le programme vous indique quelles constantes doivent être modifiées.

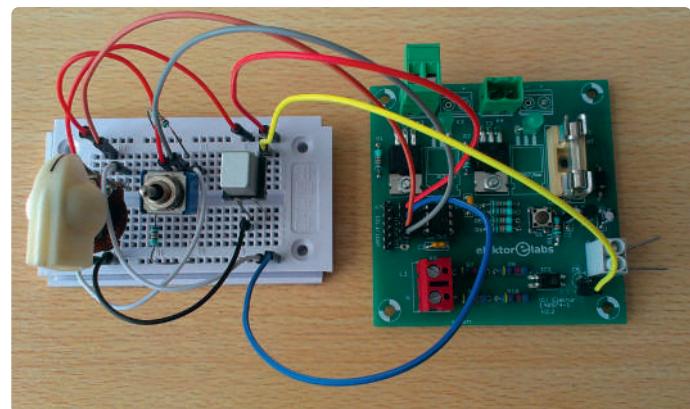


Figure 2. Un ancien circuit imprimé d'Elektor provenant d'un autre type de projet (140574) s'avère utile lors du prototypage.

Note de l'éditeur : Dans la section des commentaires de la page Elektor Labs, il y a une discussion à propos de la précision de ce minuteur lorsque l'oscillateur interne du microcontrôleur est utilisé. Dans la section de mise à jour, l'auteur suggère l'utilisation de circuits d'oscillateurs externes pour améliorer la précision et la stabilité. Cependant, il est convaincu que la conception originale offre le meilleur compromis entre précision et coût. ↗

210263-04

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (trainer99@ziggo.nl), ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



► T. Hanna, *Microcontroller Basics with PIC* (Elektor 2020)
(SKU 19188) www.elektor.fr/19188

↓ Télécharger le projet

www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



LIENS

[1] Compilateur CC5X, B Knudsen: <https://www.bknd.com/>

[2] Page du projet sur Elektor Labs : <https://www.elektormagazine.fr/labs/quasi-analog-exposure-timer-for-the-dark-room>

Circuits à volonté

de la communauté Hackster.io



Alie Gonzalez et l'équipe Hackster

Hackster.io est une grande communauté en ligne axée sur l'électronique. Débordant de projets matériels et logiciels, c'est un endroit où les ingénieurs, les fabricants et les étudiants peuvent trouver l'inspiration. Les guides détaillés de leur communauté sont une mine de connaissances qu'il faut voir pour y croire. Vous trouverez ci-dessous quelques-uns de nos projets préférés.



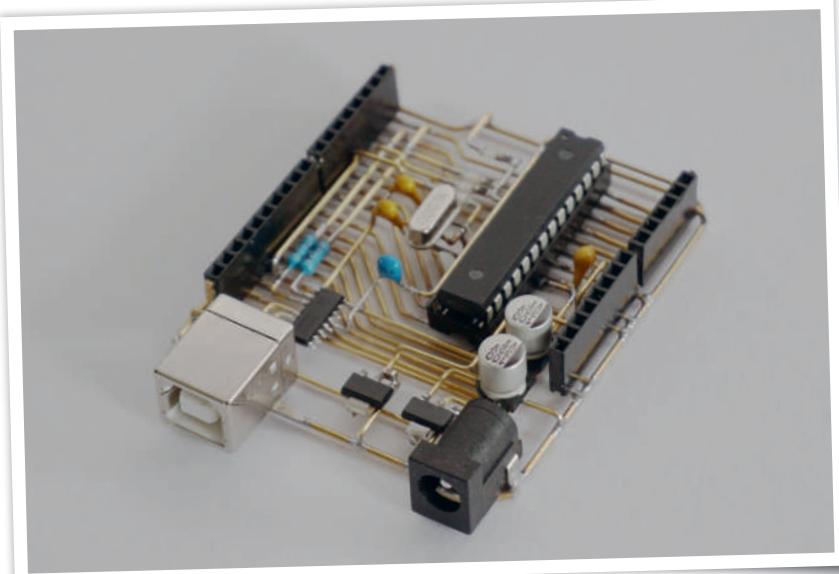
Abonnez-vous à la lettre d'information de Hackster.io !

Projet 1: squelette Arduino Uno

Les circuits imprimés ont changé le monde. Ils stabilisent les circuits et éliminent les câblages anarchiques redoutés des plaques d'essai. Mais que se passerait-il s'il y avait un juste milieu entre l'efficacité d'un circuit imprimé et la satisfaction de câbler un circuit ? C'est exactement là qu'intervient ce projet. En utilisant le câblage en l'air de fils de laiton, il est possible de recréer le circuit entrelacé complexe contenu sur un PCB Arduino Uno.

Simplifier le circuit

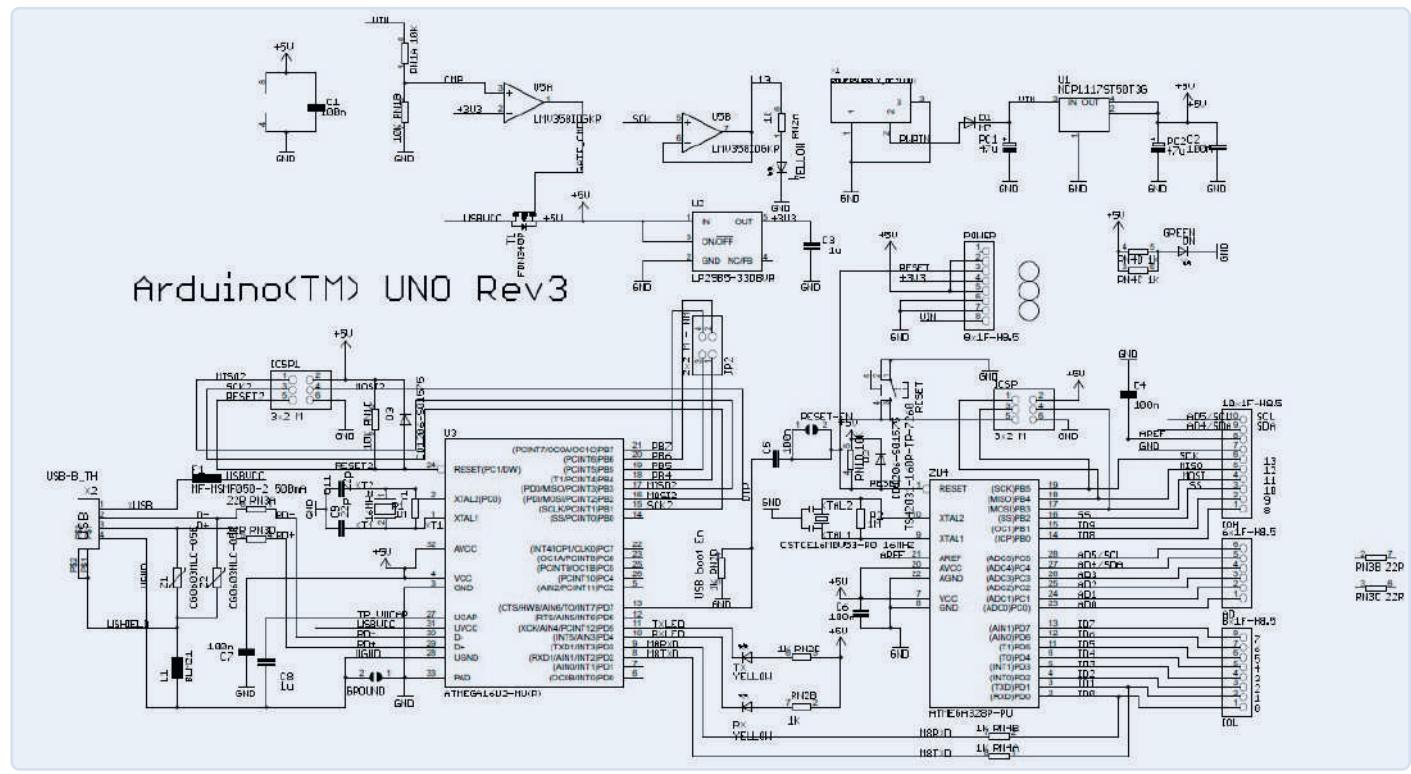
Un Arduino Uno standard contient de nombreux petits composants CMS ainsi que des fonctionnalités qui rendraient ce projet trop volumineux. Pour le rendre plus réalisable, le projet simplifie et divise l'Arduino Uno en quatre parties essentielles :



1. Le microcontrôleur ATmega328 avec son connecteur DIP, un oscillateur 16 MHz, deux condensateurs 22 pF et les connecteurs d'entrée/sortie.
2. Le circuit d'alimentation, qui contient un régulateur de tension de 5 V et de 3,3 V, deux condensateurs de 100 µF et un connecteur d'alimentation.
3. Le circuit USB vers UART, composé du connecteur USB ainsi que du convertisseur série CH340C avec son oscillateur respectif et deux résistances.
4. Les LEDs de signal pour l'alimentation, TX, RX et la LED D13 de défaut.

Construction

Grâce à la disposition simple de l'Arduino Uno, la plupart des circuits peuvent être créés à l'aide d'un gabarit en papier. Pour faciliter l'alignement, vous devrez également créer un gabarit pour maintenir les connecteurs en place.



Le projet a utilisé quelques platines de prototypage finement découpées disposées en anneau et soudées ensemble pour définir la forme de l'Arduino Uno tout en laissant un trou au centre pour souder le reste des composants.

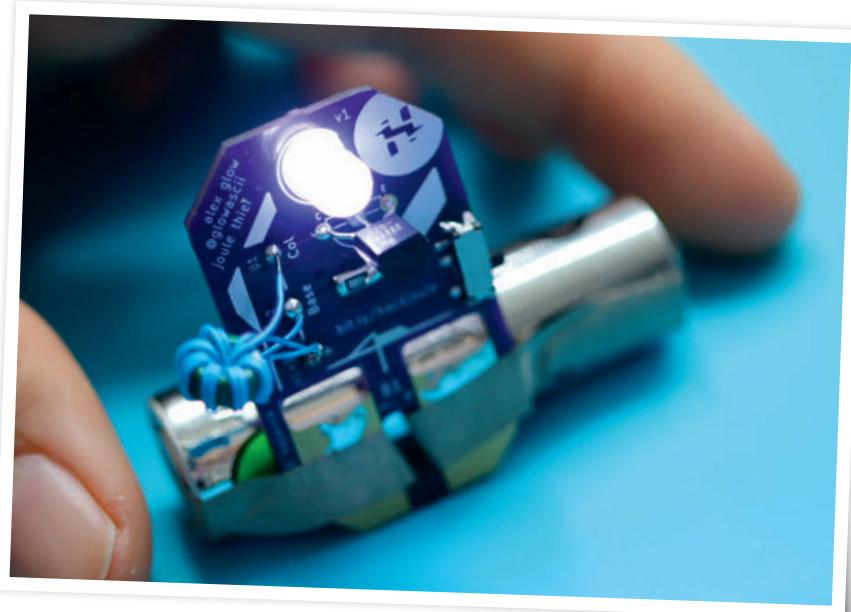
À partir de là, commencez à créer le circuit à microcontrôleur, après quoi vous devrez

le tester avec un programmateur USBasp via l'interface AVR ICSP. Une fois que vous avez vérifié que tout fonctionne, procédez au câblage du reste des circuits séparément du circuit principal, puis connectez-les au circuit principal.

Enfin, les LED de signalisation utilisées dans le projet sont de minuscules LED CMS de

type 1206. Pour bien les souder, réglez votre fer à souder à basse température et soyez le plus rapide possible, sinon vous dessouderez l'autre côté. Il vous suffit maintenant d'alimenter la carte, de connecter un câble USB et de télécharger un sketch pour le clignotement ! Le squelette Arduino Uno peut être trouvé sur www.hackster.io [1]

Projet 2: PCB Joule Thief (« voleur de joules »)



Tout le monde a un tas de piles apparemment mortes qui attendent d'être jetées. Mais, saviez-vous qu'il existe un circuit simple, mais magique, qui peut aspirer les derniers électrons de vos vieilles batteries ?

Ce tutoriel explique le fonctionnement suraturel d'un circuit voleur de joules et comment vous pouvez l'utiliser pour alimenter une LED à partir d'une pile AA ou AAA fournissant à peine 0,5 V !

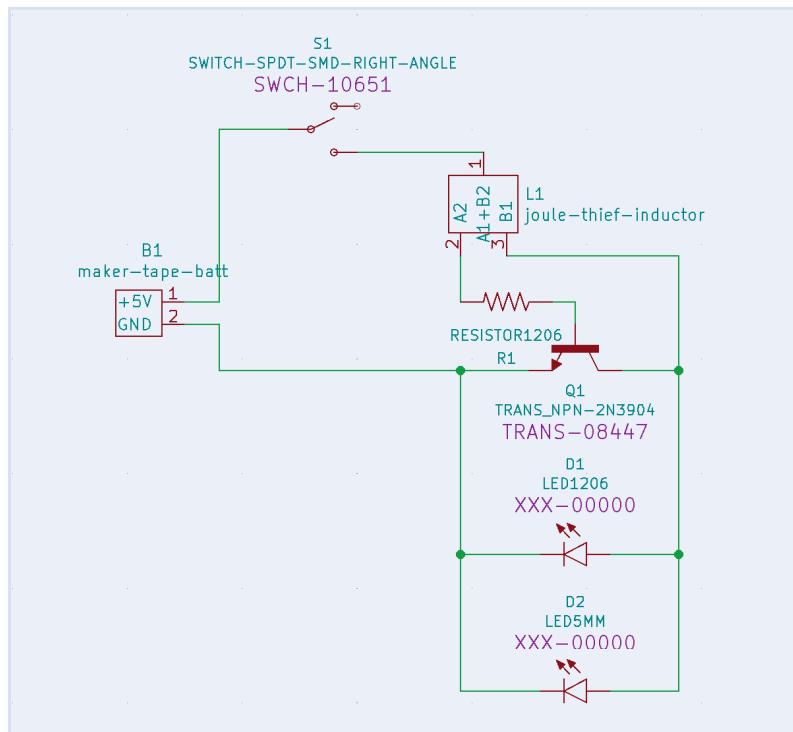
Composants

Le circuit voleur de joules est composé de six éléments : un transistor NPN, une LED, une résistance de $1\text{ k}\Omega$ et un noyau de ferrite sur lequel vous enroulez deux bobines opposées avec du fil de wrapping. Le noyau de ferrite peut être récupéré à partir d'ampoules fluorescentes compactes, de transformateurs/adaptateurs de puissance ou de déchets électroniques dans votre makerspace local. De plus, vous pouvez ajouter un simple interrupteur à glissière pour allumer et éteindre facilement le circuit.

Découvrir la magie

En bref, le circuit agit comme un amplificateur de tension auto-oscillant en convertissant la faible tension de la batterie en une série d'impulsions rapides à une tension plus élevée. Ceci est réalisé par une boucle de rétroaction positive créée avec deux bobines opposées. Le courant circulant dans la bobine reliée à la base du transistor ouvre légèrement ce dernier, permettant au courant de circuler

dans la seconde bobine reliée au collecteur du transistor. Comme les deux bobines sont couplées, ce courant fait augmenter la tension sur la base. Grâce à cette rétroaction positive, le transistor sature rapidement. Cependant, du fait de la faible alimentation, le circuit ne peut pas maintenir cet état, et, aidé une fois de plus par la contre-réaction positive, le transistor se bloque rapidement. Le transistor étant maintenant bloqué, l'énergie stockée dans la bobine ne peut être absorbée que par la charge, une LED dans ce cas. Le résultat : une LED clignotant à une fréquence d'environ 80-100 kHz ! Le projet du PCB Joule Thief est disponible sur www.hackster.io. [2]



Projet 3: fenêtre sur le Monde



Les fenêtres sont notre lien avec le monde. À travers une fenêtre, nous pouvons connaître le temps qu'il fait, regarder notre environnement et estomper la frontière entre notre maison et le monde extérieur. Le plus gros problème d'une fenêtre est qu'elle est statique par rapport à l'endroit où l'on vit. C'est là qu'intervient ce projet. À l'aide d'un téléviseur Android, de capteurs à effet Hall et d'une carte du monde, vous pouvez transformer la vue depuis votre fenêtre en un flux immersif en direct depuis n'importe quelle ville du monde.

Créer un sentiment d'immersion

Piloté par un ESP32S et un ensemble de capteurs à effet Hall intégrés dans une carte métallique, vous pouvez déplacer un avion magnétique – ou tout autre objet doté d'un aimant – tout autour de la carte sur les différentes LED indiquant les emplacements disponibles.

Simultanément, une caméra thermique est montée au plafond au-dessus de la carte pour suivre votre position devant le cadre et vous donner une fausse, mais immersive sensation de perspective.

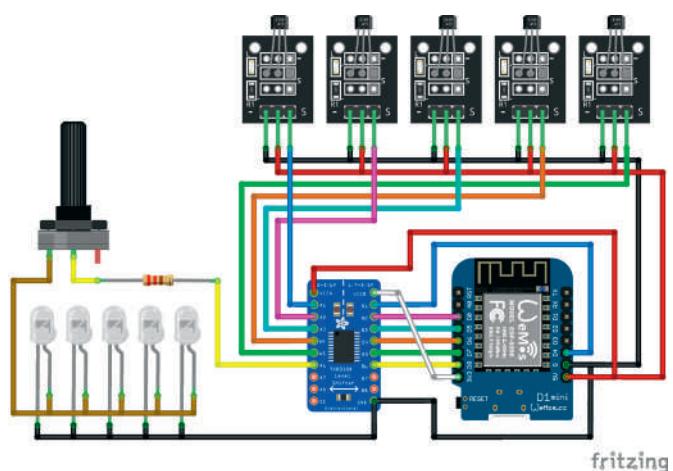
Enfin, un téléviseur Android est intégré dans un mur et un cadre de fenêtre est construit devant le téléviseur pour masquer la bordure du téléviseur et ajouter la dernière couche de réalisme.

Code

Le projet utilise un client de messagerie Mosquitto MQTT pour publier les données de localisation de la carte du monde dans le script Python qui génère ensuite le flux en direct HTTP (HLS) approprié à l'aide de VLC. Le fichier index et les segments HLS sont ensuite transmis à un serveur Web Apache qui les envoie au téléviseur.

Le client de messagerie MQTT publie également les données de localisation ainsi que les données de position du capteur thermique vers le téléviseur afin de recharger le flux et de modifier la position de la fenêtre pour simuler un changement de perspective.

Tous les détails sur la construction du projet « Fenêtre sur le Monde » sont disponibles sur www.hackster.io. [3]



Projet 4: Glacière autonome « Suivez-moi »

Vous en avez assez de trimballer votre glacière, votre sac à dos ou vos courses ? Eh bien, ces jours sont révolus grâce à ce projet de glacière autonome qui vous suit partout sans vous fatiguer. À l'aide d'un module Bluetooth intégré et de l'application Android Blynk, cette glacière peut se coupler à votre téléphone et vous suivre partout grâce à un flux de coordonnées GPS.

Matériel

La plate-forme elle-même est constituée de planches de bois aggloméré (MDF) coupées et clouées ensemble pour créer une boîte ouverte à bordures destinée à contenir la glacière et abriter l'électronique. De là, les roues motrices sont fixées à l'aide de deux supports imprimés en 3D pour monter les moteurs 12 V à couple élevé. À l'arrière de la plate-forme, une roue pivotante est fixée avec un autre support imprimé en 3D.

L'électronique de contrôle se compose d'un Arduino Uno, d'un module Bluetooth HC-05,

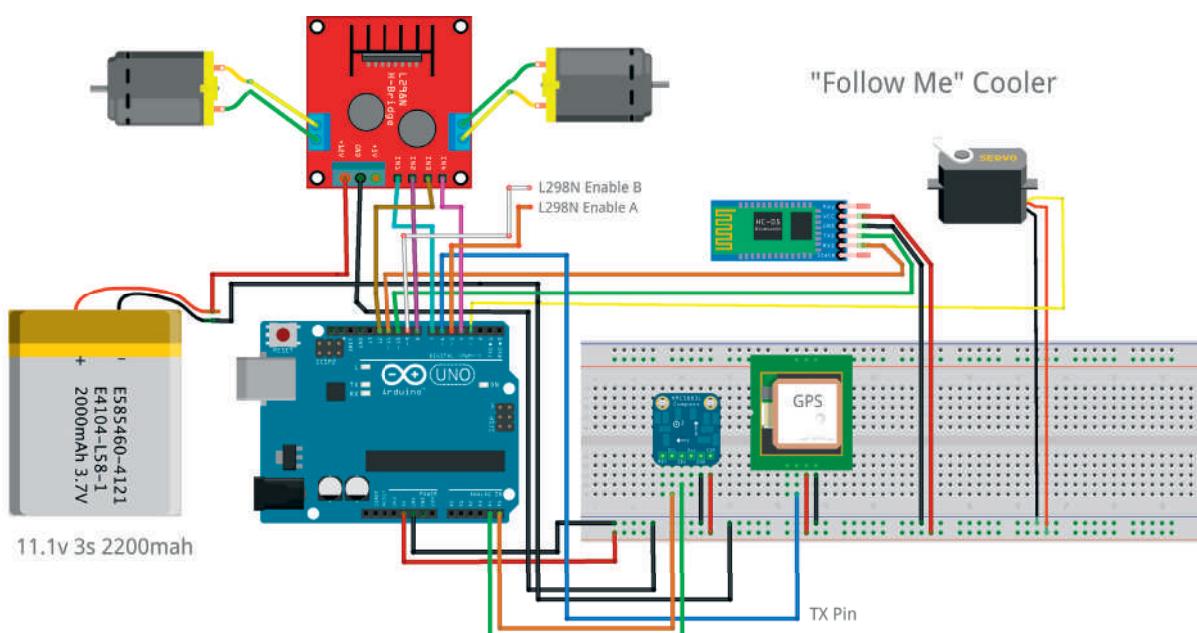


d'une batterie LiPo 3S, d'un pilote de moteur L298N, d'un module GPS PAM-7Q et d'une boussole HMC6883L. Les moteurs sont alimentés par la batterie, le circuit de commande par la source d'alimentation 5 V de l'Arduino. En prime, le projet comprend un

couvercle motorisé alimenté par un servomoteur MG996R avec un bras articulé imprimé en 3D.

Des instructions complètes pour construire votre propre glacière autonome « Suivez-moi » sont disponibles sur www.hackster.io. [4]

220298-04



À propos de Hackster.io

Hackster.io, une communauté Avnet, est la communauté de développeurs à la croissance la plus rapide au monde pour l'apprentissage, la programmation et la construction de matériel. En réunissant un réseau mondial de près de deux millions d'innovateurs et des centaines de partenaires technologiques, Hackster espère faciliter la création de solutions qui font du monde d'aujourd'hui un endroit plus intelligent et plus connecté.

LIENS

- [1] Squelette Arduino Uno: <https://bit.ly/3NjOYBa>
- [2] Glacière autonome « Suivez-moi »: <https://bit.ly/2FuGE4g>
- [3] Circuit imprimé « Joule Thief »: <https://bit.ly/3naZT5Q>
- [4] Fenêtre sur le Monde: <https://bit.ly/3OzY5Pq>

17

Minuteur analogique de bronzage

solution intelligente pour prévenir les coups de soleil



**Michael A. Shustov et
Andrey M. Shustov (Allemagne)**

Vous voulez avoir un teint en toute sécurité ? Ce simple circuit entièrement analogique vous permet d'estimer la dose de rayonnement UV reçue pendant une séance de bronzage.

Le minuteur de bronzage mesure le temps nécessaire pour charger un condensateur à un certain niveau au moyen d'une photorésistance (LDR). Lorsque ce niveau est atteint, un comparateur se déclenche et allume une LED. En définissant plusieurs seuils, il est possible de définir différents intervalles dont chacun correspond à une certaine dose de rayonnement UV.

Circuit

En fait, le minuteur de bronzage est un indicateur de charge où cette dernière est contrôlée par la lumière incidente (du soleil). Son schéma est représenté sur la **figure 1**. Ici, le condensateur à charger est soit C1, soit C2, soit C3, en fonction de la position de S3. Cela permet d'obtenir trois plages de mesure.

Au début, lorsque le minuteur est mis sous tension, les condensateurs sont tous déchargés. La tension aux entrées de l'amplificateur opérationnel inverseur est de 0 V, et les LED et le buzzer sont éteints. Lorsque vous basculez S1, le minuteur démarre. Le condensateur sélectionné par S3 commence maintenant à se charger à travers LDR1. La valeur de LDR1 dépend de l'intensité de la lumière qui l'éclaire. En plein soleil, sa valeur sera faible et le condensateur se chargera rapidement. Dans l'obscurité, la valeur de LDR1 est très élevée et le condensateur se charge lentement. Par conséquent, le taux de charge est proportionnel à l'intensité de la lumière captée par LDR1.



La tension sur le condensateur est surveillée par l'échelle de comparateurs IC1A à IC1D et IC2A à IC2D. L'échelle de diviseurs de tension R10 à R18 définit les niveaux de déclenchement de chaque comparateur. Lorsque la tension du condensateur devient supérieure à la tension fixée par R10, la sortie de IC1A passe au niveau bas et la LED1 s'allume. Comme la tension du condensateur continue à augmenter, elle dépassera le prochain seuil (fixé par R10 + R11). La sortie de IC1B passe au niveau bas et la LED2 s'allume aussi. Ce processus continue jusqu'à ce que la tension sur le condensateur atteigne sa valeur maximale (si l'état de S1 ne change pas entre-temps). À ce stade, toutes les LED sont allumées.

S2 permet de sélectionner l'une des sorties du comparateur pour faire retentir une alarme sonore en utilisant le buzzer BUZ1. Ceci indique le niveau prédéfini pour votre dose quotidienne d'UV. Lorsque le buzzer commence à sonner, vous devez vous mettre à l'abri du soleil. Il continuera à sonner jusqu'à ce que le minuteur soit éteint avec S1 (ou en débranchant l'alimentation électrique).

Il faut noter que dans des conditions de luminosité constante, la tension sur le condensateur n'augmente pas linéairement (voir **figure 2**). Les seuils de déclenchement des comparateurs doivent suivre cette courbe, ce qui explique pourquoi les résistances R10 à R18 ont des valeurs différentes.

Quelques astuces pratiques

Pour obtenir une meilleure précision, les condensateurs C1, C2 et C3 doivent être à faible fuite. LDR1 doit être sensible aux longueurs d'onde comprises entre 300 et 400 nm ou dans la zone des ultraviolets. Il est possible de régler la sensibilité du LDR1 en lui ajoutant des filtres de lumière de différents niveaux de transparence placés devant. L'inten-

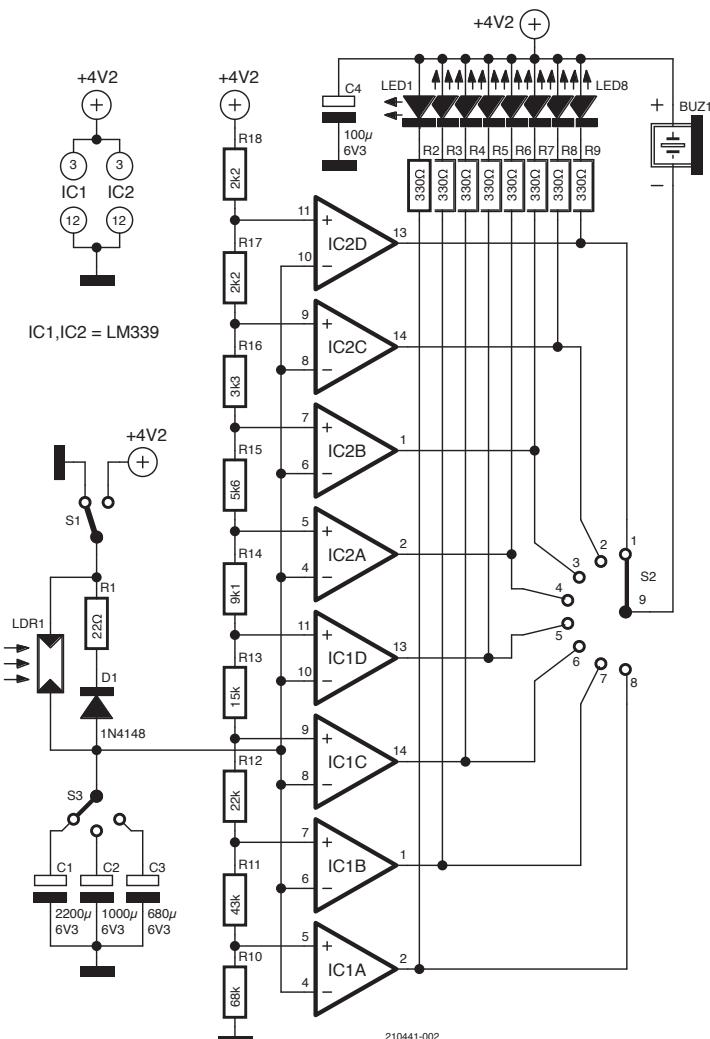


Figure 1. Le minuteur de bronzage complet offre huit prérglages pour un seuil d'alarme. Si quatre prérglages suffisent, on peut laisser de côté IC2 et les composants qui lui sont associés. Dans ce cas, changez R10 en $110\text{ k}\Omega$, R11 en $36\text{ k}\Omega$, R12 en $15\text{ k}\Omega$ et R13 en $5,6\text{ k}\Omega$. Il faut également choisir $R14 = 2,2\text{ k}\Omega$ et le connecter à la tension d'alimentation.

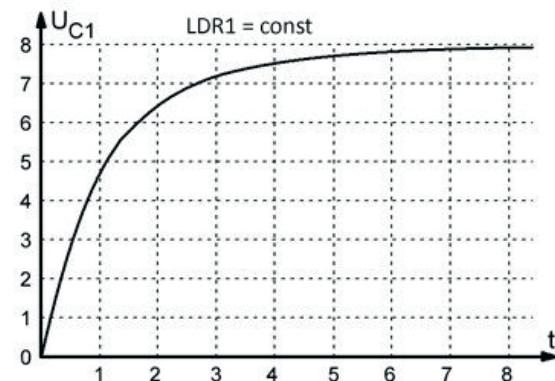


Figure 2. Voici comment le condensateur se charge lorsque la valeur de LDR1 est maintenue constante.

sité lumineuse varie lorsque les nuages passent ou que le soleil se déplace, la résistance de la photorésistance change alors, en fonction des périodes de temporisation du minuteur.

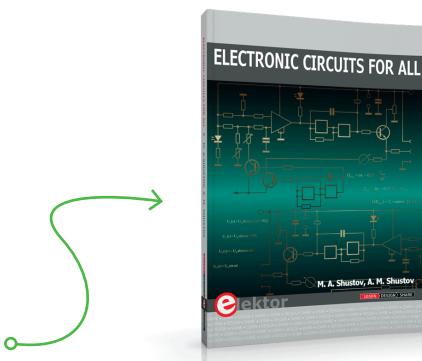
Le minuteur de bronzage doit être étalonné expérimentalement en partant de la valeur la plus basse possible. **Veuillez noter que le temps d'exposition au soleil en toute sécurité est un facteur purement individuel et dépend des caractéristiques de la peau humaine !**

210441-04



Produits

- M. A. Shustov & A.M. Shustov, *Electronic Circuits for All* (Elektor 2017) (SKU 18333)
www.elektor.fr/18333



18 Encore une interface LCD à un seul fil

un microcontrôleur est nécessaire pour le faire

Rob van Hest (Pays-bas)

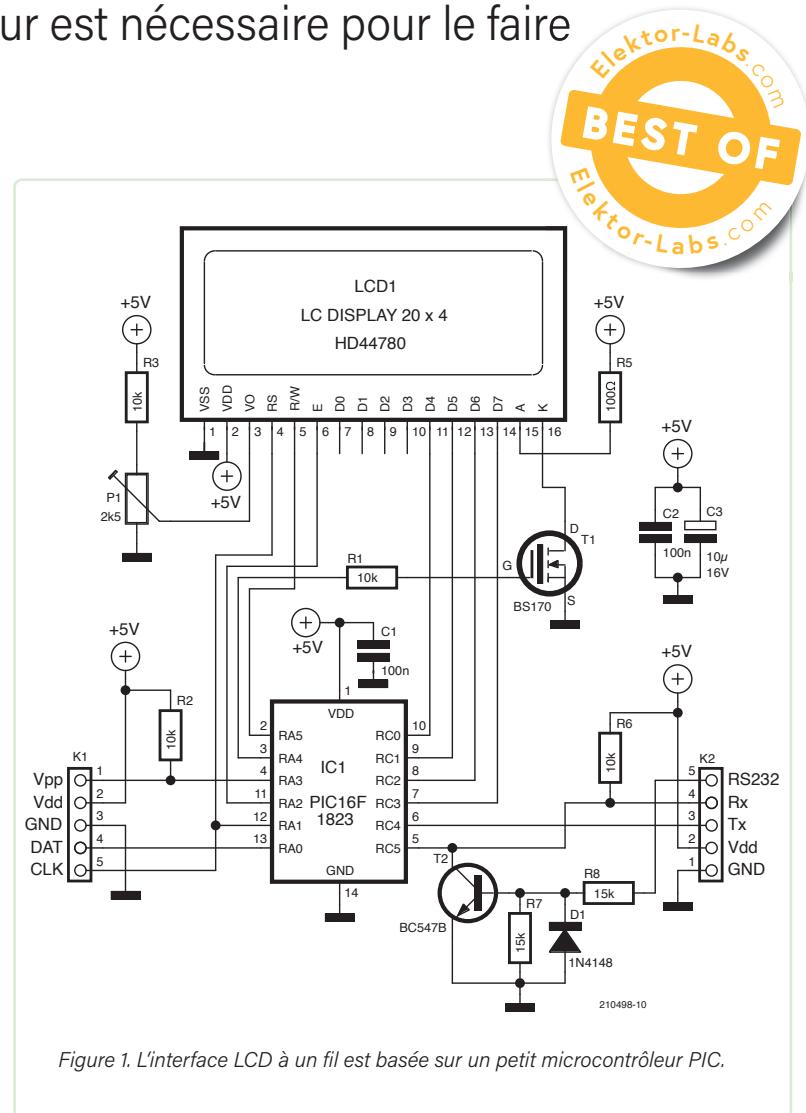
Il existe de nombreuses interfaces permettant d'envoyer des données à un écran LCD alphanumérique standard via un fil, grâce à un registre à décalage.

L'interface présentée ici utilise un microcontrôleur qui reçoit les données de l'hôte au moyen d'une UART.

J'avais besoin d'un écran LCD pour l'un de mes projets, mais sur le système hôte, une seule broche était disponible pour le piloter. Pas de souci : il existe de nombreux exemples proposés notamment par *Elektor* pour construire une telle interface. La plupart d'entre eux utilisent un registre à décalage, mais je n'en avais pas, dans mon stock privé de composants. Il a donc été nécessaire de réaliser la fonction de décalage par logiciel à l'aide d'un petit microcontrôleur. Mais réfléchissons. Pourquoi implémenter une nouvelle interface des deux côtés alors que des interfaces standards existent déjà ? J'ai donc décidé d'utiliser une UART pour la connexion. Les couches inférieures de l'interface sont déjà mises en œuvre dans le microcontrôleur, ce qui rend le reste du projet très simple.

Matériel

La **figure 1** montre le schéma de cette interface LCD série. J'ai utilisé un microcontrôleur PIC16F1825 à 14 broches de Microchip Technology, mais le PIC16F1823, plus abordable, fera également l'affaire. La plupart des broches sont utilisées pour contrôler l'afficheur, mais une broche reste disponible et peut servir pour une fonction supplémentaire (ou même deux si la programmation basse tension est désactivée). Deux entrées série sont disponibles : une interface compatible RS-232, qui peut par exemple être connectée à un PC (je l'ai utilisée pour tester le micrologiciel), et une interface UART-TTL, qui peut être utilisée pour connecter le circuit au microcontrôleur du système hôte. Dans ce dernier cas, il est possible d'omettre le T2 et les composants environnants. Le débit n'est que de 9600 bauds ; il est donc possible d'utili-



liser le circuit simple avec T2 pour convertir un signal RS-232 au niveau logique de l'entrée RC5 du microcontrôleur. On choisit également un débit en bauds faible, le système hôte n'ayant ainsi pas besoin d'inclure des cycles d'attente après certaines commandes.

T1 est inclus pour commuter le rétroéclairage de l'écran LCD, et le trimmer P1 règle le contraste de l'écran. K1 fournit la connexion pour une interface de programmation Microchip Pickit, mais ce connecteur peut être omis dans la réalisation finale. Bien que j'aie conçu un circuit imprimé, la version finale a été réalisée sur Veroboard (**figure 2**), car je n'avais besoin que d'une seule pièce. Le circuit imprimé n'a donc jamais été produit et testé. Néanmoins, les fichiers Eagle peuvent être téléchargés sur la page Elektor Labs de ce projet [1] ; vous pouvez les utiliser à vos propres risques.

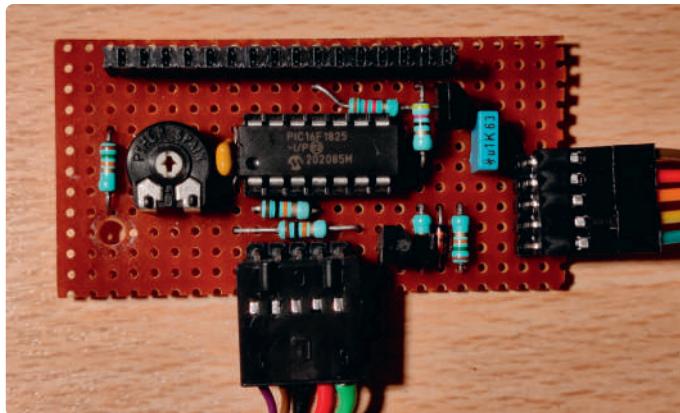


Figure 2. Circuit construit sur une plaque Veroboard.

Logiciel

Le programme est compilé avec le compilateur CC5X de B. Knudsen [2]. Le code source de cette interface et le fichier HEX sont disponibles pour téléchargement sur la page Elektor Labs de ce projet [1].

Pour comprendre les étapes suivantes, vous pouvez effectuer une recherche en ligne sur le contrôleur LCD HD44780 [3]. S'il s'agit d'envoyer un octet à l'écran, nous devons placer deux octets successivement sur les quatre fils D4... D7.

La première idée était de réaliser l'écran sous la forme d'un petit terminal VT52 ou VT100, mais cela demandait beaucoup trop d'opérations pour un appareil aussi simple. La version finale n'est donc trop sophistiquée.

Il y a trois modes implémentés dans mon micrologiciel pour envoyer des données à l'écran : 4 bits, 8 bits de données et 8 bits de contrôle. En mode 4 bits, le programme place simplement les 4 bits de poids faible (0... 3) de chaque caractère reçu sur les quatre fils du LCD, en utilisant le bit 4 pour contrôler l'entrée RS (0 = contrôle, 1 = données). Il est possible de contrôler entièrement l'affichage avec les caractères ASCII 0x20 à 0x3f (« > » à « ? », voir les exemples). Pour envoyer un octet de données à l'écran, nous avons besoin de deux quartets, donc de deux caractères transmis au microprocesseur via l'UART. Le microprocesseur attend la réception du deuxième caractère avant de placer le premier quartet sur les fils. Pour éviter que l'interface ne « se bloque », il y a un délai d'attente avant la réception de ce deuxième caractère : l'interface est réinitialisée si elle ne le reçoit pas au bout d'une seconde.

Dans les modes 8 bits, le microcontrôleur divise les données entrantes en deux quartets pour le LCD. Comme aucun bit supplémentaire n'est disponible pour l'entrée RS, des modes 8 bits de contrôle et 8 bits de données distincts sont nécessaires. On peut simplement envoyer une chaîne de caractères en mettant le LCD en mode données sur 8 bits et en envoyant la chaîne sous forme de caractères ASCII. L'utilisation du contrôle sur 8 bits est moins utile, car souvent, il n'est pas plus efficace que le contrôle sur 4 bits. Les codes de contrôle suivants sont disponibles (n'utilisez pas ces codes pour des caractères en mode données sur 8 bits !)

- CTRL-A (0x01) – rétroéclairage éteint
- CTRL-B (0x02) – rétroéclairage allumé
- CTRL-C (0x03) – envoi de 8 bits de contrôle
- CTRL-D (0x04) – envoi de 8 bits de données (ASCII)
- CTRL-E (0x05) – effacement de l'écran
- Échappement (0x1b) – envoi de 4 bits de contrôle et de données

En l'absence de fonctions intelligentes, il est possible d'utiliser tous les types d'afficheurs basés sur le contrôleur LCD HD44780 et autres versions compatibles. Il appartient au système hôte de gérer les informations relatives au nombre de lignes et de caractères. ↗

210498-04

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (trainer99@ziggo.nl) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

Exemples de contrôle de l'écran LCD

effacer l'écran, allumer le rétroéclairage et imprimer « test 1 » sur la première ligne en utilisant l'interface 8 bits :

```
0x05,0x02,0x04,'test 1' (ctrl-e,ctrl-b,ctrl-d,'test 1')
```

même séquence en utilisant une interface à 4 bits :

```
0x1b,0x20,0x21,0x02,0x37,0x34,0x36,0x35,0x37,0x33,0x37,0x34,0x32,0x30,0x33,0x31 (Esc,'!',ctrl-b,'746573742031')
```

imprimer « line 2 » sur la deuxième ligne de l'écran en utilisant une interface à 8 bits :

```
0x03,0xc0,0x04,'line 2'
```

même chose en utilisant une interface à 4 bits :

```
0x1b,0x2c,0x20,0x36,0x3c,0x36,0x39,0x36,0x3e,0x36,0x35,0x32,0x30,0x33,0x32 (Esc,', 6<696.652032')
```

 Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



Produits

- IIC/I²C Serial Interface Adapter Module (SKU 19332)
www.elektor.fr/19332
- 2x16 Character LCD blue/white (SKU 17757)
www.elektor.fr/17757

LIENS

[1] B Knudsen Data, compilateur CC5X : <https://www.bknd.com/cc5x/>

[2] Ce projet sur Elektor Labs : <https://www.elektormagazine.fr/labs/yet-another-1-wire-lcd>

[3] « Contrôleur LCD HD44780 de Hitachi », Wikipedia : <https://fr.wikipedia.org/wiki/HD44780>

19. Générateur PWM simple avec AVR ATtiny13

Thomas Dausner (Allemagne)

La commutation modulée en largeur d'impulsion est une technique efficace pour contrôler la puissance dissipée dans une charge. Cette conception simple à quatre composants permet de construire un générateur PWM réglable à l'aide d'un petit microcontrôleur à 8 broches. Vous disposez peut-être déjà d'un microcontrôleur AVR prêt à être utilisé. Il vous suffit d'ajouter quelques composants pour construire ce générateur PWM utile.

Pour l'un de mes projets récents, j'avais besoin de contrôler l'alimentation d'une matrice de LED étanche. Le réseau était composé de dix LED rouges CREE XP E2 de 1 W 75 lm/W et de cinq LED Cree XM-L blanc chaud de 3 W 73 lm/W montées sur un bloc d'aluminium de 35 mm de hauteur et de 53 mm de diamètre. Je n'étais pas sûr de la luminosité, des pertes de puissance et de la température de fonctionnement avant de commencer, j'ai donc effectué quelques tests préliminaires pour évaluer tous ces facteurs. Pour cela, je recourrais à un contrôleur de puissance, que je pouvais régler à l'aide d'un signal PWM. Le projet de LED subaquatique devait être mis en œuvre avec un petit microcontrôleur ATtiny44 d'Atmel (désormais Microchip) pour contrôler le courant moyen des LED via la commutation modulée en largeur de l'étage de puissance (PWM). Avant de commencer à travailler sur le design, j'ai construit ce simple générateur PWM autonome utilisant un ATtiny13 sur une platine d'essai.

Génération du signal PWM

Le générateur PWM construit sur une platine d'essai (**figure 1**) fonctionne à 9,6 MHz lorsque le fusible diviseur de l'horloge du système est désactivé. En mode PWM rapide, la fréquence du signal PWM peut être calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$f_{\text{PWM}} = f_{\text{CPU}} / (256 * n)$$

n est le paramètre du prescaler qui peut prendre cinq valeurs possibles. Les fréquences théoriques et réelles mesurées sont indiquées dans le tableau des facteurs de division. En l'utilisant, la fréquence peut être réglée sur l'un des cinq niveaux de 37 Hz à 38 kHz, ce qui donne une

Tableau 1. Facteurs de division.

n	$f_{\text{theor.}}$	f_{real}
1	37.500,00 Hz	38.100,0 Hz
8	4.687,50 Hz	4.750,0 Hz
64	586,00 Hz	594,0 Hz
256	146,48 Hz	148,0 Hz
1024	36,62 Hz	37,1 Hz

plage de fréquences de trois ordres de grandeur. L'impulsion PLI (ou largeur d'impulsion) est générée par un compteur à huit bits (256 dans la formule ci-dessus). Une valeur de 8 bits indique le moment où la sortie passe de l'état bas à l'état haut, pour que la largeur d'impulsion peut être réglée très facilement pour obtenir un rapport marque/espace compris entre 0,4 % et 99,6 % environ. Grâce à ces informations, vous pouvez simplement soit écrire la fréquence et le rapport cyclique marque/espace souhaités dans le programme du processeur, soit régler ces deux paramètres via une entrée numérique ou même via une entrée série du microcontrôleur. Je voulais faire plus simple pour mes expériences, j'ai donc choisi d'utiliser deux entrées analogiques auxquelles j'ai appliqué une tension variable à l'aide de deux potentiomètres. Le circuit résultant est montré sur la **figure 2**. Au total, il fait appel à quatre composants seulement et comprend un microcontrôleur, un petit condensateur de découplage et deux potentiomètres. Le circuit est très simple et offre une grande polyvalence.

Le code C associé est disponible en téléchargement gratuit [1]. Vous pouvez facilement le modifier pour vos propres besoins (en utilisant l'IDE MPLAB X de Microchip [2] par exemple) et vous pouvez également l'adapter à d'autres types de microcontrôleurs.

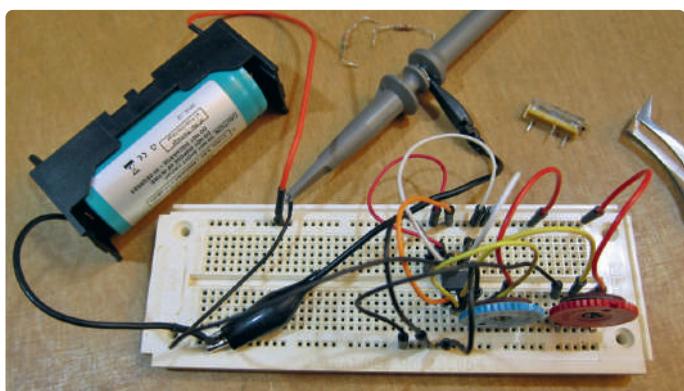


Figure 1. Le prototype de l'auteur sur une platine d'essai utilise deux trimmers « standards ».

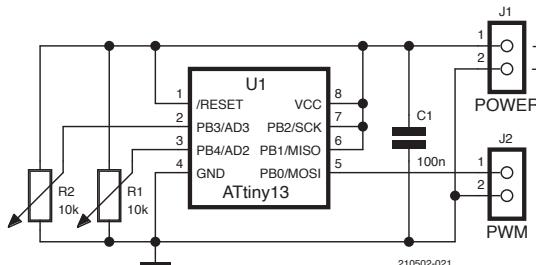


Figure 2. Le circuit simple du générateur PWM n'utilise que quatre composants.

Résultats

En pratique, les cinq fréquences possibles peuvent être sélectionnées avec un potentiomètre. Les choses sont différentes si l'on souhaite obtenir un rapport cyclique stable. Par exemple, si vous voulez un rapport marque/espace de 50 % exactement, cela devient assez délicat avec un potentiomètre normal. Je ne possède pas l'habileté manuelle nécessaire pour le faire correctement. J'ai donc remplacé le potentiomètre R1 par un trimmer à 10 tours. Le réglage PWM devient plus facile et plus précis.

Les deux potentiomètres sont connectés entre Vcc et la masse de sorte que le niveau de tension au contact du curseur relié aux broches d'entrée à haute impédance du microcontrôleur peut être réglé entre la masse et Vcc. La valeur réelle de ces deux potentiomètres n'est pas critique ; ils fonctionnent simplement comme un réseau diviseur de tension réglable. Les valeurs qui offrent un bon compromis entre la puissance dissipée et les faibles niveaux détectés d'interférences sont comprises entre 4,7 kΩ et 100 kΩ.

Les deux captures d'écran indiquent que les signaux générés pourraient être utiles pour de nombreuses applications. La **figure 3** montre un signal symétrique (onde carrée) avec la fréquence la plus élevée de 38 kHz, et la **figure 4** montre des impulsions d'aiguille étroites avec une largeur d'environ 0,4 % à une fréquence de 4,75 kHz.

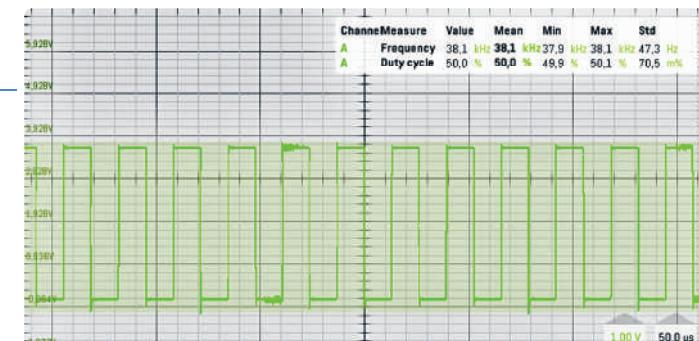


Figure 3. Forme d'onde d'un signal de sortie carré symétrique avec un rapport cyclique de 50 % à une fréquence d'environ 38 kHz.

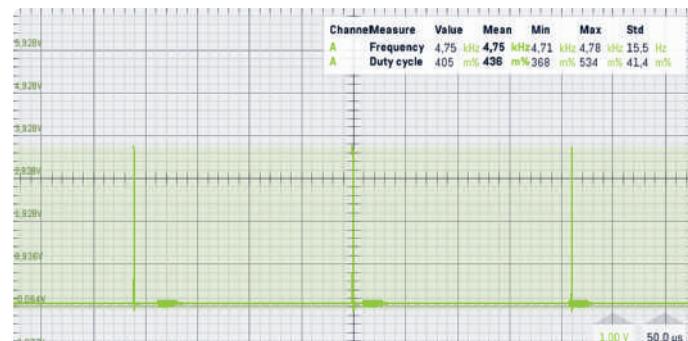


Figure 4. Forme d'onde montrant un signal PWM avec un faible rapport marque/espace d'environ 0,4 % à une fréquence de 4,75 kHz.

La fréquence du signal de sortie est suffisamment stable pour la plupart des applications ; elle est déterminée par le générateur d'horloge du processeur interne et ne dérive que légèrement. On pourrait améliorer la stabilité en utilisant un quartz externe pour obtenir des valeurs de l'ordre de 50 ppm. Dans ce cas, vous devriez adapter le code et les fusibles, mais cela vous donnerait également l'avantage de générer presque n'importe quelle plage de fréquences. Le code de l'application est stocké dans la mémoire flash intégrée de 1 ko.

210502-04



À propos de l'auteur

Thomas Dausner (Dipl. Ing. FH) est un ingénieur en électronique. Après avoir obtenu son diplôme en 1983, l'influence de l'informatique devenait de plus en plus importante dans les environnements de développement des laboratoires et l'attention s'est portée vers le développement de logiciels plutôt que vers le matériel. C'est l'étude d'articles parus dans Elektor qui l'a inspiré à développer des applications utilisant des microcontrôleurs dans les années 2000. En plus de l'électronique et du développement d'applications web full-stack, Thomas est un instructeur de plongée et un photographe sous-marin passionné.

Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Produits

- **JYE Tech FG085 miniDDS Function Generator DIY Kit (SKU 17468)** www.elektor.fr/17468
- **OWON SDS1022 2-ch Digital Oscilloscope (20 MHz) (SKU 18898)** www.elektor.fr/18898
- **LabNation SmartScope USB Oscilloscope (SKU 17169)** www.elektor.fr/17169

Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22

LIENS

- [1] Code pour ATtiny13: <https://www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22>
- [2] Microchip MPLAB X IDE : <https://www.microchip.com/en-us/tools-resources/develop/mplab-x-ide>
- [3] Fiche technique d'ATtiny13 : <https://www.microchip.com/en-us/product/ATTiny13>

20. Une seconde vie pour les piles

Extraire l'énergie résiduelle

Lothar Göde (Allemagne)

De nombreux appareils mobiles ou portables sont alimentés par des piles. Il s'agit notamment des lampes de poche, des jouets pour enfants, des radios, des microphones radio, des souris radio, des stations météo, des dispositifs médicaux, des instruments de mesure, des balances de cuisine et bien d'autres encore. Les piles dites primaires (piles non rechargeables) ne peuvent être utilisées qu'une seule fois (c'est-à-dire jusqu'à ce qu'elles soient épuisées). C'est donc un gaspillage que de les jeter ! Puisqu'avec un peu d'électronique, vous pouvez extraire l'énergie restante.

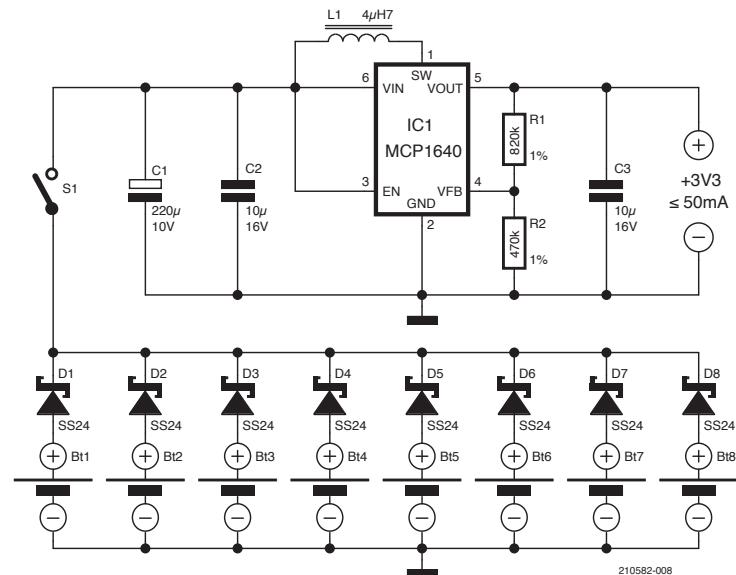


Figure 1. Circuit de l'extracteur d'énergie.

Au fil du temps, les appareils mobiles accumulent un grand nombre de piles, qui se retrouvent ensuite dans les boîtes de collecte des supermarchés, etc. Cependant, même les piles qui semblent épuisées peuvent encore contenir de l'énergie résiduelle ! C'est notamment le cas des piles les plus utilisées, comme les AA et les AAA. Le fait qu'une pile soit vide ou non dépend de l'intensité des courants consommés. Lorsque les charges sont faibles et que les courants sont de l'ordre de quelques milliampères, les piles se vident pratiquement lorsque l'appareil qui les utilise ne fonctionne pas par manque d'énergie. La tension résiduelle est alors souvent inférieure à 0,9 V en fonctionnement à vide — le critère pour savoir si une pile est vraiment épuisée. Pour les charges les plus élevées, comme dans les lampes de poche ou les moteurs des jouets, la tension de la pile chute en raison de sa consommation croissante. La tension baisse plus tôt pendant le

fonctionnement à cause de sa résistance interne, qui augmente avec l'utilisation. Il faut alors changer de batterie, même si la tension de la batterie sans charge atteint souvent 1,3 V et plus. Dommage, si ces batteries devaient être jetées à ce stade, n'est-ce pas ?

Extracteur d'énergie

Les considérations précédentes ont amené l'auteur à construire un circuit permettant d'extraire au maximum l'énergie résiduelle des vieilles batteries. Le principe n'est en fait pas très compliqué. Prenons un convertisseur élévateur efficace de faible puissance, qui peut également gérer des tensions d'entrée très basses. Concrètement, son circuit permet de faire fonctionner une petite radio normale et un radio-réveil.

Le circuit de la **figure 1** montre le E3 (extracteur d'énergie) dans toute sa

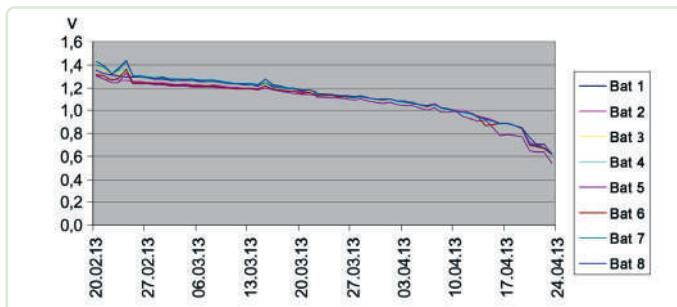


Figure 2. Courbes de décharge des piles usagées lors de l'alimentation d'une radio.

splendeur. Huit piles sont connectées par de petites diodes Schottky. Le régulateur à découpage MCP1640 suivant transforme la faible tension d'entrée en une tension fiable de 3,3 V — du moins jusqu'à ce que la dernière pile ait envoyé le dernier électron à travers ses électrodes. Le fait que huit piles soient connectées en quasi-parallèle via des diodes est judicieux. La résistance interne d'une seule batterie serait rapidement trop élevée, si elle était fortement chargée. En revanche, le montage en parallèle permet de réduire la charge de chaque batterie, de sorte que l'ensemble puisse fournir de l'énergie plus longtemps. La perte de tension due aux diodes connectées en série doit être prise en compte, c'est pourquoi il faut utiliser des diodes Schottky avec une tension directe la plus faible possible pour D1... D8.

Le circuit intégré MCP1640 de Microchip est un petit régulateur à découpage peu coûteux conçu pour des courants allant jusqu'à 350 mA et qui peut accepter des tensions d'entrée faibles pour fournir des tensions de sortie réglables de 2 V à 5,5 V. Il est très efficace même à des courants de charge faibles. Grâce à son faible courant réactif de 19 µA, il est assez efficace même à de faibles courants de charge. Son efficacité atteint 80 % avec des tensions d'entrée inférieures à 0,9 V et une charge d'environ 10 mA. Bien entendu, l'efficacité du circuit inclut également les pertes via les diodes et il ne faut pas s'attendre à plus de 60 % au total. Mais, cette valeur est beaucoup mieux que gaspiller le tout.

Fonctionnement de la batterie résiduelle

Grâce aux diodes, la batterie la plus puissante se charge le plus au début, puis les tensions des batteries s'égalisent progressivement. Le schéma de la **figure 2** montre une série de mesures pour démontrer qu'une petite radio pouvait fonctionner durant huit bonnes semaines avec un ensemble de vieilles piles. Pendant cette période, la radio a fonctionné en moyenne 105 minutes/jour et a nécessité un courant moyen de 35 mA. Vous pouvez également constater qu'il est temps de changer les piles puisque la qualité audio de la radio se réduit avec la diminution de son alimentation.

À propos de l'auteur

Lothar Göde a accompli une formation d'électricien classique et pendant son temps libre, il s'occupait de projets d'autoconstruction en électronique, qui parfois ne fonctionnaient pas. Afin de mieux comprendre les circuits, il a étudié l'électronique. Depuis plusieurs années, il travaille comme développeur dans le domaine des logiciels embarqués.

Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Figure 3. Le prototype alimente un petit radio-réveil.

Vous pouviez sinon alimenter la radio avec un bloc d'alimentation enfichable, qui consomme une puissance de 1,1 W. En fonctionnement, elle a même consommé 3,5 W. En huit semaines, environ 1,6 kWh aurait été consommé. À environ 50 ¢, les économies sont limitées, mais restent écologiquement judicieuses.

La **figure 3** montre le radio-réveil alimenté par des piles usagées grâce à l'extracteur E3. Le boîtier de droite est remarquable : les composants électroniques d'un chargeur de piles ont simplement été remplacés par l'E3. Les contacts à ressort peuvent accueillir huit piles AA ou AAA — une solution très élégante. Plus les piles sont exploitées en même temps, plus elles fournissent de l'énergie résiduelle. ▶

210582-04



Liste des composants

Résistances

R1 = 820 k, 1%

R2 = 470 k, 1%

Condensateurs

C1 = 220 µ / 10 V, condensateur électrolytique

C2,C3 = 10 µ / 16 V, CMS, multicouches

Inductance

L1 = 4µ7 / 200 mA, inductance fixe

Semi-conducteurs

D1..D8 = SS24 (or BAT60)

IC1 = MCP1640

Divers

S1 = interrupteur unipolaire

Boîtier compatible : ancien chargeur de batterie



Produits

➤ OWON OW16B Digital Multimeter with Bluetooth
(SKU 18780) www.elektor.fr/18780

➤ Joy-IT LCR-T7 Multifunction Component Tester
(SKU 19709) www.elektor.fr/19709



21 Interrupteur tactile pour les lampes à LED

DIY, avec des modules prêts à l'emploi

Figure 1. Le capteur bleu et la carte relais connectés.

Peter Neufeld (Allemagne)

Vous voulez allumer une lampe de cuisine avec des doigts farineux ou collants ? Une carte à relais et une carte à base du capteur TTP223 vous aideront à faire le travail. Un fil fin longeant tout le bord de l'armoire sert de capteur tactile.

Parfois, les projets d'un amateur d'électronique trouvent en fait des applications très intéressantes et appréciées (même par la propre famille du concepteur). Ma femme m'a demandé de fabriquer un interrupteur plus pratique pour les spots LED situés sous nos armoires de cuisine. Elle voulait pouvoir allumer facilement la lumière même si elle avait les doigts couverts de farine ou collants.

Les Home Assistants, Alexa et Siri ont une interdiction de cuisine dans notre maison. Cela a rapidement donné l'idée de construire un interrupteur à relais qui ne devrait avoir qu'un capteur tactile courant sur tout le bord de l'armoire sous la forme d'un fil fin. Dans ma grande boîte de capteurs et d'actionneurs pour les projets de microcontrôleurs, j'ai trouvé une carte à relais 5 V appropriée avec des contacts 250 V/10 A et également une carte de capteur tactile à base de TTP223.

Il a été facile de connecter les deux cartes, car les broches du relais et de la carte tactile bleue correspondaient 1:1 (**figure 1**). Soyez cependant prudent avec les autres cartes relais ou cartes tactiles ; le brochage peut être différent ! Cependant, j'ai encore



dû investir quelques réflexions et un peu de temps dans la conception du capteur. La puce du capteur tactile TTP223 fonctionne avec pavé tactile dont la capacité par rapport à la masse affecte un oscillateur interne de 1 MHz. Mais la surface du capteur et sa capacité ne doivent pas être trop grandes. La fiche technique du TTP223 [1] contient des conseils et des informations d'application très utiles. J'ai modifié le circuit d'application original de la carte TTP223 au niveau de la broche 6 du CI (**figure 2**). Avec cette broche connectée à VDD, la broche de sortie 1 bascule à chaque fois que le fil est touché. La broche 4 est connectée à VSS, ce qui garantit que le relais reste désactivé lorsque la tension de fonctionnement est appliquée.

Pour expérimenter avec vos propres plots ou fils capteur, vous devez savoir que le TTP223 s'adapte dynamiquement très bien aux valeurs de capacité du capteur qui changent lentement au démarrage et également pendant le fonctionnement. Avec un condensateur supplémentaire d'un maximum de 50 pF entre la broche 3 et VSS/Ground, la sensibilité du circuit peut également être ajustée.

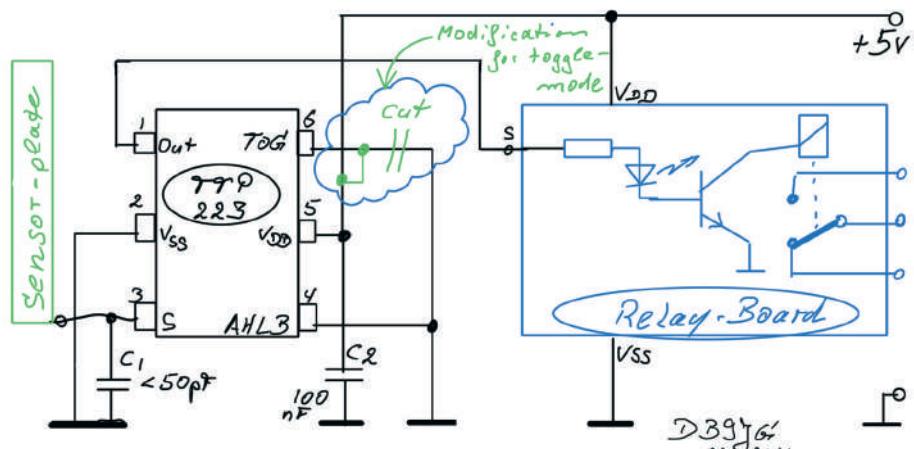


Figure 2. Schéma et modifications de la carte bleue.

J'ai découpé le plot du capteur tactile d'origine en trois parties et je les ai utilisées pour connecter un bornier à trois broches pour l'alimentation et un fil de capteur externe. Comme le montre la **figure 3**, la partie supérieure de la zone ronde du capteur reste connectée à la broche d'entrée 3 du TTP223 via la trace du PCB original. La partie centrale porte maintenant la borne positive pour une alimentation de +5 V, qui est connectée via le fil blanc court supplémentaire. La partie inférieure est utilisée pour la connexion GND via le fil bleu coudé. Au lieu d'utiliser le plot original du capteur sur le circuit imprimé, j'ai expérimenté avec succès des fils de détection de différentes longueurs et épaisseurs et une antenne télescopique.

Résultats des expériences

Un fil isolé fin a donné les meilleurs résultats dans ma cuisine. Cependant, vous devez garder ce fil de capteur à une distance d'au moins 5 mm des objets métalliques, car ils affectent négativement la capacité, et donc la sensibilité. Enfin, un fil isolé fin (0,5 mm) de deux mètres de long, bien caché tout le long du bord, sous le meuble de cuisine, s'est avéré fonctionner à merveille !

Ne soyez pas surpris si votre interrupteur réagit lorsque vous ouvrez une casserole d'eau bouillante à proximité du fil du capteur. En fait, la vapeur peut affecter la capacité entre le fil du capteur et la terre trop rapidement pour que le mécanisme normalement bien adapté du TTP223 puisse compenser.

Bleu ou rouge

Comme je l'ai mentionné précédemment, la carte du capteur tactile bleue a nécessité quelques modifications, mais entre-temps, les mini-cartes rouges de capteur TTP223 que j'avais commandées sont

arrivées. Celles-ci sont nettement plus petites et sont beaucoup plus faciles à personnaliser. Le fil du capteur peut être soudé directement au plot « touch » ou à un plot de soudure dans le coin de la carte du capteur (**figure 4**). Pour régler le TTP223 en mode bascule, vous devez souder le pont marqué « B » ; le pont « A » reste ouvert, si la position du relais après un cycle de mise sous tension doit rester « off ». La carte est si petite qu'elle peut même être montée directement à côté du fil du capteur, mais séparée de la carte relais. Un câble fin à trois voies non critique – même jusqu'à quelques mètres de long – relie ensuite les deux cartes. *Notez que l'ordre des broches sur le connecteur est différent de celui des cartes tactiles bleues !*

La sécurité d'abord

La carte relais utilisée aurait pu, en principe, commuter directement la tension primaire du bloc d'alimentation de mon éclairage à LEDs de cuisine. Cependant, j'avais de sérieuses inquiétudes sur la sécurité quant à la configuration d'un circuit avec un capteur tactile et de sa connexion partielle à une tension secteur potentiellement mortelle. Par conséquent, la carte relais ne commute que la tension de fonctionnement 12 V des lampes à LED.

Comme le circuit consomme moins de 100 mA à 5 V avec le relais activé, la tension de fonctionnement de 5 V nécessaire pourrait également être connectée à une alimentation 12 V DC pour l'éclairage LED via un régulateur de tension 7805, par exemple.

Contrairement à toutes les tendances actuelles, il n'est pas toujours nécessaire que ce soit un microcontrôleur Arduino ou ESP32 qui relie utilement ces composants périphériques, comme le montre mon circuit schématique. ↵

210643-04

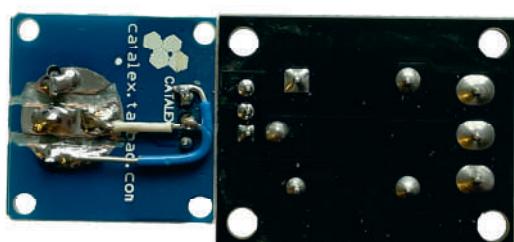


Figure 3. Modification du bornier sur la carte bleue.

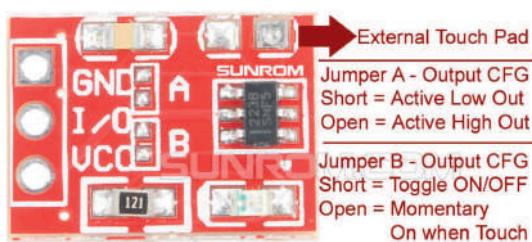


Figure 4. La face inférieure de la carte rouge. Le pavé tactile se trouve sur la face supérieure. (Source : Sunrom Electronics [3])

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (peter.neufeld@me.com) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

À propos de l'auteur



Après avoir travaillé plus de 40 ans dans l'ingénierie de l'informatique, des communications et de la domotique, Peter Neufeld a ravivé sa passion pour les petits projets de bricolage électronique. Vous pouvez en savoir plus sur plusieurs de ses projets sur www.elektormagazine.com/petern.



Produits

➤ Hans Henrik Skovgaard, IoT Home Hacks with ESP8266 (SKU 19158) www.elektor.fr/19158

LIENS

- [1] Tontek, « TTP223E-BA6 : 1 key Touch Pad Detector IC » v1, 2016: <https://bit.ly/Tontek-TTP223E-BA6>
- [2] La page de ce projet sur Elektor Labs: <https://www.elektormagazine.fr/labs/the-gladly-touchable-electric-wire>
- [3] Sunrom, « 1 Channel Capacitive Touch Module - TTP223 »: <https://www.sunrom.com/p/capacitive-touch-module-ttp223>

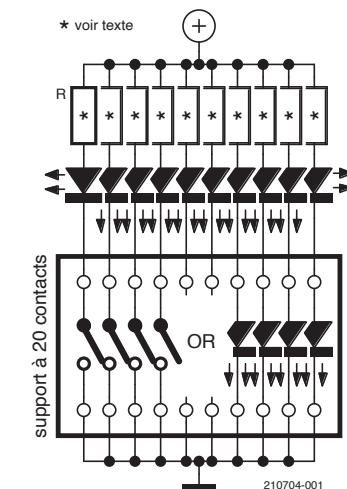
22. Testeur de LED et d'interrupteurs DIP

David Ashton (Australie)

Il est assez simple de construire un dispositif permettant de tester à la fois les interrupteurs DIP et les barres de LED ou des LED individuelles. Vous aurez seulement besoin de 10 résistances, de 10 LED rouges (ou d'une barre de LED à 10 voies) et d'un connecteur à 20 broches.

Selectionnez des résistances pour obtenir un maximum de 20 mA à travers les LED rouges. Vous pouvez alimenter le circuit avec à peu près n'importe quelle tension. Consultez le **tableau 1** pour les valeurs de résistance appropriées. Pour mon prototype, j'ai utilisé un régulateur LDO 10 V avec une diode de protection en série — ce qui est un peu exagéré ! Lorsque vous testez des LED au lieu des interrupteurs, le courant sera légèrement inférieur à cause de la chute de tension des LED testées.

Une embase ZIF permet de tester plus facilement les interrupteurs DIP sans risquer de plier les broches lorsque vous les retirez (et cela facilite le test des LED). Vous pouvez utiliser un connecteur à 16 broches pour tester les interrupteurs DIP à 8 voies, mais puisque les interrupteurs DIP à 10 voies sont assez courants, construisez un testeur pour 10 voies si vous le pouvez.



Vous n'avez pas besoin d'un circuit imprimé, les composants se montent facilement sur une carte de prototypage . Dans mon projet, j'ai monté les résistances sur la face des pistes de la carte afin qu'elle puisse être montée directement sur le couvercle du boîtier pour donner une plus grande distance d'isolation pour le fonctionnement de l'embase ZIF. La photo montre le testeur final dans le boîtier, testant un interrupteur DIP et quelques LED.

Le testeur ne fournit pas réellement un courant constant pour tester les LED, mais en pratique, il est adéquat pour associer des LED de la même couleur (qui auront des chutes de tension à peu près égales). ↗

210704-04

V_{SUPPLY} [V]	R [Ω]
< 20	1k+
12	560
10	470
9	390
8	330
6	270
5	180

Table1. Valeurs de résistance pour différentes tensions d'alimentation.



Testeur de contrôle IR Go/No-Go

Giuseppe La Rosa (Italie)

Votre télécommande ne fonctionne plus ?
Ce testeur peut indiquer si elle transmet
encore un signal IR.

Parfois, on n'est pas sûr qu'une télécommande IR fonctionne correctement, et ce, pour diverses raisons : à cause d'une chute, un mauvais contact dans le support de la pile ou peut être que le résonateur céramique ou le circuit intégré du système est défectueux. Il se peut aussi que la télécommande fonctionne bien et que le défaut de fonctionnement se situe ailleurs dans le circuit du récepteur de l'appareil principal (TV, lecteur DVD, etc.). Pour vérifier si la télécommande fonctionne ou non, il suffira de construire le circuit simple que nous allons décrire dans cet article.

Circuit

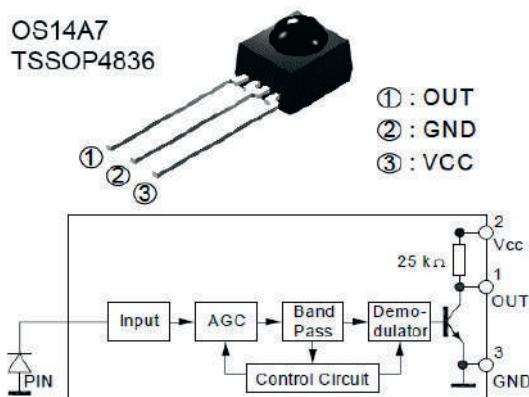
Comme le montre le schéma du circuit, le capteur infrarouge IR1 reçoit et amplifie les signaux provenant de la télécommande et les lui transmet sur la broche 1. Les deux transistors PNP T1 et T2, configurés comme des interrupteurs électroniques, reçoivent les trains d'impulsions de IR1 sur leurs bases et pilotent, respectivement, un buzzer (Bz1) et une LED (LED2), nous donnant ainsi un retour visuel et sonore lorsqu'un signal IR est détecté. Comme vous pouvez le voir sur le schéma, le circuit utilise une batterie alcaline standard de 9 V qui alimente directement

ces parties avec le voyant LED2 et le buzzer Bz1 lorsque l'interrupteur S1 est fermé. L'alimentation 5 V de l'indicateur de puissance LED1 et du capteur infrarouge IR1 est fournie par le réseau formé par R6 et la diode Zener D1, une solution simple qui fonctionne bien grâce à la faible consommation de courant du capteur. C1 est utilisé pour obtenir un son plus continu et plus doux du buzzer, mais il peut aussi être omis, afin que vous puissiez entendre la variation de modulation entre les différentes touches de la télécommande. Si vous dirigez n'importe quel type de télécommande infrarouge vers le capteur IR1 pendant que vous appuyez sur l'un des boutons, le buzzer Bz1 émettra un signal acoustique lorsque le signal IR est reçu et la LED2 s'allumera à différentes intensités.

Pour mon prototype, j'ai utilisé un récepteur/décodeur IR OS14A7. Mais si vous ne trouvez pas ce type de capteur IR, vous pouvez utiliser la plupart des autres types et marques, par exemple, le TSOP4838.

220180-04

OS14A7
TSSOP4836



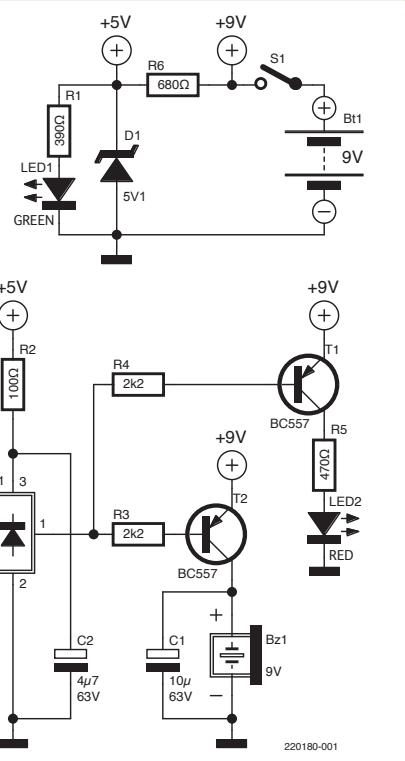
À propos de l'auteur



Passionné d'électricité depuis son jeune âge, Giuseppe La Rosa a obtenu en 2002 un diplôme en électronique et télécommunications à l'I.T.I.S. « G.Ferraris » d'Acireale, en Sicile. Il a ensuite commencé à étudier les systèmes à microcontrôleurs, en particulier les microcontrôleurs PIC et la plateforme open-source Arduino Uno. Au fil des ans, il a créé divers prototypes, dont beaucoup ont été publiés dans des magazines d'électronique. Actuellement, il est intéressé par les systèmes de sécurité (vidéo-surveillance et alarmes de sécurité) et les logiciels de gestion de points de vente.

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (g.larosa@elettronicaemaker.it) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



24 Testeur de semiconducteurs de puissance

il teste les transistors de puissance, les thyristors, les triacs et les diodes.

David Ashton (Australie)

Tester les semiconducteurs de puissance n'est pas toujours une tâche facile. Les multimètres ne fournissent pas assez de tension ou de courant pour effectuer un test correct. Les tests avec des alimentations et des résistances sont compliqués. Le testeur simple présenté ici permet d'effectuer des tests de base de type Go/No-Go sur des transistors de puissance, des MOSFET, des thyristors, des triacs et des diodes.

Le schéma du circuit du testeur de semiconducteurs de puissance est illustré à la **figure 1**. S1 est un commutateur marche/arrêt, et S2 permet de changer la polarité de l'alimentation du circuit de test (pour les transistors NPN/PNP, les MOSFET à canal N et P, les thyristors et les triacs). J'ai réussi à trouver un commutateur à contact central pour S2 pour mon prototype de testeur, donc je n'ai pas eu besoin de S1. S3 est également un commutateur à contact central, qui fournit une tension et un courant à la base/grille du dispositif à tester via une résistance de $680\ \Omega$. Pour tester les MOSFETs avec leurs grilles à haute impédance, vous pouvez utiliser la résistance de votre doigt (généralement autour de $1\ M\Omega$) grâce aux pavés tactiles fournis.

Lorsque l'appareil s'allume, une petite lampe L1 l'indique ; elle limite le courant à environ 300 mA, ce qui est suffisant pour indiquer que l'appareil fonctionne correctement.

Fonctionnement

Pour tester un **BJT**, sélectionnez la polarité avec S2 et connectez le composant. L1 doit s'allumer lorsque S3 est en position *ON*, et elle doit s'éteindre si S3 est en position *OFF* ou *GND*.

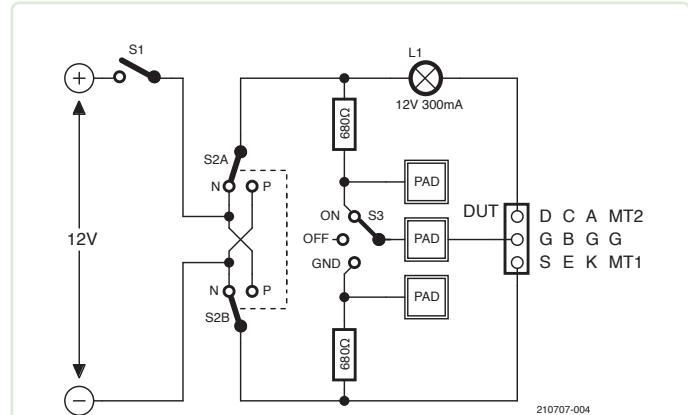


Figure 1. La seule pièce spéciale utilisée dans le testeur de semiconducteurs de puissance est S3, qui a une position centrale. S1 peut être omis si S2 a également une position centrale.

Pour tester un **MOSFET**, sélectionnez la polarité avec S2, et mettez S3 en position centrale *OFF*. Lorsque vous touchez les deux pavés tactiles supérieurs, le MOSFET sera activé et allumera L1. L1 restera allumée si vous retirez votre doigt. Ceci est dû à la capacité de la grille du MOSFET et est une indication que l'isolation de la grille est bonne. Touchez les deux pavés tactiles inférieurs et il doit s'éteindre. Par ailleurs, les BJT Darlington peuvent aussi allumer légèrement la lampe si vous touchez les pavés tactiles supérieurs, surtout si vous mouillez les doigts !

Pour tester un **thyristor**, mettez S2 en position N. Lorsque S3 est *ON*, le thyristor doit se déclencher et allumer L1, qui restera allumée même si S3 est mis sur *OFF* ou *GND*. Ce n'est que lorsque vous coupez l'alimentation avec S1 ou S2 qu'elle s'éteint.

Les **triacs** sont similaires aux thyristors, mais testez-les dans les deux positions de polarité de S2. Là encore, ils resteront activés jusqu'à ce que l'alimentation soit interrompue.

Les **diodes** peuvent être connectées aux bornes A et K et ne seront conductrices — allumant L1 — que pour une seule position de S2.



Figure 2. Testeur de semi-conducteurs de puissance final.

Montage

Le circuit étant très simple, il est possible d'utiliser un câblage point à point, en se servant des bornes des interrupteurs et des prises pour le montage. Pour les prises, vous pouvez utiliser des supports de circuits intégrés découpés ou improviser avec d'autres connecteurs. J'ai ajouté des fils de test pour pouvoir utiliser des appareils qui ne s'adaptent pas aux prises. Mon testeur final est illustré à la **figure 2**. Il est très pratique pour tester les composants que j'ai retirés des vieux circuits imprimés. ↵

210707-04



Produits connexes

- Joy-IT LCR-T7 Component Tester (SKU 19709)
www.elektor.fr/19709
- Velleman K8115 Component Tester Kit (SKU 19329)
www.elektor.fr/19329
- Peak Atlas DCA55 Semiconductor Analyser (SKU 17562)
www.elektor.fr/17562

À propos de l'auteur

David Ashton est né à Londres, a grandi en Rhodésie (actuel Zimbabwe), a vécu et travaillé au Zimbabwe, et vit maintenant en Australie. Il s'intéresse à l'électronique depuis qu'il était « haut comme trois pommes ». La Rhodésie n'étant pas le centre de l'univers de l'électronique, l'adaptation, la substitution et la recherche de composants sont des compétences qu'il a acquises très tôt (et dont il est toujours fier). Il a dirigé un laboratoire d'électronique, mais a surtout travaillé dans le domaine des télécommunications.

Des questions, des commentaires ?

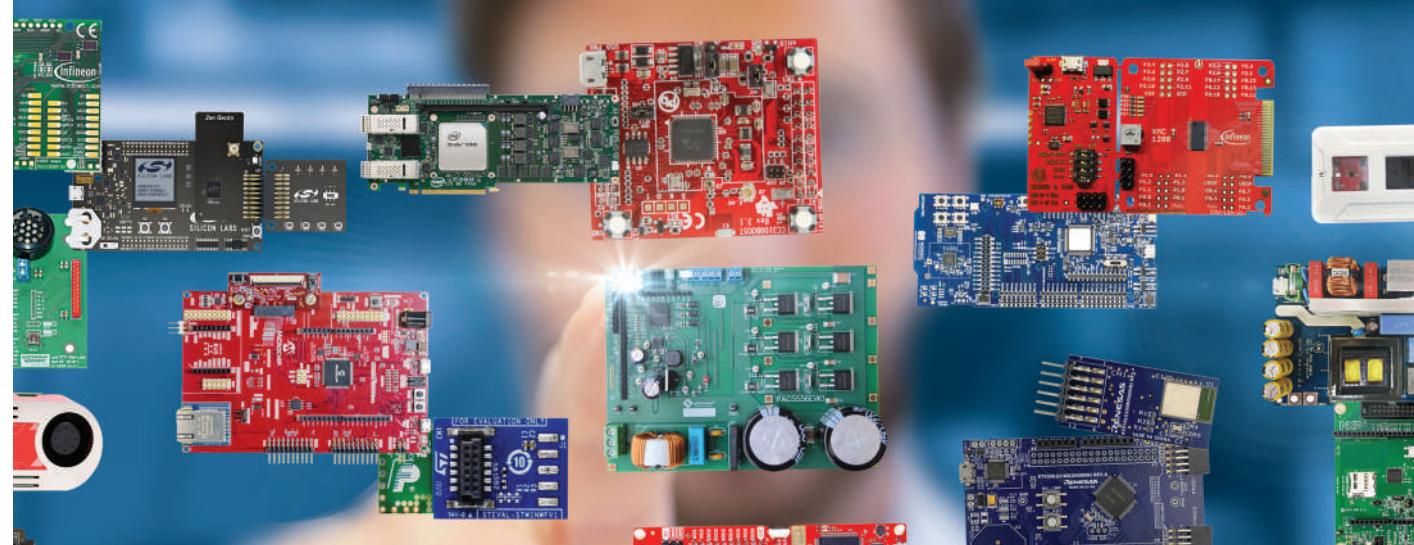
Envoyez un courriel à l'auteur (stn564@yahoo.com) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

De nombreux outils de développement en un seul endroit

Provenant de centaines de fabricants fiables



Choisissez parmi une vaste sélection de produits sur mouser.fr/dev-tools





25 SPI pour les LED WS2812(B)

résoudre un problème inexistant avec des composants discrets

Clemens Valens (Elektor)

Ce petit circuit permet à votre microcontrôleur de piloter 25 % de LED supplémentaires tout en libérant des ressources de programmation. N'est-ce pas ce que nous appelons une situation gagnant-gagnant ?



Les très populaires LED RGB adressables de type WS2812 (B) — également connues sous le nom de NeoPixels — ne sont pas très pratiques lorsqu'il s'agit de les piloter. La raison en est leur protocole de données personnalisé à un fil (1-Wire) qui est incompatible avec les périphériques standard des microcontrôleurs. Pour contourner ce problème, on applique généralement une sorte de méthode de modification des bits (*Bit banging*), implémentée soit entièrement dans le logiciel, soit partiellement répartie entre le logiciel et le périphérique SPI.

Aujourd'hui, la tendance est d'essayer de résoudre les problèmes d'électronique dans le logiciel autant que possible, car c'est moins cher et offre une plus grande flexibilité. Ce sont des arguments valables, bien sûr, mais ils enlèvent en quelque sorte le plaisir de l'électronique. Pour

cette raison, j'ai décidé de relever le défi de rendre les LED WS2812(B) compatibles avec un bus SPI standard tout en n'utilisant que des composants discrets.

Spécifications de timing larges

Habituellement, on suppose que les LED WS2812(B) fonctionnent à 800 kHz. C'est une fréquence peu pratique pour les microcontrôleurs cadencés à 4, 8, 12 ou 16 MHz ou toute autre fréquence qui n'est pas un multiple de puissance de deux de 800 kHz. Cependant, une lecture attentive de la fiche technique de la LED montre que les tolérances de timing sont de près de 50 %, ce qui est plutôt généreux.

Cela signifie qu'un débit de données de 1 MHz devrait également fonctionner, car il n'est que 25 % plus rapide que 800 kHz et donc dans la marge des 50 %. 1 MHz est une fréquence que la plupart des périphériques SPI peuvent produire facilement, même s'ils n'ont qu'un prédiviseur/prémultiplicateur d'horloge simple.

Pour la LED WS2812B, un « 0 » logique doit être codé comme une impulsion de 400 ns suivie d'une pause de 850 ns. Un « 1 » logique consiste en une impulsion de 800 ns suivie d'une pause de 450 ns (figure 1). Cependant, selon la fiche technique, toutes ces durées ont une tolérance de ± 150 ns. Ainsi, pour un « 0 » logique, une impulsion de 300 au lieu de 400 ns suivie d'une pause de 700 au lieu de 850 ns est également acceptable, et un « 1 » logique peut être une impulsion de 700 ns suivie d'une pause de 300 ns. Avec ces valeurs, le débit de données devient 1 MHz, exactement ce que nous recherchions.

Limites mobiles

Le circuit représenté sur la figure 2 en fait usage. Lorsque le SPI fonctionne à 1 MHz, son signal d'horloge SCK est une onde carrée

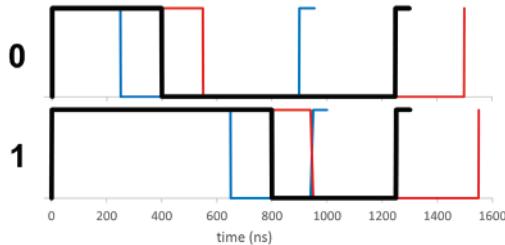


Figure 1. Les spécifications de timing pour les LED RVB adressables de type WS2812(B) ont de larges tolérances. Les graphiques noirs montrent les durées spécifiées. Un « 0 » peut être aussi court que 900 ns (bleu) et aussi long que 1500 ns (rouge). Pour un « 1 », ces valeurs sont respectivement de 950 ns (bleu) et 1550 ns (rouge).

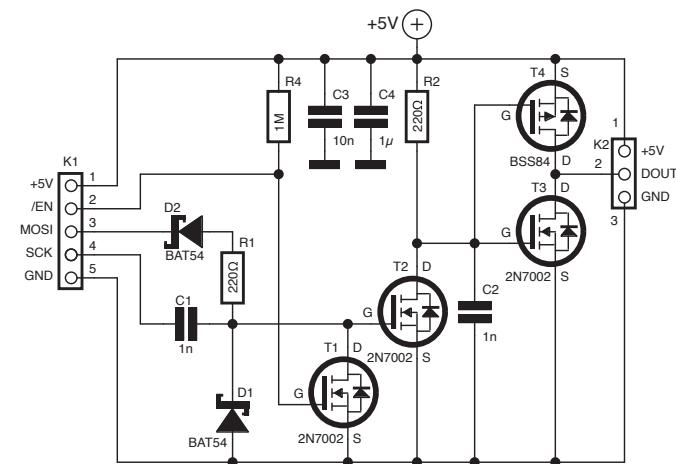


Figure 2. Ce circuit transforme un bus SPI à deux fils en un signal de données à un fil compatible WS2812(B).

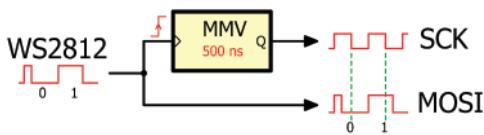


Figure 3. Un multivibrateur monostable (MMV) peut créer un bus SPI à 2 fils à partir d'un signal de données compatible WS2812(B).

avec une fréquence de 1 MHz. Les données se trouvent dans le signal MOSI du SPI.

Lorsque MOSI est bas, C1 et R1 forment un différentiateur qui raccourcit les impulsions SCK à environ 300 ns. Lorsque MOSI est haut, R1 est déconnecté par D2 et C1 transmet simplement les impulsions SCK à T2. D1 supprime les fronts négatifs créés par le différentiateur. Lorsque SCK est haut, T2 est passant et C2 est déchargé. Lorsque SCK passe à l'état bas, T2 cesse de conduire et C2 est chargé par R2, ce qui retarde efficacement le front descendant de SCK. Maintenant, les durées des impulsions SCK sont étendues à environ 700 ns.

T3 sert de tampon et inverse le signal afin qu'une LED WS2812(B) puisse le comprendre. T1 fournit une entrée « Slave Select » (SS) active à l'état bas pour compléter notre interface SPI. C3 et C4 sont des condensateurs de découplage où C4 est destiné à être placé à proximité de K2 pour découpler l'alimentation de la LED.

Le MOSFET de type P T4 maintient la consommation de courant faible lorsque le circuit est inactif. Il peut être remplacé par une résistance de 220 Ω pour épargner un transistor (le circuit imprimé a une empreinte pour une, nommée R3), mais je ne le recommanderais pas. Aussi, ne les montez pas tous les deux. Ce circuit fonctionne bien dans les modes SPI 0, 1 et 3.

Utile ou pas ?

Les circuits présentés ici permettent de simplifier le logiciel du pilote en laissant plus de ressources disponibles pour le reste du programme afin de réaliser des animations plus élaborées ou de faire autre chose. De plus, il est 25 % plus rapide qu'un pilote standard de 800 kHz, ce qui vous permet de piloter plus de LED en même temps. D'autre part, il ajoute quelques lignes à la nomenclature des matériels et nécessite un bus SPI au lieu d'une seule sortie du microcontrôleur.

Dernière réflexion

Comme il est très facile de décoder la sortie de ce circuit vers SPI — un multivibrateur monostable suffit (**figure 3**) — il peut être utilisé comme une connexion SPI à un fil. De tels signaux traversent bien les barrières d'isolation galvanique comme les optocoupleurs et les liaisons infrarouges.

Tous les fichiers de ce projet, y compris la conception du circuit imprimé et un exemple de logiciel, sont disponibles sur le lien [1]. Une vidéo sur ce projet est disponible sur le lien [2].

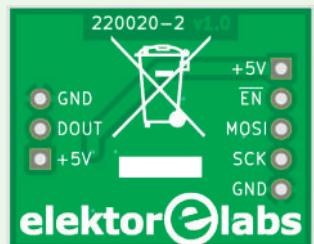
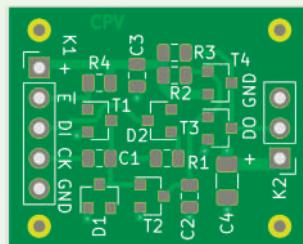
220020-04

Télécharger le projet

www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



Liste des composants



Résistances

(0805, 5%, 0,125 W)

R1,R2,(R3*) = 220 Ω

R4 = 1 MΩ

Condensateurs

(0805)

C1,C2 = 1 nF

C3 = 10 nF

C4 = 1 µF 16 V, Case-A

Semi-conducteurs

D1,D2 = BAT54, SOT-23

T1,T2,T3 = 2N7002, SOT-23

T4 = BSS84, SOT-23

Divers

K1 = Prise à broches à 5 voies, pas de 0,1"

K2 = Prise à broches à 3 voies, pas de 0,1"

* = voir texte



À propos de l'auteur

Clemens Valens est un ingénieur qui gère la plateforme en ligne Elektor Labs. Il est titulaire d'un BSc en électronique et d'un MSc en électronique et technologies de l'information. Clemens a commencé à travailler pour Elektor en 2008 en tant que rédacteur en chef d'Elektor France, et il a également travaillé comme rédacteur pour Elektor UK/US et ElektorMagazine.com. Plus tard, Clemens a dirigé les laboratoires de conception d'Elektor aux Pays-Bas, en Allemagne et en Inde. Aujourd'hui, il est le technologue créatif d'Elektor, responsable du site Web communautaire Elektor Labs, où les passionnés d'électronique peuvent publier leurs travaux et interagir avec des pairs du monde entier. Outre la contribution de ses propres projets et autres articles au magazine, il produit également des vidéos régulières pour Elektor TV et anime des webinaires. Ses principaux intérêts sont la génération du son et le traitement du signal.



Produits

► **Diamex LED Player M (SKU 19911)**
www.elektor.fr/19911

► **SPIDriver (SKU 19028)**
www.elektor.fr/19028

LIENS

- [1] C. Valens, « Convertisseur SPI vers WS2812B », Elektor-Labs.fr: <https://www.elektormagazine.fr/labs/spi-to-ws2812b-converter>
- [2] Regardez ce projet sur Elektor TV : <https://youtu.be/5z7CvM6QTD0>

26

Mesure des inductances de puissance

Ton Giesberts (Elektor)

La plupart des inductancemètres sont adaptés aux petites bobines, mais ne font pas de mesure avec des courants élevés. Grâce au circuit présenté ici, une alimentation de labo à fort courant et un oscilloscope numérique, vous pourrez mesurer les caractéristiques principales des inductances de puissance.



La plupart des LCR mètres testent les composants avec un courant de quelques milliampères seulement. Cela convient pour les condensateurs et les résistances, mais l'inductance (et les propriétés en général) des inductances de puissance varie avec la valeur du courant (CC). Pour tester cette influence du courant sur l'inductance, il suffit d'une résistance série (détection du courant) de très faible valeur et d'une alimentation stabilisée avec un fort courant de sortie. Ce principe a été appliqué au fil des années de nombreuses façons différentes. Il faut un commutateur de puissance (souvent un MOSFET) générateur d'impulsions pour couper la tension aux bornes de l'inductance avant qu'elle ne soit trop élevée. On surveille le courant au travers de l'inductance avec un oscilloscope. C'est un circuit autonome. Le courant maximum est réglable et un signal de déclenchement pour l'oscilloscope est aussi fourni. Pas besoin de générateur d'impulsions externe. Un circuit imprimé (PCB) garantit que la résistance entre l'alimentation, l'inductance, le MOSFET et la résistance de détection de courant soit minimale.

Circuit

Dans le schéma de la **figure 1**, on utilise deux minuteries d'un CMOS 4538. Le délai d'un 4538 est fixé par la constante RC (ici R8/C3, R9/C4). Pour IC2A cela donne $1 \mu\text{F} \times 1 \text{ M}\Omega = 1 \text{ s}$. IC2A active le MOSFET T3 toutes les secondes. La seconde minuterie sert à limiter le temps d'ouverture du MOSFET à 1 ms. Si une impulsion maximum d'impulsion est nécessaire, il faut augmenter la valeur de R9 en conséquence. Avec un rapport cyclique aussi faible, nul besoin de radiateur pour T3 et D3. On utilise un ampli-op rapide rail-à-rail E/S (IC1) de type AD8032 pour

Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22

surveiller le courant au travers de la résistance de détection de courant de $10 \text{ m}\Omega$ R4. Il sert de comparateur, et si la tension aux bornes de R4 est supérieure au niveau fixé par P1, la sortie de IC1A chute et remet à zéro IC2B, ce qui désactive le MOSFET. En même temps, IC2A est déclenché, la sortie Q (broche 6) devient haute et produit un signal de déclenchement pour l'oscilloscope sur K2. Une seconde après, \bar{Q} passe au niveau haut et déclenche IC2B, et T3 est activé pour le cycle de mesure suivant. Le courant au travers de l'inductance commence à croître et le processus se répète.

Les deux minuteries sont configurées en mode non réarmable. La sortie Q de IC2A est connectée à son entrée +TR, et la sortie \bar{Q} de IC2B à son entrée -TR pour éviter les transitoires qui pourraient rallonger les impulsions. C10 sert à rallonger l'impulsion de remise à zéro d'IC2B, mais surtout l'impulsion de déclenchement d'IC2A. Le niveau d'entrée de ce dernier doit être plus bas que l'impulsion de remise à zéro pour activer le déclenchement. Avec un réglage faible du courant (P1) – sans C10 – la sortie de IC1A ne chuterait pas suffisamment pour déclencher IC2A. S'il n'y a pas d'impulsion de déclenchement à la mise sous tension, on utilise le bouton-poussoir S1 pour démarrer la mesure. T1 et T2 servent à commuter T3 plus rapidement. Le courant de grille et la capacité parasite de l'inductance sous test provoquent un pic de tension aux bornes de R4 sans influence sur la mesure.

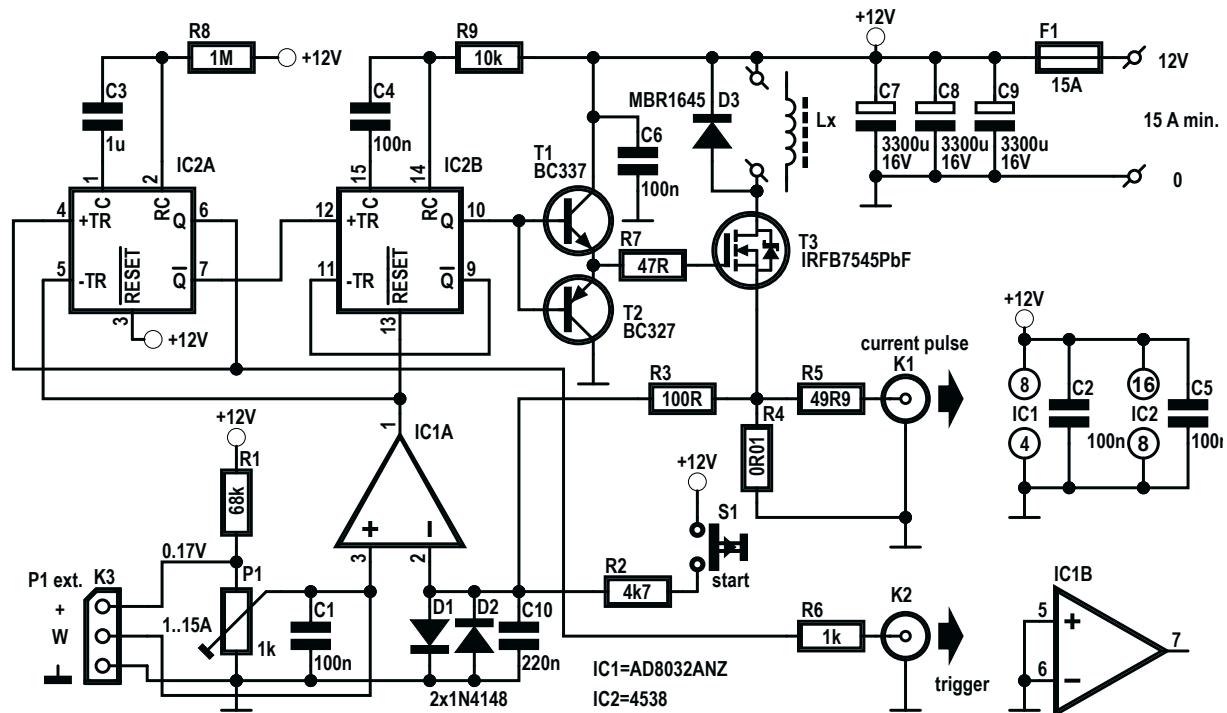


Figure 1. Schéma de l'inductancemètre.

Exemple

À titre d'exemple, nous avons testé une inductance de puissance de chez Murata Power Solutions de type 1433445C, 330 µH, spécifiée pour un courant CC maximum de 4,5 V. La fiche technique mentionne que, pour toutes les inductances de la série, le courant CC maximum spécifié est obtenu lorsque l'inductance chute à 60% ou pour une augmentation de température de 50°, selon la première occurrence. En observant les mesures sur la **figure 2**, on peut voir que la saturation du noyau intervient à environ 10 A. C'est bon à savoir pour cette inductance ou toute autre. Cela signifie qu'on peut l'utiliser dans des applications avec de fortes impulsions de courant à faible fréquence jusqu'à 10 A, sans perte d'inductance. Mais, assurez-vous toujours que le courant CC qui traverse l'inductance ne dépasse jamais la valeur spécifiée dans la fiche technique ! Le circuit est conçu pour un peu plus de 15 A.

Le mieux est d'utiliser une alimentation avec ce courant maximum pour garantir que la tension ne chute pas, ce qui affecterait la précision de la mesure. Néanmoins, par sécurité, l'alimentation est découplée avec trois condensateurs à très faible RSE (C7/C8/C9). En pratique, on peut bien sûr utiliser une alimentation avec moins de courant de sortie : à vous de décider. Un fusible rapide de 15 A est ajouté par sécurité en cas de court-circuit du MOSFET. Un inconvénient est une chute de tension supplémentaire aux bornes du fusible. La plupart des inductances de puissance sont dans la gamme de quelques centaines de µH, et la durée du pic de courant est très courte. Utilisez des fils épais pour connecter les bornes Lx et 12V du PCB respectivement à l'inductance sous test et à l'alimentation. Sinon, on peut connecter deux fils

en parallèle aux deux trous de 1,4 mm sur les empreintes du PCB. Sur l'écran de l'oscilloscope, le tracé rouge est le courant au travers de l'inductance avec 5 A/div, et le tracé bleu est le signal de sortie de déclenchement. Le transitoire au départ est causé par la commutation

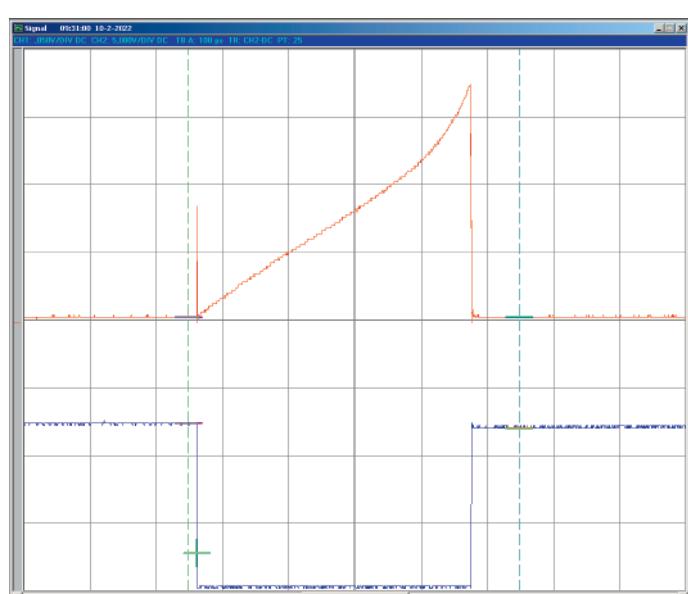


Figure 2. Écran de l'oscilloscope pour un cycle de mesure. Le tracé rouge représente le courant au travers de l'inductance, le bleu le signal de déclenchement.

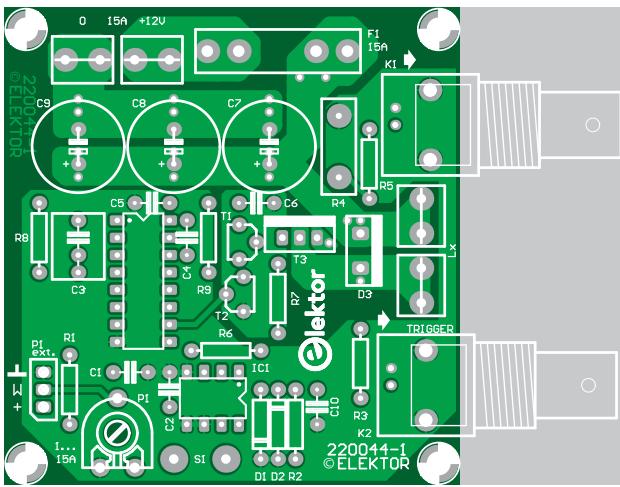


Figure 3. Le placement du PCB.

du MOSFET et est dû en partie à la charge de la capacité de grille et en partie à la capacité parasite de l'inductance.

On peut utiliser la formule standard pour la tension aux bornes de l'inductance pour calculer le temps nécessaire au courant pour atteindre la valeur fixée par P1 :

$$U = L * \frac{dI}{dt}$$

En réordonnant la formule :

$$dt = L * \frac{dI}{U}$$

Lorsqu'une inductance de puissance est connectée à une alimentation 12 V, le courant augmentera linéairement avec le temps, tant que le noyau ne saturera pas. Le temps pour atteindre 10 A au travers d'une inductance de 330 µH serait de 275 µs. Mais nous pouvons aussi calculer l'inductance réelle à partir du temps lu sur l'oscilloscope lorsque les 10 A sont atteints (290 µs). L'inductance est $U * dt / dI$, soit 348 µH.

PCB

Un PCB a été conçu pour ce projet. On peut télécharger ses fichiers Gerber depuis [1]. Tout en conservant des dimensions réduites pour le PCB de la **figure 3**, certaines connexions sont faites en parallèle sur les deux faces pour maintenir la résistance de la boucle de mesure aussi faible que possible. Le MOSFET utilisé est un IRFB7545PBF en boîtier TO-220, avec une $R_{DS(on)}$ d'environ 5 mΩ. La résistance totale du MOSFET et de la résistance de détection de courant est d'environ 15 mΩ et à 15 A la chute de tension est de 0,23 V, sans tenir compte des pistes du PCB et des fils de liaison. La diode de roue libre qui supprime les pics de tension lorsque le MOSFET est désactivé est une MBR1645 qui peut soutenir un courant moyen de 16 A et une tension inverse de 45 V. La tension d'alimentation maximum pour l'ampli-op est de 12 V, qui est aussi la tension maximum pour ce circuit. Même si le courant maximum au travers de l'inductance sous test est élevé, le courant d'alimentation moyen n'est que de quelques milliampères. ↗

220044-04

Des questions, des commentaires ?

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

Liste des composants

Résistances

R1 = 68 kΩ, 0,25 W, 5 %
 R2 = 4k7, 0,25 W, 5 %
 R3 = 100 Ω, 0,25 W, 5 %
 R4 = 0,01 Ω, 5 W, 10 %, radiale, faible inductance, pas 9 mm
 (Fukushima Futaba MPC75)
 R5 = 49,9 Ω, 0,25 W, 1 %
 R6 = 1 kΩ, 0,25 W, 5 %
 R7 = 47 Ω, 0,25 W, 5 %
 R8 = 1 MΩ, 0,25 W, 5 %
 R9 = 10 kΩ, 0,25 W, 5 %
 P1 = potentiomètre 1 kΩ, réglable par le dessus
 (Piher PT10LV10-102A2020-S)

Condensateurs

C1, C2, C4, C5, C6 = 100 nF, 50 V, X7R, pas 5,08 mm
 C3 = 1 µF, 63 V, PET, pas 5/7,5 mm
 C7, C8, C9 = 3300 µF, 16 V, diam. 12,5 mm, pas 5 mm, 3,4 A, 15 mΩ
 (Rubycon 16ZL3300MEFC12.5X35)
 C10 = 220 nF, 63 V, PET, pas 5 mm

Semiconducteurs

D1, D2 = 1N4148, DO-35
 D3 = MBR1645, TO-220 2 broches
 T1 = BC337, 800 mA, TO-92
 T2 = BC327, 800 mA, TO-92
 T3 = IRFB7545PbF, 4,9 mΩ, 95 A, 60 V, TO-220
 IC1 = AD8032ANZ, DIP-8
 IC2 = 4538, DIP-16

Autres

K1, K2 = connecteur BNC, montage PCB, angle droit, mâle, 50 Ω
 K3 = Barrettes 3x1, verticales, pas 2,54 mm
 F1 = support de fusible, 20 A, Littelfuse 01000020Z, pour 5x20mm
 F1 = fusible cartouche 5 x 20 mm, 15 A, action rapide
 S1 = bouton-poussoir, SPST, action momentanée
 S1, Lx, alimentation = 10 x Bornes à montage par pression, 1,3 mm
 (Ettinger 13.14.419)



Produits

➤ **Elektor 2 MHz LCR Meter Kit (SKU 19883)**
www.elektor.fr/19883

LIENS

[1] Téléchargement des fichiers Gerber :

<https://www.elektormagazine.fr/summer-circuits-2022>

27

Une seule prise pour le RPi et le CN/A audio

Une alimentation double à réaliser soi-même



Ton Giesberts (Elektor)



Il manquait toujours un élément vital au CN/A audio d'Elektor pour le Raspberry Pi : une bonne alimentation fournissant à la fois du 5 V et du 9 V continus. Notre ingénieur Ton Giesberts a comblé cette lacune !

L'idée derrière ce projet était d'avoir une seule alimentation voisine du Raspberry Pi équipé du CN/A audio [1], et un seul cordon d'alimentation branché sur le secteur. Ce circuit a été réalisé pour un usage personnel, et peut-être aurais-je dû le concevoir sans tarder, en même temps que le CN/A audio. L'alimentation fournit deux tensions continues : 5 V pour un Raspberry Pi 2 ou 3 et 9 V pour le CN/A audio, isolées galvaniquement pour éviter les boucles de masse.

Matériel

Dans le schéma de la **figure 1**, le 9 V totalement réglé est créé par l'excellent, mais assez onéreux module convertisseur CC/CC de 3 W (MOD2, TVN 3-0919 de Traco Power [1]) avec une onde résiduelle et un bruit ultra-faibles : 10 mVp-p typique avec un condensateur de découplage de 10 μ F minimum à la sortie. Son entrée est branchée sur la sortie 5 V du module convertisseur CA/CC MP-LD15-23B05R2 (MOD1, Multicomp Pro chez Farnell, ou LD15-23B05R2 chez Mornsun).

Pour rendre le rail d'alimentation 9 V encore plus propre, la tension d'entrée 5 V du MOD2 est filtrée par C3, C4 et L1 et sa sortie 9 V par une inductance de mode commun L2. Les deux tensions de sortie sont protégées par les diodes Transil (ou TVS, transient-voltage-suppression) D1 et D2.

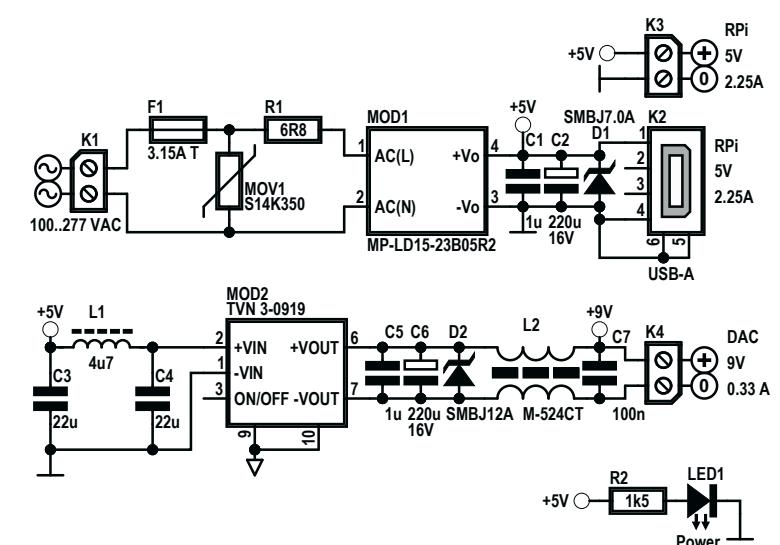


Figure 1. Schéma électrique de l'alimentation double.

Liste des composants

Résistances

R1 = 6,8 Ω , 3 W, 1500 V impulsion
(AC03000006808JAC00, Vishay/Draloric)
R2 = 1,5 k Ω , 0.25 W, 5 %

Condensateurs

C1,C5 = 1 μ F, 25 V, 5 %, SMD 0805
C2,C6 = 220 μ F, 16 V, polymère aluminium, 10 m Ω , diam. 8 mm,
pas 2.5/3.5 mm (870135374003, Würth Elektronik)
C3,C4 = 22 μ F, 25 V, X7R, SMD 1210
C7 = 100 nF, 50 V, 5 %, X7R, SMD 0805

Inductances

L1 = 4,7 μ H, 1,2 A, 0,117 Ω , SMD 4x4 mm
(TYS40184R7M-10, Laird Performance Materials)
L2 = inductance de mode commun M-524CT, 0,5 A, 700 Ω @ 10 MHz,
RDC 0,1 Ω (Kemet)

Semi-conducteurs

D1 = TVS diode SMBJ70A, SMD DO-214AA-2
D2 = TVS diode SMBJ12A, SMD DO-214AA-2
LED1 = LED 3 mm facultative

Divers

K1 = bornier au pas 7.62 mm
(GMKDSN 1.5/ 2-7.62 - 1707027, Phoenix Contact)
K2 = connecteur encartable USB Type A
(87520-0010BLF, Amphenol ICC)
K3,K4 = bornier au pas 3.5 mm
(PT 1.5/ 2-3.5-H - 1984617, Phoenix Contact)
F1 = fusible retardé 3.15 A, 300 VCA, pas radial 5.08 mm
(SS-5H-3.15A-APH, Bussmann/Eaton)
MOV1 = MOV S14K350 (B72214P2351K103, Epcos/TDK)
MOD1 = MP-LD15-23B05R2, convertisseur CA-CC, 5VDC/15W
(Multicomp Pro)
MOD2 = TVN 3-0919, convertisseur CC-CC 3 W, entrée 4.5-13.2V,
sortie 9V/333mA (Traco Power)
Boîtier CU-1474, noir, ABS (Bud Industries)
4 x #4-1/4 vis auto-taraudeuse (6004, Serpac)
Cordon d'alimentation, 1.8 m
(361002-E01, Qualtek, prise CEE7/XVI standard ouest-européen)
Câble d'alimentation 9 V continu, fiche 2.1 mm, 6 A max., 24AWG
(172-4101, Kobicon)
Câble USB 2.0 Micro-B 2 fils libres, 22 AWG, 20 cm (Delock)
Passe-fil, flexible, noir, diamètre intérieur 3.2 mm (HG-2, Essentra)

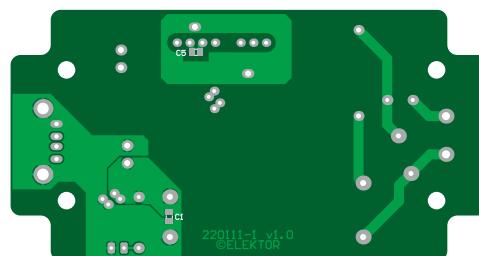
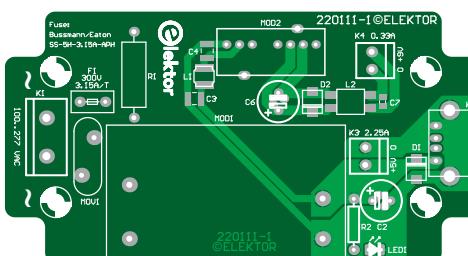


Figure 2. Disposition du circuit imprimé et implantation des composants sur la face supérieure. N'oubliez pas les deux condensateurs sur la face inférieure !



Figure 3. L'un des premiers prototypes monté dans son boîtier.

peuvent être faits à la lime. Allez-y doucement et vérifiez régulièrement la position et la taille des trous. Le meilleur endroit pour faire les trous pour les câbles est entre les bords des deux moitiés du boîtier. Pour le cordon d'alimentation secteur qui passe à travers le panneau latéral du boîtier, il faut utiliser une décharge de traction appropriée comme un SRB-F-9 d'Essentra Components. Je n'ai pas installé la LED1 témoin de l'alimentation 5 V, car la présence des deux tensions est déjà indiquée par des LED lorsque l'alimentation est connectée à un Raspberry Pi avec le CN/A audio. Mais avant de brancher l'alimentation pour la première fois, vérifiez les tensions de sortie de 5 V et 9 V avec un voltmètre. Si l'une des tensions est d'environ 0,7 V, une diode Transil est probablement montée à l'envers. Le plus important : assurez-vous que la polarité des fils du câble micro-USB est correcte : le rouge est le +5 V, le noir est la masse. Le contact central de la fiche 9 V doit être positif (le fil avec la bande blanche du cordon d'alimentation est le plus).

Ce bloc d'alimentation compact et de haute qualité est un bon complément pour le CN/A Elektor audio pour Raspberry Pi. Un seul appareil est nécessaire pour alimenter le RPi en 5 V et le CN/A Audio en 9 V, avec une seule prise secteur ! 

220111-04

Des questions, des commentaires ?

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

À propos de l'auteur



Ton Giesberts a commencé à travailler chez Elektuur (maintenant appelé Elektor) après ses études, recruté pour son intérêt pour l'audio. Au fil des ans, il a surtout travaillé sur des projets audio. Bien qu'actif dans d'autres domaines de l'électronique, il a toujours eu une préférence pour la conception de circuits analogiques. L'une des devises de Ton est : « Si vous voulez que ce soit mieux fait, faites-le vous-même ». Par exemple, pour un projet audio avec des valeurs de distorsion de l'ordre de 0,001%, une conception soignée du circuit imprimé est cruciale !

 Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



Produits

- **Raspberry Pi High End Audio DAC - Module (SKU 18163)**
www.elektor.fr/18163

LIENS

- [1] T. Giesberts, « CN/A audio pour RPi » Elektor 7-8/2017: <https://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-201707/40525>
- [2] Téléchargement des fichiers Gerber et de perçage: <https://www.elektormagazine.fr/summer-circuits-2022>

KiCad 6

Cinq fonctionnalités à prendre en compte

Peter Dalmaris (Australie)

Si vous aimez KiCad 5, vous allez adorer KiCad 6, qui est sorti il y a plusieurs mois. Voici cinq opérations faciles à réaliser dans KiCad 6, mais difficiles (voire impossibles) dans les versions précédentes.

KiCad 6 est arrivé sur Internet dans les derniers jours de 2021, juste à temps pour Noël. Pour beaucoup d'entre nous, c'était le meilleur cadeau de Noël que nous pouvions demander. Ce n'est pas que KiCad 5 était mauvais ; il était excellent pour l'époque. Pour moi, l'arrivée de KiCad 6 m'a donné l'impression qu'une époque s'était terminée et qu'une nouvelle avait commencé. J'ai beaucoup utilisé KiCad 5. C'était comme ma vieille voiture qui m'a aidait à aller de A à B. KiCad 5 est celui que j'ai utilisé ces dernières années pour concevoir les circuits imprimés de mes projets et de mes cours. Un peu brut de décoffrage, un peu déroutant et frustrant parfois, mais il faisait le travail.

Avec l'arrivée de KiCad 6, j'ai eu le même sentiment que lorsque j'ai

eu ma nouvelle voiture. Il ne s'agissait plus simplement de me transporter de A à B. Chaque voyage au supermarché était désormais une expérience agréable. C'est silencieux. La musique semble incroyable. La climatisation m'isole du chaud soleil australien. L'accélération est exaltante. Même les ronds-points sont désormais amusants.

Avec KiCad 6, concevoir un circuit imprimé ressemble à faire une peinture. L'outil m'aide à créer de l'art au lieu de me gêner [1]. L'interface utilisateur moderne et le flux de travail sont logiques. Les bibliothèques sont organisées. Les éditeurs de schémas et d'implantation sont personnalisables et entièrement intégrés. Les préférences sont là où elles doivent être. Les raccourcis et le menu contextuel fonctionnent. Cela fonctionne de la même manière sur tous mes ordinateurs, Mac, Windows et Linux. Je peux facilement partager des projets avec mes étudiants et mes collaborateurs.

Je ne veux pas détailler toutes les fonctionnalités étonnantes de KiCad 6. J'ai écrit des articles de blog et un livre entier à ce sujet. Ce que je veux faire ici, c'est démontrer cinq opérations qui sont faciles à faire dans KiCad 6, mais difficiles, voire impossibles, dans les versions précédentes.

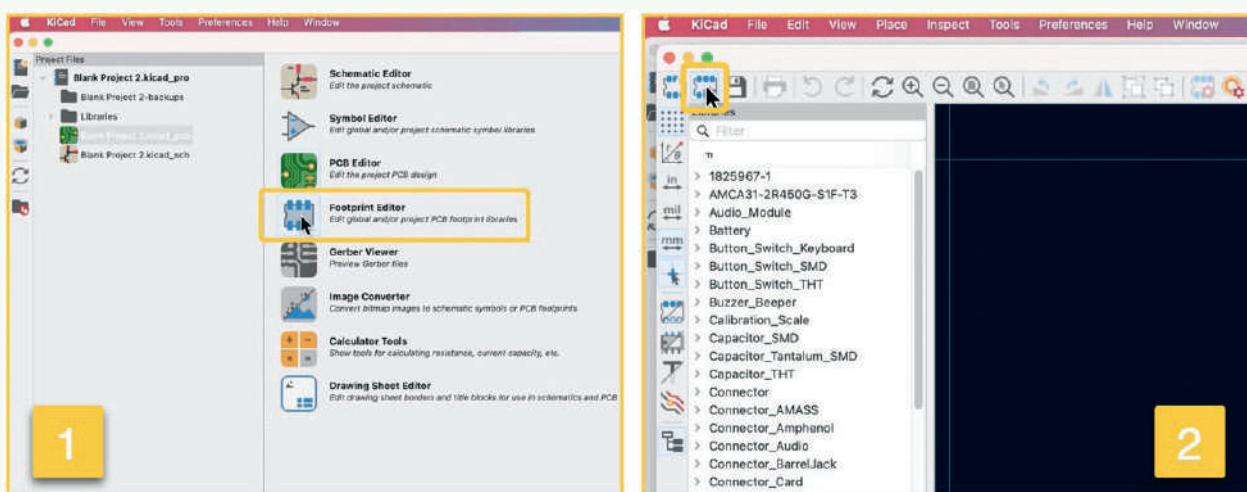


Figure 1. Démarrage de l'assistant d'empreinte.

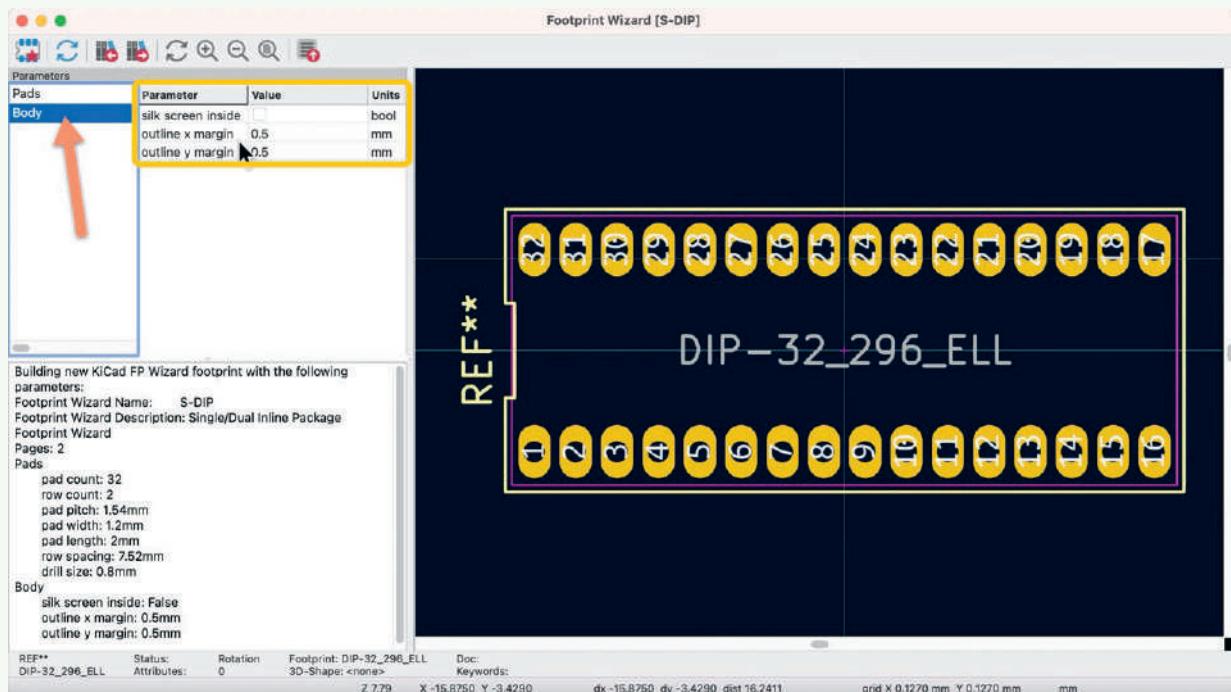


Figure 2. Réalisée en 60 secondes.

1. L'assistant d'empreinte

KiCad est livré avec une vaste bibliothèque d'empreintes. Si vous avez besoin d'une empreinte qui n'est pas disponible dans ces bibliothèques, il y a de fortes chances que vous puissiez la trouver dans des référentiels comme SnapEDA. Si cela ne marche pas, vous pouvez créer des empreintes personnalisées à l'aide de l'un des deux outils fournis par KiCad : l'éditeur d'empreinte et l'assistant d'empreinte. Ici, je vais décrire l'assistant d'empreinte.

Avec l'assistant « Footprint Wizard », vous pouvez créer rapidement et facilement une empreinte personnalisée pour un ensemble standard de composants. Supposons que vous vouliez créer une empreinte personnalisée pour un composant DIP. Depuis la fenêtre du projet KiCad (**figure 1**), démarrez *Footprint Editor* (1), puis cliquez sur le bouton *Footprint Wizard* (2). Dans la liste des générateurs disponibles dans l'assistant, sélectionnez la ligne 8, « S-DIP ».

Cliquez sur *OK* pour fermer la fenêtre des générateurs d'empreinte.

L'assistant d'empreinte affichera l'empreinte par défaut dans la partie droite de la fenêtre. Sur le côté gauche, vous pouvez voir une liste de paramètres d'empreinte que vous pouvez modifier et personnaliser. Allez-y et apportez des modifications aux paramètres. À mesure que vous modifiez les paramètres dans le volet des paramètres, l'assistant met à jour l'empreinte dans le volet de droite.

J'ai fait ces modifications :

- Pads : nombre de pads jusqu'à 32 ; pas de pad à 1,54 mm.
- Corps : Marge x du contour à 1,5 mm ; Marge y du contour à 1,5 mm.

Reportez-vous à la **figure 2** pour voir ma nouvelle empreinte. Il m'a fallu environ 60 secondes pour la créer.

Lorsque vous avez terminé de travailler sur votre nouvelle empreinte, vous pouvez l'exporter de l'assistant vers l'éditeur d'empreinte en cliquant sur le bouton *Import*. Dans l'éditeur d'empreinte, vous pouvez continuer à personnaliser votre nouvelle empreinte ou l'enregistrer dans une bibliothèque existante ou nouvelle afin de pouvoir l'utiliser dans un projet.

2. Archivage/désarchivage de projet

KiCad dispose d'une fonctionnalité d'archivage de projet qui vous permet de créer une archive ZIP autonome de votre projet. Une fois que vous avez archivé votre projet KiCad, vous pouvez le stocker pour une utilisation ultérieure ou le partager avec d'autres personnes. L'archiveur de projet conservera toutes les dépendances du projet (comme les symboles ou les empreintes) dans l'archive afin que vos collaborateurs (ou vous-même) n'aient pas besoin de passer du temps à essayer de résoudre des problèmes de bibliothèque.

Ici, je vais vous montrer comment archiver et désarchiver un projet. Je vais archiver un de mes projets sur mon ordinateur Mac OS et l'ouvrir sur ma machine virtuelle Windows 10.

Tout d'abord, ouvrez un projet KiCad. La fenêtre du projet KiCad étant affichée, cliquez sur *File*, puis sur *Archive Project* (**figure 3**). KiCad vous demandera un nom et un emplacement de sauvegarde pour l'archive, puis créera un nouveau fichier ZIP.

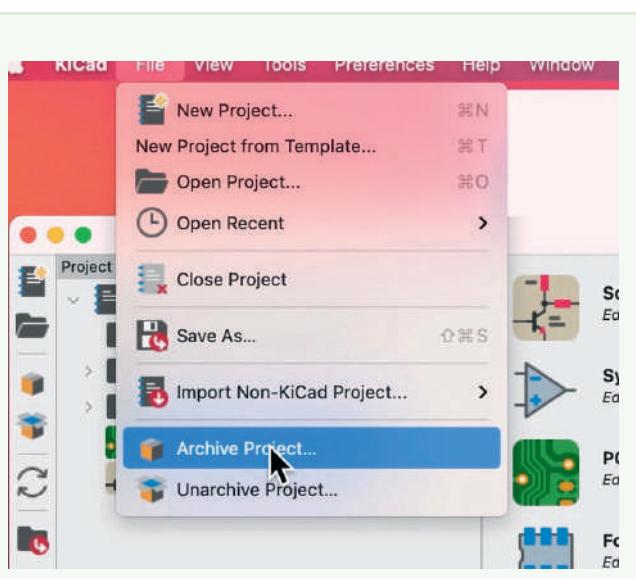


Figure 3. Archivage de projet.

Prenez le nouveau fichier ZIP d'archive et copiez-le sur l'ordinateur cible. (J'utilise une machine virtuelle Windows 10.) Là, démarrez KiCad 6, et cliquez sur *File* et *Unarchive Project...* (**figure 4**). KiCad vous demandera de sélectionner le fichier d'archive, utilisez alors le navigateur de fichiers pour localiser le fichier ZIP et cliquez sur *Open*.

KiCad vous demandera alors un emplacement de destination pour le projet non archivé. Je vais enregistrer le mien sur le bureau. Accédez au nouveau dossier. Vous verrez le contenu du projet que vous avez archivé sur votre ordinateur d'origine.

Toujours en travaillant sur votre ordinateur cible, accédez à la fenêtre du projet KiCad 6 et ouvrez le projet. Vous verrez les paramètres du projet et le contenu de l'éditeur tels qu'ils étaient lors de la création de l'archive.

3. Variables de texte

Une nouvelle fonctionnalité de KiCad 6 est les variables de texte. Avec les variables de texte, vous pouvez créer des variables contenant n'importe quelle chaîne de texte, que vous pouvez utiliser dans un schéma ou une implantation pour paramétriser n'importe quel « texte ». Par exemple, vous pouvez définir une variable de texte pour contenir un numéro de version. Dans vos conceptions Eeschema et Pcbnew, vous pouvez faire référence à cette variable afin qu'elle affiche toujours sa valeur actuelle. Au fur et à mesure que vous travaillez sur de nouvelles versions de votre PCB, vous pourrez mettre à jour le numéro de version à un seul endroit (la fenêtre des variables de texte) au lieu de rechercher les différents emplacements dans les éditeurs de schéma et d'implantation où le numéro de version peut apparaître.

Prenons un exemple.

Commencez par créer une variable de texte (**figure 5**). Il y a deux endroits où vous pouvez le faire. L'un se fait via la boîte de dialogue *Schematic Setup* dans Eeschema, et l'autre dans *Board Setup* dans Pcbnew.

Ils sont sous des groupes nommés différemment, mais c'est la même chose. Lorsque vous créez une variable de texte dans Eeschema, elle apparaîtra également dans Pcbnew et vice-versa.

Dans Eeschema, cliquez sur *File*, puis cliquez sur *Schematic Setup*. Sous *Project*, cliquez sur *Text Variables*. Au bas de la liste des variables de texte, cliquez sur le bouton « + » pour créer deux nouvelles lignes. Dans la première ligne, pour le nom de la variable, entrez « *project_name* », et pour la substitution de texte, entrez « *Breadboard power supply* ». Pour la deuxième ligne, utilisez respectivement « *input_circuit_name* » et « *Input power and 5 Volt subcircuit* ». Lorsque vous êtes prêt, cliquez sur *OK* pour terminer (**figure 5**).

Vous pouvez utiliser ces variables n'importe où dans votre projet KiCad 6 où il y a du texte. Par exemple, dans l'éditeur de schémas, ajoutez un élément de texte. Double-cliquez dessus pour afficher ses propriétés et tapez « \${ » pour appeler le menu contextuel des variables. Sélectionnez « *input_circuit_name* » dans la liste (**figure 6**).

Cliquez sur *OK* et voyez le résultat de la substitution de variable de texte dans l'éditeur de schémas (**figure 7**).

Voici quelques idées de choses que vous pouvez faire avec des variables de texte :

- Meilleur contrôle des numéros de version des circuits imprimés qui apparaissent dans la sérigraphie. Au lieu d'utiliser des numéros de version en texte fixe, paramétrez-les.
- Valeurs standards de résistances de rappel haut ou de rappel bas (ou toute autre valeur dont il existe une grande quantité dans une conception). Utilisez une seule variable de texte qui facilite la modification si nécessaire.

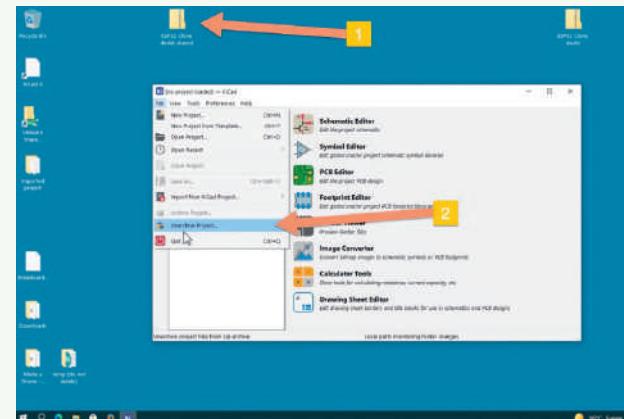


Figure 4. Désarchivage de projet.

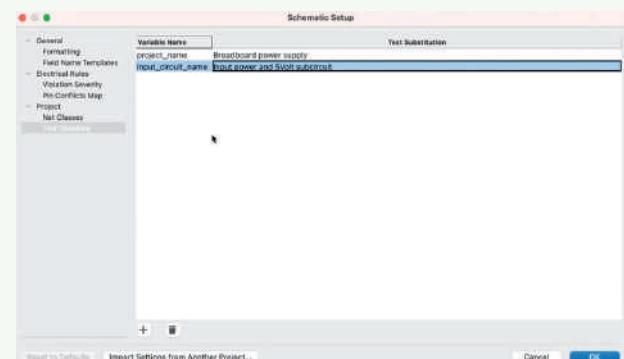


Figure 5. Nouvelle variable de texte..

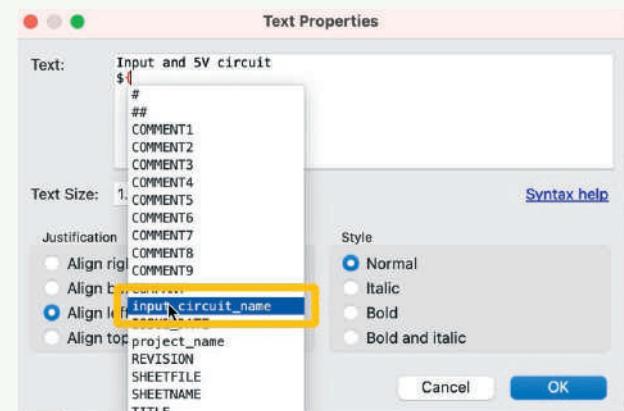


Figure 6. Insérer une variable de texte dans un élément de texte.

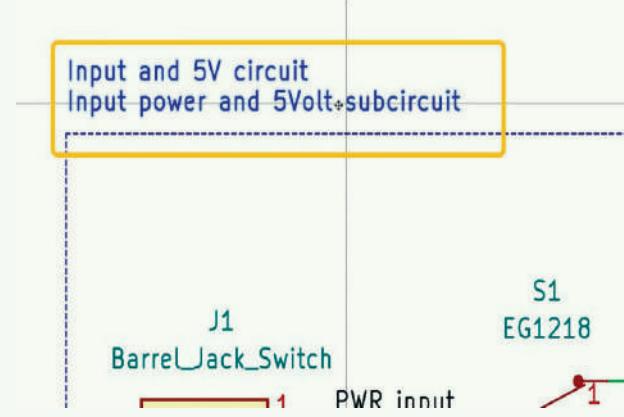


Figure 7. Un élément de texte avec une variable de texte.

LIKE
A PRO

KiCad 6

(offre groupée)



Démarrer avec le meilleur outil de conception de circuits imprimés open source + Maîtriser la conception de circuits imprimés avec des projets concrets. Un manuel si exhaustif que nous avons dû le mettre en deux livres !

KiCad 6 est une suite logicielle moderne et multiplateforme composée d'éditeurs de circuits imprimés et de schémas. Cet outil de conception stable et performant est parfaitement adapté aux ingénieurs en électronique et aux amateurs.

En savoir plus :
www.elektor.fr/20180

Ces deux livres (offre groupée) vous permettront d'apprendre à utiliser KiCad en proposant une approche pratique. Ils vous aideront à concevoir vos propres cartes et à devenir productifs. Avec KiCad 6, vous pouvez créer des circuits imprimés de toute complexité et de toute taille sans les contraintes liées aux logiciels commerciaux.



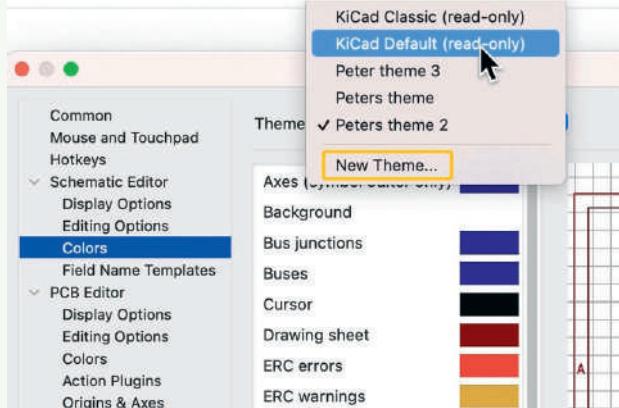


Figure 8. Liste déroulante des thèmes.

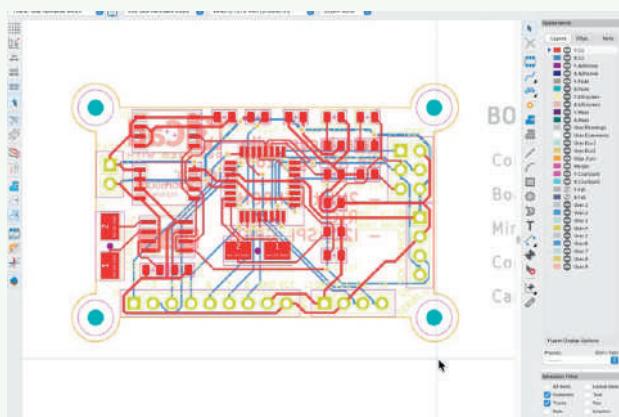


Figure 9. L'éditeur d'implantation utilisant un thème de couleur compatible avec l'impression.

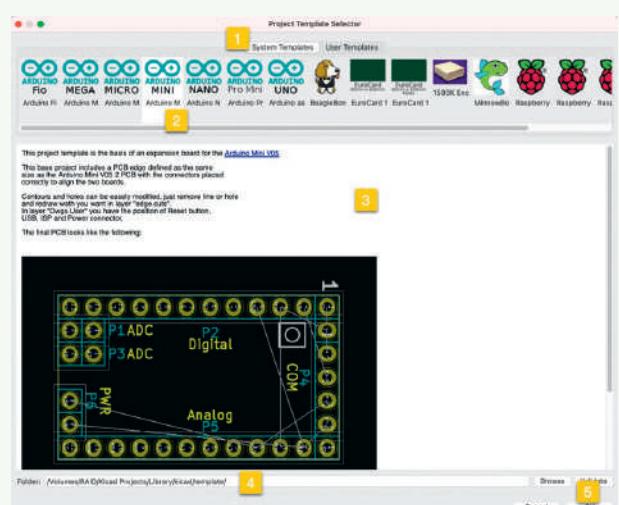


Figure 10. Sélecteur de modèle de projet.

- URL pour des informations sur l'utilisation ou les spécifications des circuits imprimés.

C'est l'une de ces fonctionnalités auxquelles je me suis tout de suite habitué; il est difficile de penser à KiCad sans elle.

4. Jeu de couleurs de l'éditeur

Depuis ses débuts, KiCad a été très configurable. Dans KiCad 6, il est maintenant possible de configurer le thème des couleurs utilisé dans les éditeurs de schéma et d'implantation.

Vous pouvez créer des combinaisons de couleurs personnalisées pour les éditeurs de schémas et d'implantation dans la fenêtre *Preferences*. Chaque application possède ses propres paramètres de thème que vous pouvez trouver sous *Colors*. Pour chaque éditeur, vous pouvez créer plusieurs thèmes et basculer rapidement entre eux.

Les deux éditeurs fonctionnent de la même manière. Vous pouvez sélectionner un thème via le menu déroulant en haut de l'éditeur.

Cliquez sur *New Theme...* pour créer un nouveau thème (**figure 8**). Tous les thèmes, à l'exception des deux thèmes intégrés, « *KiCad Classic* » et « *KiCad Default* », sont modifiables. Pour changer une couleur, double-cliquez sur la case qui contient la couleur et utilisez le sélecteur de couleur ou les onglets de couleurs définies pour sélectionner la nouvelle couleur. Ensuite, cliquez sur *OK* pour la valider.

Je trouve utile d'avoir un thème pour le travail d'édition régulier et un autre thème pour l'impression. Le thème par défaut de Pcbnew a un fond noir qui n'est pas adapté à l'impression sur papier en raison de la quantité d'encre blanche utilisée. J'ai un thème imprimable avec un fond blanc pour que mes impressions d'implantation soient meilleures sur papier (**figure 9**).

5. Modèles de projet

Les modèles de projet KiCad peuvent vous faire gagner beaucoup de temps lorsque vous démarrez un nouveau projet. Avec un modèle de projet KiCad, votre nouveau projet est préconfiguré. Il a ses éditeurs de schéma et d'implantation déjà remplis de composants standards qui peuvent constituer la base sur laquelle vous pouvez vous appuyer. Vous pouvez choisir l'un des nombreux modèles livrés avec KiCad ou créer le vôtre. Vous pouvez créer un modèle utilisateur à partir de n'importe lequel de vos projets KiCad 6 existants. Dans cette section, je vais vous montrer les deux options.

Un « modèle système » est un modèle fourni par KiCad. Par exemple, les modèles système contiennent des projets Arduino Mega, Beagle-Bone Black, Raspberry Pi ou STM32. Prenons un exemple.

Pour le démontrer, je vais créer un nouveau projet qui utilise le modèle système de projet Arduino Mini. Démarrer KiCad et ouvrez la fenêtre principale du projet. Dans le menu *File*, sélectionnez *New Project from Template...*

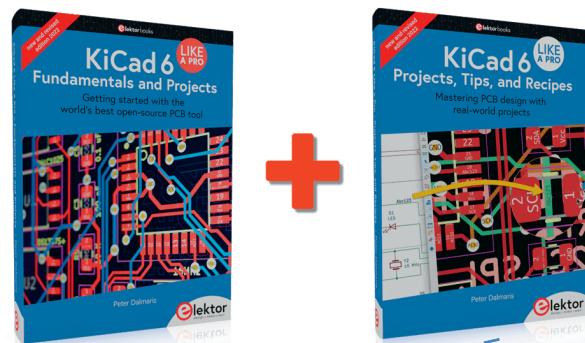
La fenêtre « *Project Template Selector* » apparaîtra (**figure 10**). Sélectionnez l'onglet *System Template* (1), utilisez la molette pour déplacer les modèles de projet vers la gauche et la droite, et recherchez le modèle *Arduino Mini*. Cliquez pour le sélectionner (2). Dans le volet d'informations (3), vous verrez une description du modèle, y compris une vue des empreintes et des schémas qu'il contient. Les informations que vous voyez sur la page d'informations (3) sont un simple fichier HTML. Le créateur du modèle peut fournir autant ou aussi peu d'informations qu'il le souhaite.

Notez l'emplacement du modèle sélectionné dans la zone de texte du dossier (4). Cliquez sur OK (5) pour continuer. Le nouveau projet, utilisant les paramètres, le schéma et l'implantation de départ du modèle de projet, est prêt. Ouvrez les éditeurs de schémas et d'implantation pour voir à quoi ressemble le projet à ce stade. Comme vous pouvez le constater, le nouveau projet n'est pas vide. Il contient le schéma de départ et l'implantation hérités du modèle Arduino Mini.

Téléchargez KiCad 6 et explorez

Ce ne sont que cinq choses rapides que vous pouvez faire avec KiCad 6. Pour en découvrir beaucoup plus, je vous encourage à télécharger KiCad 6 dès aujourd'hui. Si vous souhaitez vraiment utiliser KiCad à son plein potentiel, consultez mon livre entièrement mis à jour *KiCad 6 Fundamentals and Projects* (Elektor 2022).

220177-04



KiCad 6 Like A Pro (Bundle):

<https://www.elektor.fr/kicad-6-like-a-pro-bundle>

Des questions, des commentaires ?

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

LIENS

[1] KiCad EDA: <https://www.kicad.org/>

À propos de l'auteur



Peter Dalmaris est un enseignant, ingénieur électrique, amateur d'électronique et Maker. Créateur de cours vidéo en ligne sur l'électronique DIY et auteur de plusieurs livres techniques dont *KiCad Like a Pro* (Elektor 2018) et *KiCad 6 Fundamentals and Projects* (Elektor 2022). Sa société Tech Explorations propose une variété de cours éducatifs et d'ateliers pour les amateurs d'électronique, les étudiants et les enseignants en Sciences et Techniques (STEM).

Quiz: Circuits du passé #05

Il existe une multiplicité de schémas pour jeux de lumière et autres chenillards, mais rares sont ceux qui ne nécessitent qu'au peu de composants pour en produire le fameux effet. Le signal BF (audio) qui entre dans le circuit via un transformateur au rapport de conversion 1:1...1:4, détermine lequel des 2 systèmes d'éclairage (lampes ou autres ampoules) L1 ou L2 connectées respectivement aux borniers K1 et K2, sera mis en ou hors-fonction par les thyristors. En l'absence de signal de commande, les 2 thyristors bloquent le « corps illuminant » connecté au bornier K1 est inactif. Au cours de la demi-période positive de la tension du secteur il arrive, via la résistance R2 et le diac Di1, une tension de commande sur la gâchette du thyristor Th3. Ceci produit l'amorçage de ce thyristor qui produit la mise sous tension du dispositif connecté au bornier K2. Si le signal audio atteint un certain niveau, les thyristors Th1 et Th2 deviennent eux aussi passants, produisant ainsi l'allumage de la lampe L1. Le thyristor Th2 supprime la tension d'amorçage du thyristor Th3, de sorte que ce thyristor bloque lors du passage par zéro suivant produisant l'extinction de l'ampoule L2. La tension du secteur est appliquée au bornier K3. Il est important d'être bien conscient que l'ensemble du montage se trouve en contact avec la tension de 230 V du secteur et de prendre les précautions nécessaires et suffisantes, classiques en pareil cas. Il est donc vital de veiller à une réalisation propre; R2 doit être une résistance de puissance (10 W); il faudra, en ce qui concerne le condensateur C1, veiller à bien respecter sa tension de service minimale. Le choix du transformateur de transfert est laissé à votre convenance, l'essentiel étant de veiller à ce qu'il assure le niveau d'isolation prévu.

934009 - 11

Testez vos connaissances

Vous souvenez-vous de quelle année date ce circuit ? Répondez au quiz et gagnez jusqu'à 100 € à dépenser dans l'e-choppe Elektor.



Ordinateur SC/MP d'Elektor

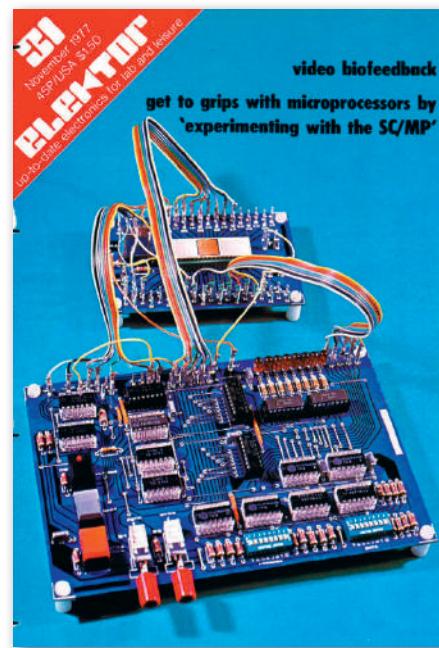
Jan Buiting (Elektor)

En novembre 1977, Elektor a lancé une série d'articles sur le « SC/MP », son toute première tentative de publier un système à microprocesseur à construire par soi-même [1]. À l'origine, c'était un simple système d'apprentissage doté de 256 octets de RAM et d'un système d'entrée de données et d'adresses binaires. Le SC/MP est devenu un véritable ordinateur à 8 bits capable d'exécuter le BASIC, de jouer à Pong et de chanter.

« Des microprocesseurs pour chacun et pas seulement pour les professionnels ! ». C'est ce que les rédacteurs d'Elektor souhaitaient en 1977. Pour préparer leur public alors imprégné de puces TTL, de TUP, de TUN, d'électronique analogique ou de composants discrets, ils ont rédigé au moins deux articles d'introduction sur les concepts généraux de la programmation et la structure des données numériques. Les discussions portaient principalement sur une réplique d'un système d'apprentissage conçu par National Semiconductor pour son microprocesseur ISP-8A/500D connu sous le nom de « SC/MP » pour Simple Cost-Effective Microprocessor. Le bruit court que le rédacteur en chef d'Elektor a préféré le SC/MP à un µP d'Intel ou de Motorola parce qu'il était moins cher !

Évolution

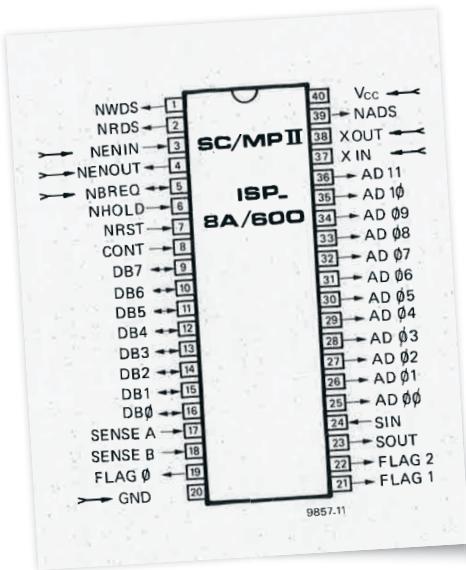
Le SC/MP, contenu dans un boîtier DIP à 40 broches, fait partie de la catégorie des tout premiers microprocesseurs dotés d'une structure traditionnelle des registres, d'un accumulateur et de circuits permettant d'adresser la mémoire externe. Il s'agissait donc d'une



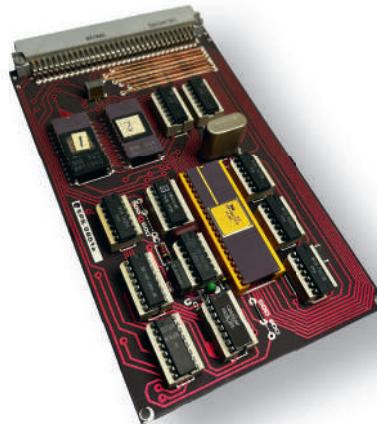
Couverture de l'édition de novembre 1977 d'Elektor montrant un précurseur désordonné du SC/MP. (L'édition française d'Elektor n'était pas encore née en 1977.)



Aperçu d'un système SC/MP complet donné à Elektor Retronics en 2021. Le boîtier est ouvert pour révéler le fond de panier DIN-64C avec l'unité centrale et diverses cartes d'extension connectées.



Brochage de l'ISP-8A/600, alias l'unité centrale SC/MP-2, une amélioration en NMOS de la puce originale/500D produite en technologie PMOS.



Carte UC d'Elektor SC/MP avec UC, ROMs et RAMs installés.



Les articles, les nouvelles, les programmes et d'autres informations concernant le SC/MP ont été regroupés et publiés dans les livres et éditions spéciales SC/MP, « sc/mputer » et « μcomputer » qui ont connu un grand succès, dans de nombreuses langues, jusqu'à la fin des années 1970.

tentative de National Semiconductor pour s'emparer d'une partie du marché prometteur — mais le succès ne fut pas au rendez-vous à l'échelle mondiale.

Au départ, Elektor présentait le SC/MP sous la forme de deux cartes distinctes : une à microprocesseur et une autre de contrôle/entrée/sortie/périphérique beaucoup plus grande. Les deux étaient interconnectées par de nombreux fils, et en effet, le SC/MP est représenté ainsi sur la couverture du magazine de novembre 1977.

À partir de décembre 1977, le SC/MP expérimental et encombré a été « restructuré » avec des schémas, des articles et des cartes que l'on pouvait acheter chez Elektor. Grâce à la bonne anticipation de l'auteur, H.Huschitt, et au dynamisme du laboratoire d'Elektor aux Pays-Bas, les cartes ont été dotées de connecteurs DIN-64C pour être connectées à un fond de panier. Après la carte UC (illustrée ici), de nombreuses autres cartes ont suivi, notamment RAM/ROM, E/S, interface bande/enregistrement, entrée et affichage hexadécimal, modulateur RF et un simple programmeur PROM. Les lecteurs étaient également encouragés à développer leurs propres cartes pour le fond de panier DIN-64C du SC/MP, ainsi qu'à envoyer leurs programmes et petits jeux, dont certains ont été publiés et distribués aux lecteurs d'Elektor sur des disques vinyles 45 tours.

Le système SC/MP illustré ici doit être l'un des exemplaires les mieux construits et les mieux documentés au monde. Il dispose de toutes les cartes d'extension jamais publiées et d'un bon nombre d'extensions faites maison. À partir de deux ROMs, il exécute le fameux moniteur ElBug avec un clavier hexadécimal en entrée et un affichage LED/imprimante thermique en sortie. Imaginez... Sans connexion Internet !

Résultats

Le système SC/MP d'Elektor et la série d'articles en six parties publiée dans le magazine [1] ont donné naissance à des livres, à des logiciels sur disques vinyles, à des ventes de circuits imprimés et de ROM pour des milliers de francs, et à de nombreux lecteurs enthousiastes partout dans le monde. Pour la plupart d'entre eux, le SC/MP était un passage vers le monde des microprocesseurs, qui a ensuite évolué vers les microcontrôleurs, et actuellement vers les systèmes embarqués. D'après les réactions des lecteurs que j'ai reçues 45 ans après les premiers articles sur le SC/MP, cet ancien ordinateur était un coup de cœur dont l'impact net sur la communauté est similaire à celui des plateformes modernes

telles que Raspberry Pi et Arduino. Intellectuellement parlant, bien sûr. Si Elektor avait vendu autant de cartes que ces deux plateformes, nos bureaux auraient probablement été délocalisés sur une île tropicale. ↗

220195-04

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur
(jan.buiting@elektor.com)



Conservation, édition et stockage des dossiers, style 1978.

LIEN

[1] H. Huschitt et al., « apprenons à utiliser le SC/MP I », (parties 1-5), Elektor 11/1977 – 3/1978: <https://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-197805/53920>

28

Accessoire de test DIY pour le compteur LCR

Précision meilleure à plus haute fréquence !

Ton Giesberts (Elektor)

Les câbles Kelvin standard du kit LCR-mètre 2 MHz d'Elektor sont corrects les mesures en BF, mais en HF, ils sont loin d'être précis. Pourtant, le matériel commercialement disponible permet de construire un accessoire de mesure adéquat.



Figure 1. Il faut quatre de ces adaptateurs BNC-douille banane. La fixation du fil de 1,5 mm² est aisée.

Le kit LCR-mètre 2 MHz contient, entre autres, des câbles de test à pinces Kelvin à connecter aux composants à mesurer. Cependant, en HF > 100 kHz, les mesures avec ces sondes ne sont pas vraiment précises : elles varient si on déplace ou plie les câbles et si on change la position des pinces ou la distance qui les sépare. Cela montre que ces câbles ne constituent pas une configuration fiable d'essai de composants en HF. Pour pallier ce problème, mieux vaut utiliser un montage d'essai Kelvin. La plupart des fabricants de LCR-mètres



proposent ce type d'accessoire en complément, mais les modèles de qualité supérieure sont plutôt chers. Différents distributeurs proposent des accessoires universels moins chers, par ex. TH26001A ou LCR-05. Mais vous pouvez en fabriquer un vous-même. Voici un exemple non limitatif utilisant des pièces du commerce. Si vous avez quatre adaptateurs BNC mâle -> banane femelle de 4 mm (**figure 1**), du fil de cuivre rigide d'1,5 mm² et une barrette SIL suffisent pour réaliser un montage de mesure de composants à fils (par ex. des condensateurs de précision). La barrette utilisée conditionne le Ø max. des fils de l'objet sous test. Mais la réalisation est simple et la plupart d'entre nous a déjà les pièces nécessaires dans son labo d'électronique.

Notre exemple utilise une barrette standard au pas de 2,54 mm (BL1.36Z, Fischer Elektronik). Un connecteur SIL à contacts plaqués or serait encore mieux. Les fils de cuivre seront pincés dans les trous transversaux des douilles bananes. La **figure 2** montre à quoi le montage terminé doit ressembler. Tout d'abord, coupez deux fils pour relier les deux connecteurs BNC extérieurs HD et LD (High et Low Drive respectivement) du LCR-mètre. Pliez-les et placez-les juste au-dessus des connecteurs de détection (HS et LS), l'un vers l'autre, mais laissez un espace suffisant pour que le fer à souder ne touche pas le plastique des douilles bananes HS et LS. Placez ensuite deux fils courts depuis les douilles bananes de détection et soudez-les aux fils HD/LD. Soudez ensuite la barrette SIL contre les fils HD/LD. Ce câblage de mesure n'est plus une véritable connexion Kelvin, mais il en est assez proche et fait le travail.

Étalonnage

Pour ajuster le LCR-mètre à cet adaptateur de mesure, il faut utiliser les procédures d'étalement automatiques internes de l'appareil. À cet effet, placez dans la barrette SIL un fil court-circuitant les bornes du LCR-mètre. Puis, dans le menu d'étalement (appui long sur le bouton menu), lancez *Trim, all freq*. L'appareil s'étaillonne avec votre barrette, à 54 fréquences discrètes dans la gamme de 0 à 2 MHz. Enregistrez ensuite les données de réglage en court-circuit. Retirez alors le fil de court-circuit, et lancez la fonction *Trim, all freq*, et enfin, enregistrez les données de réglage en circuit ouvert. Un condensateur radial à 1 % de 4,7 nF fut utilisé pour un 1er essai (**figure 3**). Les résultats montrent que le montage fonctionne très bien. À chacune des 54 fréquences de mesure du LCR-mètre, la valeur est dans la tolérance spécifiée du condensateur.



Figure 2. Le montage d'essai doit ressembler à cela.

Avec le temps, et après mise en température du LCR-mètre, les mesures peuvent varier de plus de 10 pF. Pour un excellent étalonnage du montage, mieux vaut donc laisser le LCR-mètre sous tension au moins une heure. N'oubliez pas de réétalonner le LCR-mètre pour utiliser à nouveau les câbles Kelvin ! ↗

220098-04

Des questions, des commentaires ?

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



Figure 3. Le LCR-mètre 2 MHz avec montage d'essai maison et condensateur de 4,7 nF à 1 %.



Produits

- ↗ **Elektor 2 MHz LCR Meter Kit (SKU 19883)**
www.elektorfr/19883

LIENS

[1] Évolution du LCR-mètre (en anglais), Elektor-Labs.fr: <https://www.elektormagazine.fr/labs/remake-lcr-meter>

Vous souhaitez publier votre montage dans le magazine ?

Rendez-vous sur la page du labo d'Elektor : www.elektormagazine.fr/labs pour y enregistrer votre projet.

Cliquez sur « Créez un projet ». Connectez-vous (créez un compte gratuit si vous n'en avez pas encore). Remplissez les différents champs du formulaire.

Votre proposition de montage sera examinée par l'ensemble des rédacteurs du magazine. Si votre projet est retenu pour sa publication dans le magazine, un rédacteur prendra contact avec vous pour vous accompagner dans la rédaction de l'article.

Labo d'Elektor : www.elektormagazine.fr/labs
créer > partager > vendre

29 Ampère-mètre Arduino

Giovanni Carrera (Italie)

La mesure d'un courant nécessite l'utilisation d'un ampèremètre placé en série avec la charge. Un ampèremètre idéal ne présente aucune chute de tension, c'est un court-circuit. En réalité, un bon ampèremètre, lorsqu'il est inséré, doit avoir une très faible chute de tension pour ne pas altérer le circuit à mesurer. Le capteur présenté ici a une chute de tension de seulement 50 mV. Il a une bonne précision et utilise des composants faciles à obtenir.

La technique de mesure utilisée dans ce projet est de type « low-side » (c'est-à-dire que la résistance de shunting est connectée entre la charge et la masse). Le shunt est connecté à un amplificateur différentiel avec une sortie compatible avec Arduino (voir la **figure 1**). Ce projet utilise la référence interne de l'ATmega328P ; la tension pleine échelle du convertisseur est donc de 1,1 V. Grâce à cette solution, on obtient une référence plus stable et moins bruyante avec une résolution de $1100/1024 = 1074$ mV.

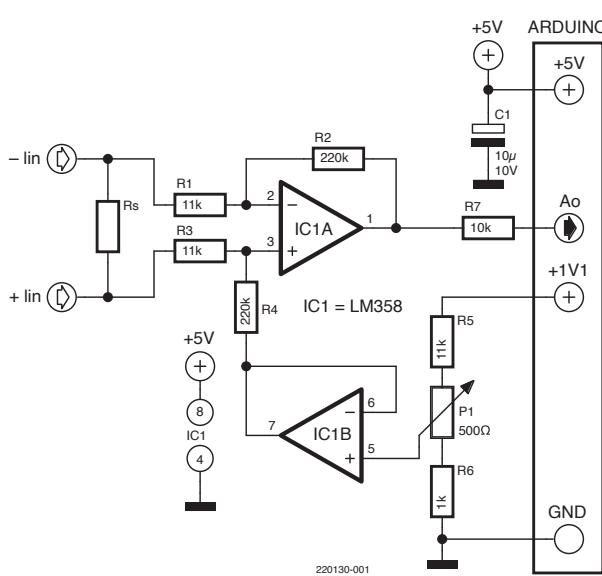
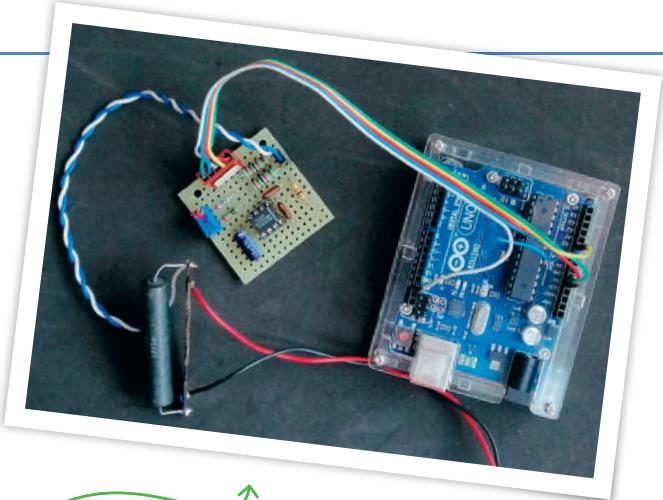


Figure 1. Schéma de l'ampèremètre Arduino.



Lorsque nous utilisons des amplificateurs opérationnels de puissance avec une seule alimentation, des problèmes se posent si les signaux s'approchent de zéro. Même en utilisant des amplificateurs opérationnels spéciaux à excursion totale (ou « rail to rail ») dont l'oscillation de sortie est plus proche des valeurs maximales de l'alimentation, ils ont rarement des tensions de sortie inférieures à 20 mV pour une entrée à zéro. Il est possible d'obtenir une sortie similaire en utilisant le fameux LM358, qui peut fonctionner même avec une seule alimentation. Un procédé consiste à travailler à une valeur supérieure à zéro, puis à soustraire le décalage (« offset ») par logiciel. Pour avoir un zéro en sortie et aussi pour éliminer l'offset, une constante V_{sh} d'environ 100 mV est ajoutée. Nous utilisons pour ce circuit un amplificateur différentiel IC1A, dont la sortie est égale à :

$$V_o = \left(V_{IN+} - V_{IN-} \right) \cdot \left(\frac{R_2}{R_1} \right) + V_{sh}$$

Le deuxième amplificateur opérationnel IC1B, connecté en tant que suiveur de tension, génère cette tension V_{sh} en utilisant un diviseur pour la tension V_{ref} de l'Arduino

Pour assurer un fonctionnement correct, les relations suivantes doivent être respectées : $R1 = R3$ et $R2 = R4$ avec de très faibles tolérances. Je les ai sélectionnées parmi des résistances à film métallique avec une tolérance de 1 %, désormais facilement disponibles, en utilisant un bon ohmmètre. Comme l'amplificateur double LM358 n'a pas un offset très faible, j'ai préféré ne pas trop augmenter le gain, donc $R2/R1 = 20$.

Conversion de tension

Le convertisseur A/N a une pleine échelle de 1100 mV. Je déduis 100 mV pour obtenir le zéro, ce qui me permet d'avoir 1000 mV pour la mesure. Cela signifie que la tension d'entrée maximale doit être de $1000/20 = 50$ mV. Le **tableau 1** montre quelques valeurs de shunt et les taux de courant correspondants.

Pour les courants élevés, il est préférable d'utiliser des shunts commerciaux. Beaucoup d'entre eux ont une chute de tension de 75 mV, nous pouvons donc faire varier le gain à $1000/75 = 13,33$.

Nous obtenons des améliorations significatives en remplaçant le LM358 par une entrée à faible offset tels que les AOP OP290, OPA2196, OPA2277 et autres puces similaires. Nous pouvons supprimer le décalage en utilisant un trimmer sur le diviseur qui fournit V_{sh} . Le logiciel fera le reste en soustrayant une valeur constante. Pour $V_{sh} = 100$ mV, ceci est égal à :

$$Nsh = 100 * 1023 / 1100 = 93$$

Table 1. Valeurs des shunts et intensités du courant.

I max [A]	Shunt [Ω]
0,5	0,1
1	0,05
5	0,01
10	0,005

 Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22

C'est la constante à soustraire. Le trimmer P1 doit être ajusté jusqu'à ce que l'on obtienne zéro pour un courant nul. Au cours de la phase de test, j'ai augmenté cette valeur à 98 pour mieux travailler avec le trimmer.

Programme

Le programme d'exemple est très simple. Les valeurs utilisées sont relatives à mon système (voir **Listage 1**, le code source peut être téléchargé [1]). Pour calibrer le trimmer P1, il suffit d'exécuter le programme et de tourner le trimmer pour lire zéro sur le moniteur série ou l'IDE Arduino avec un courant d'entrée nul. S'il n'est pas possible de mettre le trimmer à zéro, il est nécessaire de modifier légèrement la constante `Nsh` à soustraire de la mesure. La constante `mVtomA` est dérivée des mesures expérimentales, en utilisant un bon ampèremètre de précision, une alimentation et quelques charges résistives comme des ampoules de voiture ou des résistances filaires de puissance adéquate. 

220130-04

Listage 1. Code source [1].

```
/* program ArduAmmeter.ino Arduino current meter
Giovanni Carrera, rev. 11/07/2019 */

float NtomV;
const float VREF = 1095;      // in mV, this value can be read on VREF pin
const int Nsh = 98;           // shift value corresponding to about 100 mV
const float mVtomA = 2.17;    // value obtained by a calibration

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  analogReference(INTERNAL); // internal ADC reference input = 1100 mV
  NtomV = VREF/1023;        // constant of conversion into millivolts
}

void loop() {
  int val = analogRead(A0)-Nsh; // read the current sensor
                             // and remove the shift
  float mvolt = NtomV*val;   // convert to millivolt
  float mamp = mvolt/mVtomA; // convert to milliampere
  Serial.print("Vo = ");
  Serial.print(mvolt,1);
  Serial.print(" mV - Current = ");
  Serial.print(mamp,0);
  Serial.println(" mA");
  delay(1000);
}
```

À propos de l'auteur



Giovanni Carrera est titulaire d'un diplôme d'ingénieur en électronique. Professeur d'université à la faculté d'ingénierie navale de Gênes, en Italie, il a notamment enseigné l'automatisation navale et la simulation des systèmes de propulsion des navires. Il a commencé à travailler à la fin des années 1970 sur le processeur 6502, avant de se pencher sur d'autres unités centrales. Aujourd'hui, il aime concevoir et développer des circuits électroniques analogiques et numériques, dont beaucoup ont fait l'objet d'articles sur ses blogs (ArduPicLab et GnssRtkLab) et dans divers magazines.

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (g.carrera@elettronicaemake.it), ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Liste des composants

Résistances

R1,R3 = 11 k, $\pm 1\%$ à film métallique
R2,R4 = 220 k, $\pm 1\%$ à film métallique
R5 = 11 k, $\pm 2\%$ à film métallique
R6 = 1 k, $\pm 2\%$ à film métallique
R7 = 10 k, $\pm 5\%$
P1 = trimmer multi-tour 500 Ω
Rs = shunt 0,1 Ω

Condensateurs

C1 = 10 μ F, 25 V Aluminium
électrolytique

Semiconducteurs

IC1 = AOP double LM358

Divers

Arduino Uno ou Nano

LIENS

[1] Code source: <https://www.elektormagazine.com/summer-circuits-2022>

Faire de l'art avec l'électricité

C. J. Abate (Elektor)

Kelly Heaton s'est forgé un parcours idiosyncratique vers l'ingénierie. Aujourd'hui, son objectif est « d'unir l'art et la science dans un Yin Yang de créativité émotionnelle et intellectuelle ».

CJ Abate : Nos équipes de contenu et d'ingénierie ont passé des mois à faire des recherches et à préparer l'édition spéciale Summer Circuits 2022 d'Elektor. En février, alors que je faisais des recherches sur des projets liés à l'électronique publiés sur Twitter, votre tableau « Vladimir Poutine (the operational amplifier) » a attiré mon attention, et j'en ai immédiatement informé mes collègues. Depuis lors, nous avons pris plaisir à parcourir votre site Web et à regarder votre travail. Avant d'aborder votre parcours et vos efforts actuels, pouvez-vous nous parler de l'œuvre sur Poutine ?

Kelly Heaton : Mon portrait de Vladimir Poutine représente l'actuel président de la Russie et ancien officier de renseignement du KGB se cachant derrière un amplificateur opérationnel afin de paraître inhumain. Le tableau fait partie d'une série qui comprend Donald Trump et Hillary Clinton. J'ai été inspiré par les événements qui ont précédé l'élection présidentielle américaine de 2016, au cours de laquelle les trois politiciens ont été impliqués dans des scandales liés aux technologies de l'information. La cyberguerre était devenue une menace sérieuse : les fake news usurpaient le journalisme responsable et les médias sociaux étaient militarisés. Vladimir Poutine a exercé un pouvoir incalculable sur l'Amérique grâce au cyberespionnage. Hillary Clinton a été prise au dépourvu par son utilisation inappropriée du courrier électronique. Donald Trump est arrivé dans le bureau ovale grâce à twitter. Les théoriciens du complot ont lié ces trois personnages dans un récit qui peut être vrai ou non, mais ce que nous savons, c'est que la conscience humaine fusionnait avec l'intelligence des



Kelly Heaton avec sa Power Cap, 2022

machines pour former une étrange chimère. Dans ce processus, c'était comme si le monde devenait fou. Nous étions entrés dans l'ère de *'l'Homo electricus'*.

Abate : Quand avez-vous commencé à vous intéresser à l'électronique ? Avez-vous été inspiré par un parent, un ami ou un enseignant ? Ou vous êtes-vous simplement retrouvé un jour à faire de la rétro-ingénierie sur une radio ?

Heaton : En grandissant dans les années 70 et 80, j'ai eu la chance d'avoir un Commodore 64 et une console de jeu Atari, même si je ne les ai pas bricolés à l'époque. J'ai aimé jouer à Zork et écrire des extraits dans Turtle, mais c'est mon frère, Clay Heaton, qui s'est vraiment lancé dans le logiciel et est depuis devenu un excellent codeur créatif. La programmation ne m'intéressait pas tellement, car elle était enfermée dans un ordinateur, que je voyais plus comme une machine laide que comme un vecteur de créativité numérique. Mes professeurs ne m'encourageaient pas à apprendre l'ingénierie ; malheureusement, il y avait des préjugés sexistes et intellos sur l'électronique qui empêchaient beaucoup d'enfants de s'y intéresser à l'époque. Les choses ont commencé à changer au milieu des années 90 lorsque j'ai abandonné l'école vétérinaire et que j'ai déménagé à Boston pour ma maîtrise en Beaux-Arts. Mon studio d'art était adjacent au bureau de Kevin Brown, diplômé du MIT, de Brown Innovations, qui m'a fait comprendre que je pouvais faire de l'art avec l'électricité. Ce fut une révélation choquante : il ne m'était jamais venu à l'esprit que des gens ordinaires fabriquent des appareils électroniques. Pour mon premier projet, j'ai pris un jouet de camion

de pompier électronique et je l'ai transformé en vaisseau spatial en retirant le boîtier en plastique et en réinsérant les « tripes » dans un réflecteur en aluminium récolté sur une lampe d'atelier. J'ai terminé la pièce avec un personnage de Marvin le Martien et la transformation a été magique pour moi. Un an plus tard, grâce aux encouragements de Kevin, j'ai abandonné l'école d'art et je me suis inscrite à un programme de maîtrise en sciences au Media Lab du MIT.

Abate : Et qu'en est-il de l'art ? Quels sont vos premiers souvenirs de peinture ou de dessin ?

Heaton : J'ai toujours été une artiste depuis aussi longtemps que je me souvienne. J'ai une touche de synesthésie, donc tous les types de médiums me font penser à des fournitures artistiques, mais j'ai limité ma liberté de création à l'école primaire parce que les images figuratives m'ont attiré l'attention en tant que « bon » artiste. Le dessin m'est venu plus facilement que la forme et la couleur. J'ai été élevé par une famille intellectuelle de médecins, de naturalistes et de personnes très créatives bien que n'ayant pas de formation d'ingénieur. Quand j'avais cinq ans, nous avons déménagé dans la banlieue boisée de Raleigh, en Caroline du Nord, où j'avais des hectares de nature sauvage et de terres agricoles à explorer. La nature est devenue ma source d'inspiration préférée. Ma chambre était remplie de peluches et d'animaux vivants dans des terrariums et des boîtes à chaussures, mais cette ménagerie de créatures ne me suffisait pas. Je me souviens avoir voulu « construire des animaux », même si je n'avais pas les compétences pour concrétiser mes idées. Par

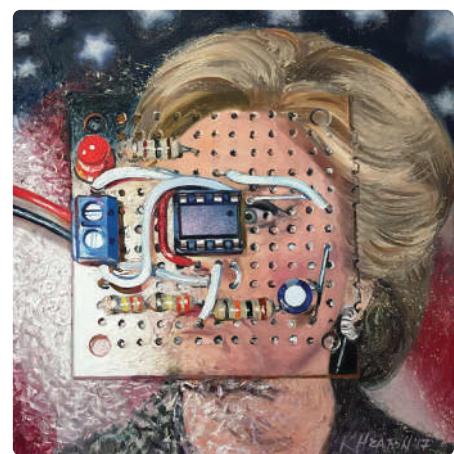
exemple, je voulais faire un écureuil ou une chauve-souris mécanique qui volerait sur des rails suspendus au plafond de ma chambre. Je voulais également recréer le paysage sonore spatial d'un chœur de grenouilles. L'expérience sonore viscérale de Spring Peepers est devenue chère à mon cœur grâce à ma mère, qui m'a emmené en excursion « alerte amphibiens » avec le musée d'histoire naturelle de Caroline du Nord. Ma fascination pour la nature m'a poussé à rechercher ma voix artistique dans des circuits aux qualités réalistes, même s'il m'a fallu plus de trois décennies pour comprendre cela.

Abate : À quel moment de votre parcours l'ingénierie a-t-elle rencontré l'art pour la première fois ? Quelle a été votre première conception de circuit ?

Heaton : Il m'a fallu une décennie de collaboration et d'auto-apprentissage avant de pouvoir concevoir mes propres circuits. Ma première œuvre électronique remonte à la fin des années 90, lorsque j'étais étudiante au Media Lab du MIT. Je suis redévable à Michael Hawley, Steven Gray, Robert Poor, Golan Levin, Scott Snibbe, Saul Griffith, Paul Pham et Yael Maguire. Steven Gray a été mon plus important collaborateur et essentiel à la conception du Physical Pixel Project (2000), de Reflection Loop (2001) et de Live Pelt (2003). L'année suivante, j'ai quitté le milieu universitaire et j'ai déménagé en Suisse pour un emploi chez Roche Diabetes Care. J'ai passé mon temps libre à développer des œuvres d'art visuel avec de l'électronique embarquée. J'étais seule dans mon studio sans collaborateur ingénieur, mais déterminée à utiliser du matériel discret pour démystifier



Kelly Heaton, 2017. À gauche : « Donald Trump (The Big Hack) ». Au centre : « Vladimir Poutine (The Operational Amplifier) ». À droite : « Hillary Clinton (The Big Shock) ». Toutes les œuvres sont des huiles sur toile, 18" x 18" x 1,5".



les principes fondamentaux de la conception électronique. Au mieux de mes capacités, j'ai évité le code et la « boîte noire » des circuits intégrés. J'ai même aspiré à construire mes propres composants à partir de zéro jusqu'à ce que je réalise que cet objectif consommerait toute ma carrière (après avoir découvert le travail de Claude Paillard, qui fabrique méticuleusement ses propres tubes électriques à vide). J'ai opté pour la construction de circuits avec des composants électroniques analogiques discrets qui sont visibles et tangibles, c'est-à-dire à trous traversants. L'ingénierie électrique analogique s'est avérée très difficile à apprendre pour moi. Heureusement, Forrest M. Mims III avait publié des centaines de schémas pour débutants, et je le considère comme mon professeur d'électronique le plus précieux. Pourtant, mes premiers circuits tombaient en panne si fréquemment que je les ai laissés dans mes œuvres d'art comme preuve du processus. Les couches de pédagogie et de circuits — vivants et morts — sont devenues mon style de signature pour The Parallel Series (2012). Si je devais choisir ma première véritable conception de circuit, ce serait un grillon gazouillant de 2012 que j'ai fabriqué à l'aide d'un oscillateur à minuterie 555, d'un multivibrateur astable, d'un amplificateur à transistors et d'un buzzer piézoélectrique. Notez que les minuteries 555 et les

amplificateurs opérationnels m'ont donné l'impression de tricher car ce sont des circuits intégrés, mais à l'époque, je ne comprenais pas assez bien leur fonction pour concevoir une alternative à base de composants discrets.

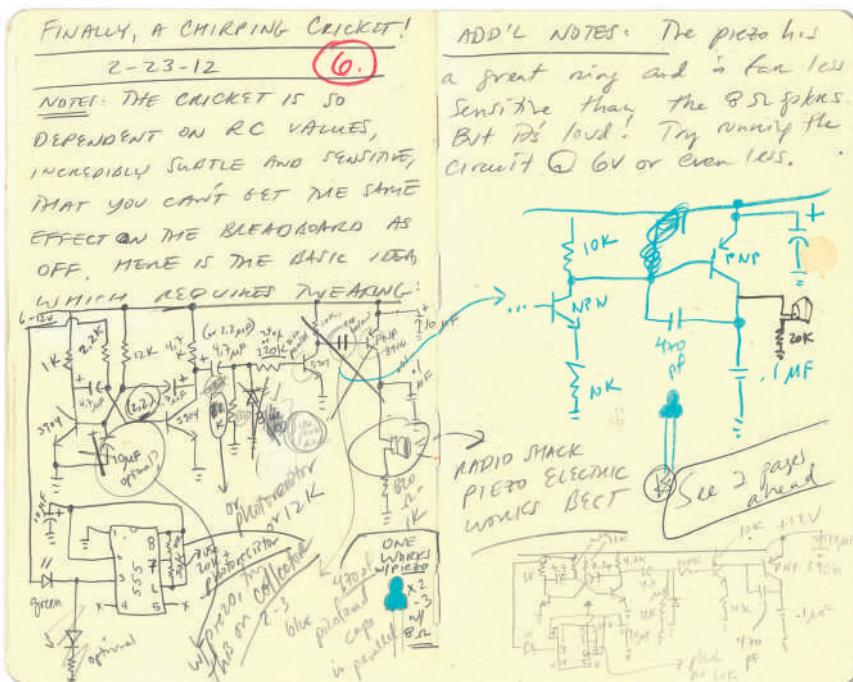
Abate : Comment était-ce d'étudier et de créer au Media Lab du MIT de 1998 à 2000 ? Pour mettre les choses en perspective, je vais énumérer quelques-uns des événements et inventions technologiques notables associés à cette période : l'iMac d'Apple (1998), la création de Google (1998), le Pentium III d'Intel (1999), le prix Nobel de physique de Jack Kilby (2000) et le bogue de l'an 2000. La révolution « maker » était imminente.

Heaton : Incroyable. J'ai eu la chance incroyable d'être au Media Lab du MIT pendant une période aussi optimiste et fertile. Les gens étaient ouvertement engagés dans des projets qui échouaient souvent dans un sens conventionnel mais qui favorisaient un climat d'innovation radicale. Tout n'était pas parfait ; il y avait beaucoup de vaporware et de manœuvres, mais il y avait aussi une expansion remarquable du potentiel humain. Mon conseiller, le regretté Michael Hawley, était un ardent défenseur de la créativité interdisciplinaire. J'ai suivi le cours « How to Make Almost Anything » (comment fabriquer

presque n'importe quoi) de Neil Gershenfeld, qui ressemblait au point zéro du mouvement des makers. J'ai été l'élève de « Design By Numbers » de John Maeda, où j'ai appris à coder et assisté à la genèse de Processing en tant que langage accessible aux artistes. J'ai pu voir et entendre le synthétiseur modulaire monolithique de Joe Paradiso. J'ai suivi le cours « Art of Electronics » de Paul Horowitz dans le cadre d'un programme d'échange avec Harvard. Robert Poor a partagé sa plate-forme programmable iRX pour matériel créatif, qui était un précurseur visionnaire d'Arduino. Les recherches de Sherry Turkle sur les ordinateurs et le développement de l'enfant m'ont donné un aperçu de la psychologie de la symbiose homme-machine. J'ai rencontré Marvin Minsky. J'ai réalisé une sculpture excessive appelée The Pool (2001) avec 400 Furby reprogrammés et j'ai rencontré les inventeurs de Furby, Dave Hampton et Caleb Chung. Je dois me pincer quand je pense au privilège que j'ai eu d'être au Media Lab pendant ces années dorées de créativité.

Abate : Lors de notre première conversation en mars 2022, vous avez noté que vous étiez attiré par l'électronique analogique. Qu'y a-t-il de si attrayant dans l'analogique ?

Heaton : J'ai observé la migration rapide vers les modalités numériques et j'ai senti que quelqu'un avait besoin de s'impliquer dans la définition des fondements médiatiques de l'art électronique. Tout appareil électronique est fondamentalement analogique : un système de composants physiques basé sur des règles par lesquelles l'électricité est façonnée en motifs utiles. L'ingénierie analogique est à l'art électronique ce que les pigments, les pinceaux et la toile sont à la peinture. C'est un médium de création qui mérite d'être canonisé dans l'histoire de l'art. Cela ne s'est pas encore produit, du moins pas de manière adéquate, car il n'est pas simple de construire un pont conceptuel entre les mentalités de l'art et de la science (ou de l'analogique et du numérique). Le sentiment et la logique sont notoirement en désaccord en tant que polarités de l'esprit humain. La plupart des professionnels de l'art ne sont pas des ingénieurs et vice versa. De plus, il est essentiel que la société maintienne une connaissance pratique de la conception électronique analogique et ne devienne pas entièrement dépendante des entreprises pour nous fournir des gadgets pour l'accès numérique. (Dieu merci pour le mouvement



Kelly Heaton, « Finally a chirping cricket », 2012. Croquis de carnet de notes de la lutte de Kelly pour apprendre l'ingénierie électrique.

des makers !) Les ingénieurs me disent souvent que la conception analogique est trop difficile par rapport au numérique, mais je considère les défis comme des opportunités. Pour commencer, l'amélioration de la crise de la pénurie de puces est un fruit à portée de main pour une révolution analogique. Mon plaidoyer pour l'électronique analogique n'est cependant pas seulement politique. Il y a une perspicacité et un potentiel expressif énormes à gagner en travaillant avec des formes d'onde continues. Je crois que des progrès dans notre compréhension de l'émotion découlent de l'ingénierie électrique analogique parce que les sentiments ne sont pas de nature numérique. La conscience est bien plus grande qu'un algorithme numérique fonctionnant sur du matériel cérébral : c'est un phénomène qui émerge de notre être physique tout entier. Il n'y a pas de fantôme numérique dans la machine ; la machine analogique est un créateur de fantômes.

Abate : En consultant votre site Web (www.kellyheatonstudio.com), j'ai été immédiatement attiré par **The Parallel Series** (2012). J'ai pensé à une ligne de la description : « **The Parallel Series**, à travers l'intersection de la nature, de l'énergie et de la spiritualité, demande ce que l'on gagne lorsqu'une peinture est imprégnée d'électronique ; et qu'est-ce qu'on perd quand il n'y a plus d'électricité. » Avez-vous répondu à ces questions ?

Heaton : Je passe beaucoup de temps à réfléchir à ce qui fait que quelque chose est qualifié de « vivant ». Autant que je sache, la seule différence entre un organisme vivant et un cadavre est que le corps d'un organisme vivant est animé par une activité électrique. Cela explique mon obsession précoce pour les jouets électroniques tels que Furby et Tickle Me Elmo : je sais que les poupées en peluche ne sont pas vivantes, mais les jouets animatroniques ressemblent à la vie d'une manière extraterrestre qui est catégoriquement différente d'un ours en peluche ordinaire. Suivant cette ligne de recherche, **The Parallel Series** demande : « qu'arrive-t-il à une peinture lorsqu'elle croise des circuits fonctionnels ? » De toute évidence, la peinture elle-même n'acquiert pas de qualités électriques et reste donc comme un cadavre, mais qu'en est-il de l'électronique et de l'œuvre d'art dans son ensemble ? La plupart des gens conviendrannoient qu'un circuit fonctionnel est



Kelly Heaton, « Resisto Ergo Sum » (détail), 2005 - 2012. Électronique analogique en forme libre (câblé en l'air) et huile sur toile, 39" x 31" x 5 1/2". La mosaïque de résistances est incrustée dans le tissage de la toile.

plus intéressant qu'une version non fonctionnelle du même circuit; mais si le circuit qui ne fonctionne pas est fait avec une intention artistique, alors il a une résonance durable en tant que déclaration conceptuelle. L'intention artistique change tout. Les artefacts héritent du mystère lorsque les propriétés autrefois dynamiques cessent, et la légende est souvent plus intéressante que la réalité. De plus, rien n'est vraiment statique — tout change, mais à des échelles de temps différentes. Les peintures anciennes sont restaurées dans le modèle de la main de l'artiste, modifiant ainsi et même remplaçant les traits d'origine. Toutes les formes d'art électronique cesseront un jour de fonctionner, et certaines seront impossibles à restaurer en raison d'un manque de schémas et de l'obsolescence des composants. Cela représente un dilemme intéressant pour les conservationnistes. Heureusement, la restauration n'est pas nécessaire pour qu'une œuvre d'art vive en tant que catalyseur de la pensée.

Abate : Votre *Printed Circuit Bird* est merveilleux. Décrivez le processus de planification, de conception et de test.

Heaton : Merci ! Je pense que vous faites référence à un oiseau électronique couleur pêche que j'ai réalisé en 2021 (NB : j'utilise l'expression « oiseau en circuit imprimé » comme un descripteur calembouristique pour l'ensemble de mon travail de ce type). Le circuit est une conception de 2019 que j'appelle Deep Fake Birdsong, et j'en suis vraiment fière, car mon développement a duré des années d'expérimentation sur breadboard. Rappelez-vous : je ne suis pas un ingénieur électricien de formation acadé-

mique, je suis un ingénieur outsider sous la forme d'un artiste visuel tête qui a miraculeusement survécu au MIT et qui a appris plus tard à construire des circuits parce que je veux que mon art paraisse vivant. J'ai bricolé des centaines de schémas, explosé des milliers de composants et fondamentalement réinventé la conception de synthés analogiques parce que je ne savais pas ce que je faisais. Dans ma quête du chant des oiseaux, j'ai commencé avec le circuit classique d'une « sonnerie à chant de canari » qui existe depuis des décennies. Il utilise un transformateur audio pour générer un cri remarquablement réaliste qui est plus brillant ou plus terne en fonction des valeurs de résistance et de condensateur. Mon défi suivant était de moduler la voix de l'oiseau, c'est-à-dire d'introduire un motif de chant. Je me suis concentré sur des éléments simples que je pouvais maîtriser, comme le multivibrateur astable, et j'ai poussé ces blocs de construction pour faire quelque chose d'intéressant pour mon art. Il m'a fallu d'innombrables heures d'essais et d'erreurs pour découvrir que les oscillateurs connectés à des filtres passifs forment des motifs facilement modifiables et que la complexité du signal augmente de manière non linéaire avec chaque oscillateur supplémentaire. Nikola Tesla a dit : « Si vous voulez découvrir les secrets de l'univers, pensez en termes d'énergie, de fréquence et de vibration ». En effet, j'ai découvert que les systèmes d'oscillateurs sont les éléments constitutifs de la génération de motifs tels que ceux que nous entendons dans le chant d'un oiseau, grâce aux impulsions électriques dans leur cerveau. Cette idée a conduit à



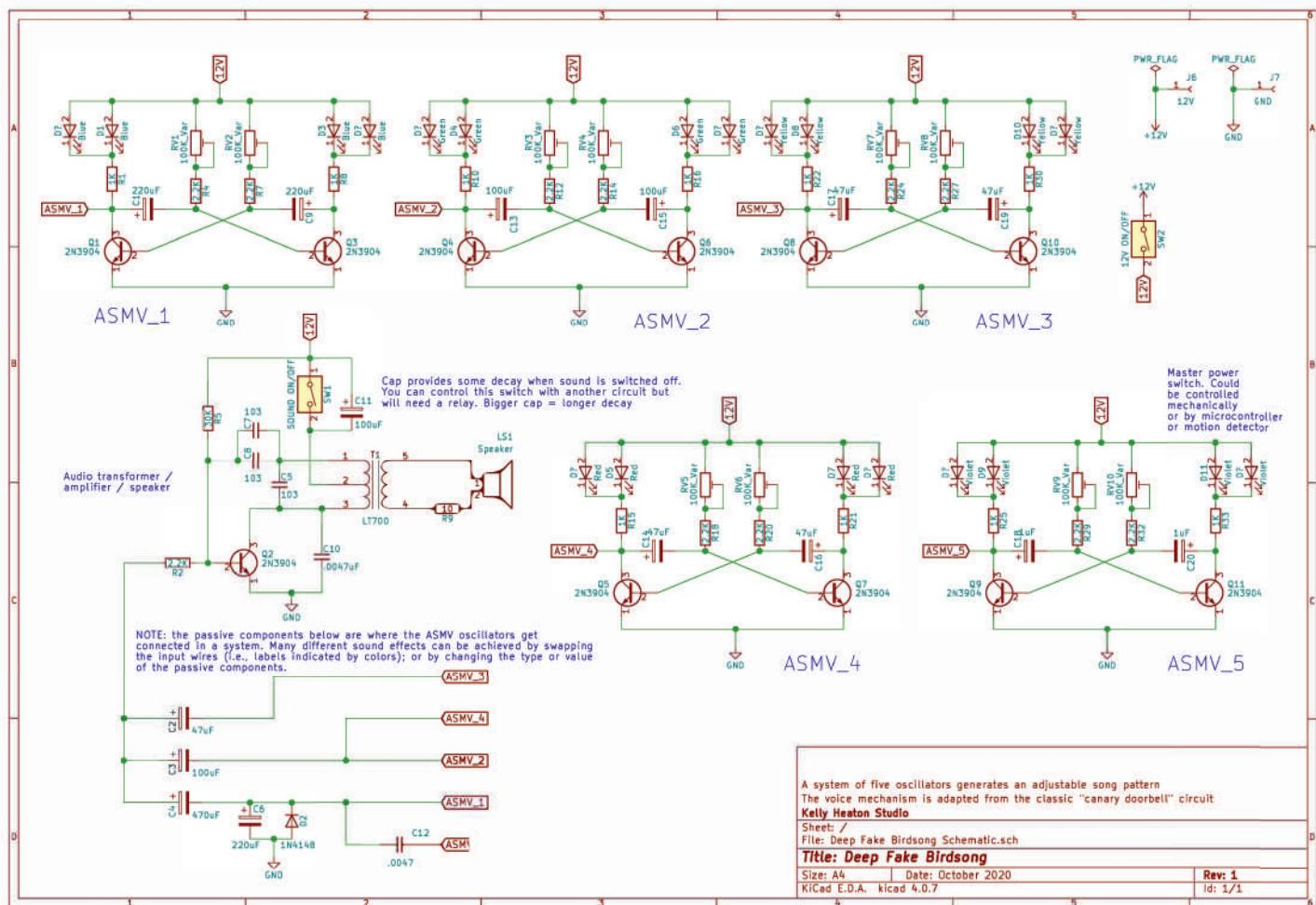
Kelly Heaton, « Printed Circuit Bird (Peach Bird) », 2021. Électronique analogique personnalisée et circuit imprimé avec un masque de soudure transparent (qui donne au cuivre une couleur pêche). 7" x 9" x 1,5".

mon hypothèse selon laquelle la conscience humaine découle de systèmes d'oscillateurs analogiques couplés. Mes oiseaux en circuits imprimés sont des mascottes d'intelligence électronique analogique avec seulement

cinq oscillateurs réglables, c'est-à-dire cinq paires de neurones. Que mes affirmations sur la conscience humaine soient vraies ou non, l'oscillation analogique reflète la façon dont je me vois en tant qu'être électrique.

Abate : Votre installation Circuit Garden a été commandée par Arts Brookfield pour Manhattan West et Brooklyn Commons, et elle a été exposée de février à début juin 2022. Combien de circuits ont été utilisés ? Comment était-il alimenté ? Pouvez-vous nous parler des principaux défis techniques que vous avez rencontrés ?

Heaton : Circuit Garden était une commande formidable, car elle m'a donné l'occasion d'exposer une sculpture électronique dans un espace public pour la première fois depuis 2015. L'installation de 5,3 mètres de large représente un circuit imprimé géant composé d'un socle herbeux et de peluches, composants électroniques à l'échelle humaine. La composition globale est un multivibrateur astable. Situé dans le jardin, il y a sept oiseaux, huit grillons et deux papillons. Tous ces circuits génèrent de la lumière et/ou du son inspirés de créatures biologiques, mais c'est le comportement naturel de l'électronique analogique que je célèbre dans l'esprit du naturalisme électronique. Il y a quatre détecteurs de mouvement qui réagissent



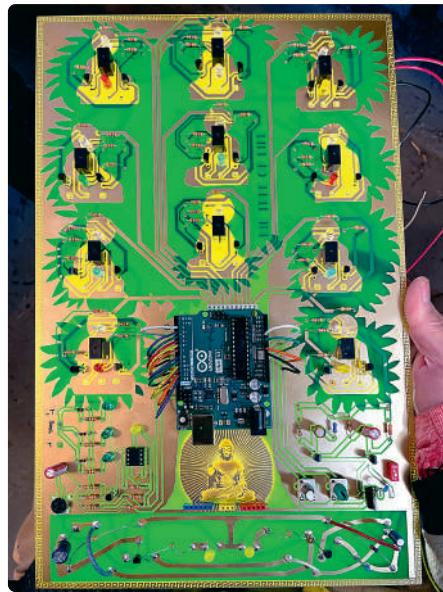
Kelly Heaton, « Schematic for Deep Fake Birdsong », 2020.



Kelly Heaton, « Circuit Garden », 2022. Sculpture électronique en techniques mixtes. 5'6" x 21' x 4'. Organisée par Kendra Roberts de Common Ground Arts et commandée par Arts Brookfield pour Manhattan West et Brooklyn Commons. (Crédit photo : Arts Brookfield et Jason Wyche).



Kelly Heaton, Portrait d'une femme des Appalaches d'âge moyen dans son jardin avec de l'artisanat, 2019. Le circuit sur platine d'essai est ma carte « Mother Nature », un séquenceur électronique analogique pour « Birds at my feeder », 2019.



Kelly Heaton, « The Tree of Life », 2022. 13 » x 9" x 1". Epreuve d'artiste pour une édition non encore parue.



Kelly Heaton, « Bluebird with Cricket » (détail), 2018. Aquarelle et électronique analogique sur papier, 14" x 14" x 1".



Kelly Heaton, « Transparent Bird », 2019. Électronique analogique « cablage en l'air » à l'intérieur de mylar découpé au laser et plié. 5" x 8" x 3".



Kelly Heaton, « Sounds of Another Time (Rising Dragon) » circuits imprimés et sérigraphie sur panneau recouvert de tissu. Série unique de six œuvres d'art électroniques en médias mixtes avec un AP. 23,5" x 37,5 x 2".



Kelly Heaton, « Big Pretty Bird », 2019. Électronique analogique personnalisée et circuit imprimé avec masque de soudure vert, sérigraphie blanche et placage ENIG. 18" x 24"

à la présence du spectateur de différentes manières. Certains sont connectés à un séquenceur « Tree of Life » avec des interrupteurs à relais contrôlés par un Arduino Uno exécutant une routine pseudoaléatoire (généralement écrite pour moi par John Wacker). Mon Tree of Life contrôle l'audibilité des circuits afin qu'ils apparaissent vivants et intelligents. Cachés sous Circuit Garden, des centaines de mètres de fils relient les circuits au Tree of Life, ainsi qu'au 12 VCC et à la terre. Mon plus grand défi d'ingénierie a été de tout construire seule pendant le COVID, les vacances de Noël et le Nouvel An chinois, ce qui a entraîné des retards. Cela n'a pas aidé que j'aie fait des erreurs sur certaines cartes, comme des empreintes personnalisées défectueuses ou la suppression du plan de masse, mais je n'avais pas de temps pour une deuxième série. Mes circuits artistiques sont des prototypes en petites séries que je soude moi-même à la main. J'ai débogué avec un multimètre et un oscilloscope Tektronix 465, et j'ai effectué les réparations avec un outil rotatif et du fil d'interconnexion. Heureusement, un bricoleur m'a aidé à construire et à installer les fils sous le socle, mais j'ai fait presque tout le reste moi-même en six mois et c'était épais. Je n'oublierai jamais les longues heures passées à tricoter de la corde utilitaire pour en faire des isolations ou à sertir des centaines de connecteurs dans un garage froid. Je dois avoir un ange gardien parce que j'ai réussi à tout construire, à tout emballer dans un camion, à parcourir 560 km cahoteux jusqu'à New York et à installer une exposition relativement fragile qui a duré trois mois avec des appareils électroniques fonctionnant sans surveillance pendant 14 heures par jour. Cela n'arrive pas sans chance.

Abate : Pouvez-vous nous indiquer quelques-unes de vos œuvres qui, selon vous, trouveraient un écho particulier auprès du public d'Elektor ?

Heaton : Je pense que les lecteurs d'Elektor apprécieraient tout ce qui relève de ma pratique du naturalisme électronique. Pour être plus précis, jetez un œil à Bluebird with Cricket (2018), Pretty Bird (2019) et Deep Fake Birdsong (2020). Pour les personnes qui aiment les circuits câblés (c.-à-d. pattes en l'air), consultez Transparent Bird and Birds at My Feeder à partir de 2019. Pour les paysages sonores nocturnes, regardez des vidéos de mes diverses sculptures en forme de lustre et Sounds of Another Time (Rising Dragon) à partir de 2021. Tree of Life (2022) intéressera

ceux d'entre vous qui partagent ma passion pour la spiritualité. Vous pouvez trouver de la documentation vidéo sur mes sites Instagram et Vimeo. Pour plus d'informations sur mon processus, je vous recommande de consulter mes archives pour Hacking Nature's Musicians (2018), qui est archivée sur le Web sur Hackaday.io.

Abate : Que créez-vous actuellement ? De nouveaux circuits en préparation ?

Heaton : Je travaille avec une entreprise pour développer des versions commerciales de mes circuits, y compris un ou plusieurs « oiseaux en circuits imprimés ». Je conçois également une gamme de résistances, de casquettes Power Cap et d'autres articles de mode à porter sur soi, afin de promouvoir une attitude de responsabilisation pour chacun dans notre culture électronique. Je veux faire des représentations de plus en plus physiques et émouvantes du flux d'énergie, ce qui me ramène au dessin, à la peinture et à la sculpture, car les contraintes de l'ingénierie électrique peuvent parfois entraver l'expression. J'aime vraiment faire des représentations ludiques et à échelle humaine de composants électroniques analogiques et j'espère recevoir une commande pour construire un Circuit Garden en plein air avec des créatures musicales de toutes sortes. Je veux construire un Bouddha chantant en électronique analogique inspiré de la peinture tibétaine Thangka. Suivez-moi sur Instagram et Twitter (@kelly_heaton) pour assister à mon processus et recevoir des annonces de lancement.

Abate : Votre travail réunit l'électronique, l'art et la philosophie. Je pense que vos projets inspireront certains innovateurs de la communauté d'Elektor à commencer à explorer comment utiliser diverses disciplines, y compris l'électronique, pour s'exprimer. Recommandez-vous des groupes ou des communautés en ligne ou en personne qu'ils pourraient suivre ou rejoindre ? Y a-t-il d'autres artistes/ingénieurs qu'ils devraient découvrir ?

Heaton : Ouvrez votre esprit et votre cœur. Appréciez l'incroyable biodiversité de la Terre. Allez dans les musées et les galeries pour être inspiré par l'art. Soutenez le mouvement des makers open-source et rejoignez votre makerspace local. Construisez des schémas et modifiez-les. Hackaday est une excellente communauté en ligne et une source d'informations. Adafruit est une entreprise formidable avec une chaîne YouTube inspirante.

Le mouvement Burning Man est plein de gens qui combinent la technologie avec la créativité et la collaboration. Suivez des artistes et des créateurs sur les réseaux sociaux, participez activement à leurs publications et regardez qui ils suivent pour découvrir de nouvelles créations. Apprenez à échouer avec une bonne attitude. Faites pivoter votre approche, mais n'abandonnez jamais la poursuite de vos rêves. Soyez courageux et généreux, car il y a tellement de choses à apprendre qu'il peut être accablant et contre-productif de s'y lancer seul. Croyez en vous, travaillez dur, posez des questions, accordez du crédit, prenez des risques, faites des erreurs, adaptez-vous, restez humble, soyez optimiste et laissez la détermination bon enfant vous mener au succès. Je connais tellement de gens talentueux qu'il serait malhonnête de n'en citer que quelques-uns. Cela dit, je suis en train de co-organiser une exposition pour l'automne 2023, et mon objectif est de mettre en valeur les artistes qui travaillent avec le matériel électronique en tant que médium – alors restez à l'écoute !

Note de l'éditeur : Rendez-vous sur www.elektormagazine.com pour l'intégralité de l'interview. La version en ligne comprend également ses réflexions sur des sujets tels que ses premiers travaux (par exemple, le lycée), ses études à Yale et son travail après avoir obtenu son diplôme du MIT. 

220247-04

À propos de l'auteur

CJ Abate est le directeur du contenu d'Elektor. Vous pouvez lire ses récents articles sur Elektor sur <https://www.elektormagazine.com/abate> et le suivre sur Twitter sur https://twitter.com/Elektor_US.



L'image de couverture pour Summer Circuits 2022

L'œuvre de Kelly Heaton est présentée sur la couverture de cette édition spéciale d'Elektor. Visitez kellyheatonstudio.com pour plus d'informations sur son parcours et son travail passé et présent.

30. Orgue à deux doigts

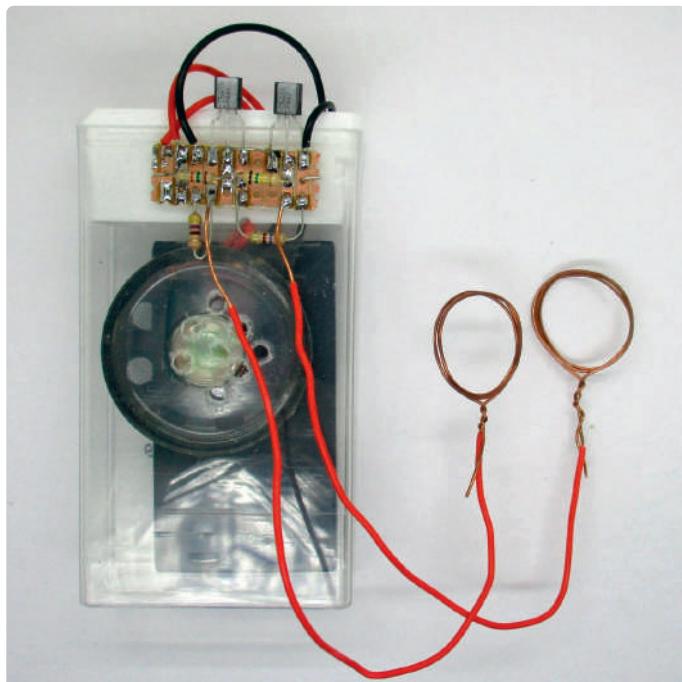
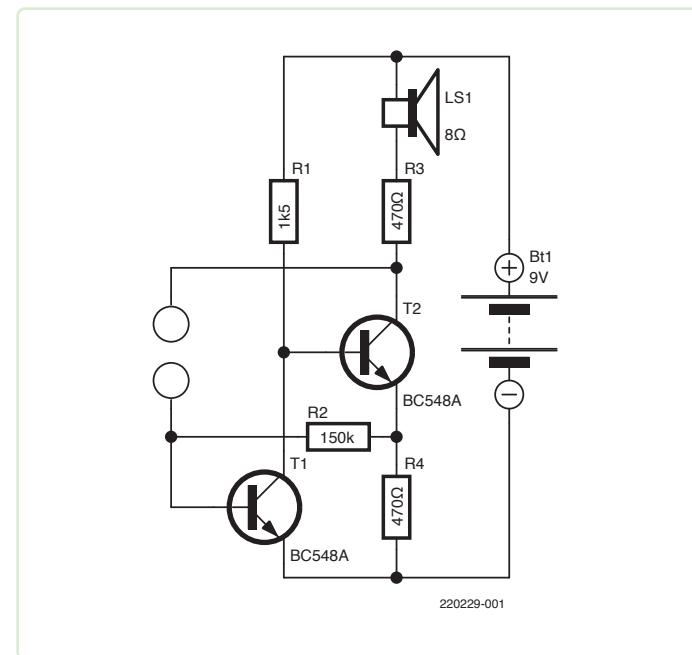
Burkhard Kainka (Allemagne)

L'orgue à deux doigts est un instrument de musique pour les experts et est presque aussi difficile à jouer qu'un thérémone.

Il s'agit essentiellement d'un oscillateur qui peut être accordé sur la totalité de la gamme audible. Le circuit se compose de deux transistors et de quatre résistances. Pour réaliser un oscillateur, il ne manque qu'un condensateur, ou mieux encore un condensateur variable avec une grande portée et une capacité élevée. Dans ce projet, ce condensateur est le résultat des contacts des doigts.

Tout est intégré dans une grande boîte de Tic-Tac, avec une batterie au lithium polymère et un petit haut-parleur. Pour jouer de l'instrument, vous devez d'abord glisser deux boucles de fil sur deux doigts de la même main. Cela forme un condensateur à doigt dont la capacité est de quelques nanofarads. Lorsque vous pliez vos doigts, la pression sur les fils augmente. Cela augmente la surface de contact entre les fils et vos doigts, qui correspond à la surface du condensateur [1]. Par conséquent, la capacité augmente et la fréquence diminue. Dans le sens inverse, la fréquence augmente lorsque vous tendez vos doigts, ce qui réduit la pression sur les fils. ↵

220229-04



LIENS

[1] B. Kainka, « Impédance et capacité de la peau ». Elektor 7-8/2022: <http://www.elektormagazine.fr/200621-04>

31 Mon premier circuit imprimé

Se lancer avec KiCad

George Lydecker (ÉTATS-UNIS)

Intéressé par KiCad ? Vous pouvez utiliser un logiciel libre pour développer des circuits imprimés pour une grande variété de projets. Votre premier circuit imprimé est à portée de main.

Dans le cadre de mon projet d'ESR mètre analogique simple — qu'Eletor a publié dans le numéro de juillet/août 2022 — j'ai eu l'occasion d'apprendre KiCad [1]. Grâce à ce logiciel CAO libre, j'ai pu élaborer une méthode de travail pour créer des circuits imprimés pour ce projet et bien d'autres encore. KiCad m'a intéressé parce qu'il est gratuit, mais surtout puisqu'il existe une mine d'informations dans les tutoriels en ligne, les vidéos YouTube et les articles et livres d'Eletor.

Créer le schéma

Comme j'avais déjà réalisé un prototype fonctionnel, la saisie du schéma était assez simple. Tous les composants requis pour ce projet étaient disponibles dans la bibliothèque standard de KiCad. Le seul composant manquant était le galvanomètre à cadre mobile.

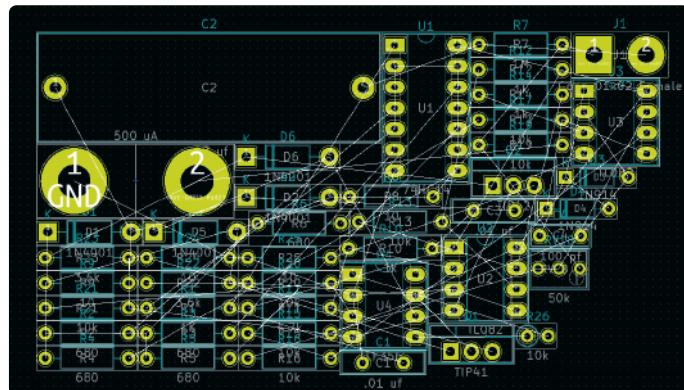


Figure 1. Tout commence avec un tas de composants.

Créer la disposition du circuit

Cette partie du processus a été un peu plus compliquée. Comme les pièces d'un puzzle, tous les composants apparaissent en vrac dans l'espace de travail . Pour moi, la seule approche logique était d'extraire les composants de chaque bloc du schéma et de les placer dans des boîtes individuelles que j'ai créées sur la couche *Dwgs.User* en comptant la supprimer plus tard. Après avoir placé les composants, j'ai procédé à la création des pistes pour chaque section. Ensuite, j'ai disposé les blocs et acheminé l'alimentation, la masse et les signaux entre chaque section. Les **figures 1 à figure 4** illustrent le processus.

Rendus 3D de KiCad

Une fois le circuit imprimé terminé, j'ai pu avoir un aperçu de la carte en utilisant la fonction de visualisation 3D intégrée à KiCad (**figure 5**).

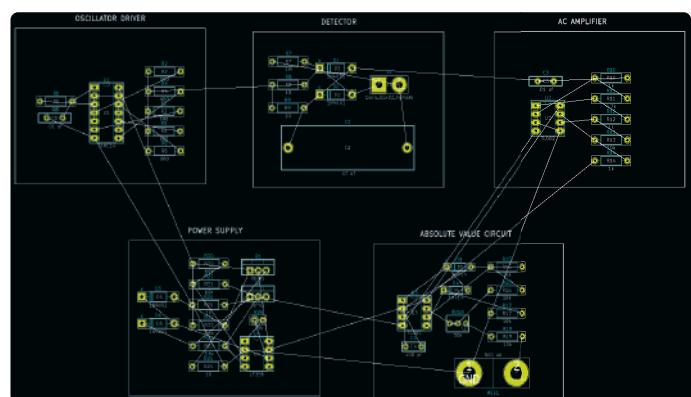


Figure 2. Les composants placés dans des blocs individuels.

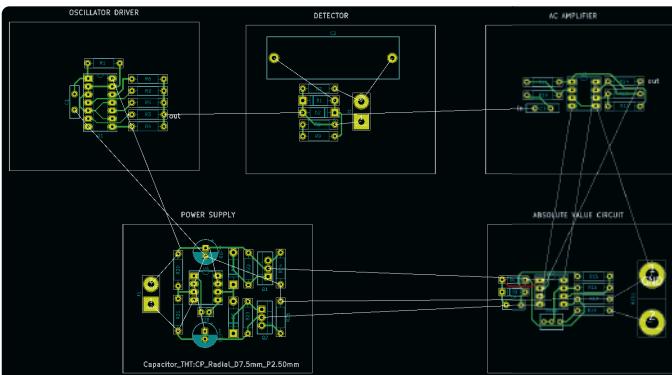


Figure 3. Les pistes dessinées dans les blocs individuels.

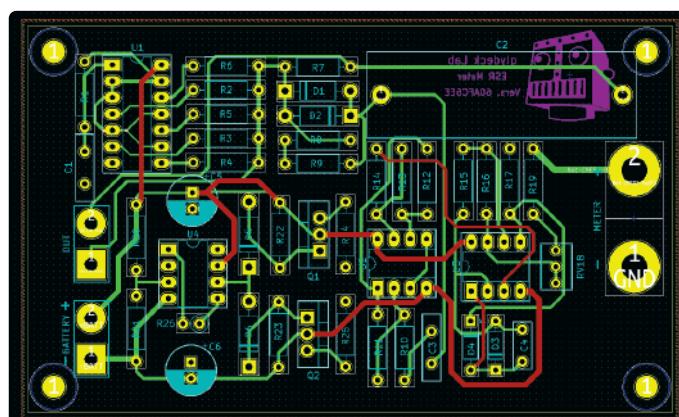


Figure 4. Les blocs réunis.

Fabriquer un prototype

Satisfait de ma conception initiale, j'ai commandé trois cartes. Pour cela, j'ai utilisé un service en ligne de fournisseur de circuits imprimés. Il en existe plusieurs, et la plupart d'entre eux acceptent directement les fichiers KiCad. Ces services génèrent un aperçu de votre carte et peuvent même la vérifier et vous avertir s'il ya un problème dans la conception, par exemple, des pistes trop rapprochées. Les cartes sont arrivées en un peu plus de deux semaines et j'ai été très satisfait de leur qualité.

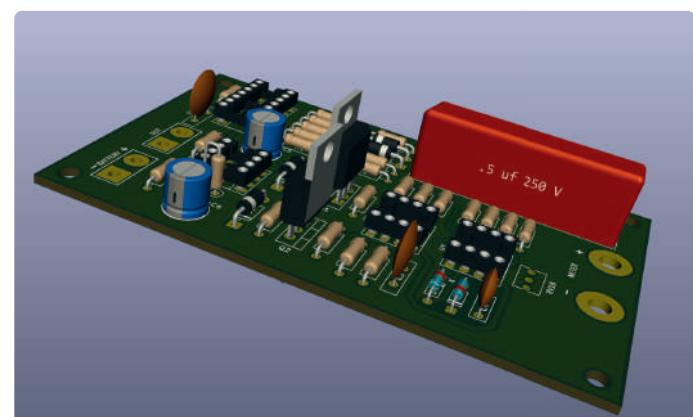


Figure 5. Rendu 3D du circuit imprimé.

À PROPOS DES FICHIERS GERBER D'ELEKTOR

Les fichiers Gerber associés aux circuits imprimés (PCB) peuvent être comparés à des documents PDF. Comme les fichiers PDF qui vous permettent d'imprimer un document tel qu'il a été créé, les fichiers Gerber fournissent aux fabricants de platines les informations nécessaires pour les produire. Il s'agit d'un format de fichier bien documenté, indépendant des logiciels de conception de PCB, que tous les services de PCB prennent en charge.

Les fichiers CAO sont mieux que les fichiers Gerber

Cependant, l'exportation des fichiers Gerber et de perçage d'un projet peut mal se passer, c'est pourquoi plusieurs fabricants de PCB ont commencé à accepter également les fichiers de conception de PCB de progiciels de CAO populaires tels que KiCad et Eagle. Cela leur permet de connaître l'intention du concepteur de PCB au lieu d'essayer de la deviner à partir d'un ensemble incorrect ou incomplet de fichiers Gerber. Cela évite au client d'avoir à les créer, limite les déceptions et lui fait donc économiser de l'argent. Donc, si vous le pouvez, téléchargez toujours des projets CAO au lieu de fichiers Gerber.

La fabrication des circuits imprimés a beaucoup évolué au cours des dernières années. Le format de fichier Gerber

original RS-274-D a été remplacé par RS-274-X, et les exigences en matière de fichiers ont également changé. Notez que tous les fabricants de circuits imprimés sérieux peuvent encore traiter le format « D », mais vous devrez peut-être les contacter au préalable.

Fichiers Gerber d'Elektor

Elektor a toujours travaillé avec des fichiers Gerber. Vous pouvez les télécharger depuis notre site web. Les anciens fichiers Gerber sont au format « D », les fichiers plus récents sont au format « X ». Nos fichiers Gerber sont habituellement fournis sans fichier de contour de carte, car il est inclus dans les autres couches. Cependant, certains services de PCB plus récents exigent un tel fichier et ils risquent de ne pas accepter les fichiers Gerber d'Elektor. Pour cette raison, Elektor a refait tous les fichiers Gerber à partir de 2018 et leur a ajouté un fichier de contour. Cela garantit la compatibilité avec la plupart des services de fabrication de circuits imprimés en ligne.

Si vous rencontrez un problème avec les fichiers Gerber d'Elektor, veuillez nous contacter. Nous pourrons peut-être vous aider. Sachez toutefois que nous ne pouvons pas convertir les fichiers au format RS-274-D en RS-274-X ; nous ne sommes pas un fabricant de circuits imprimés.

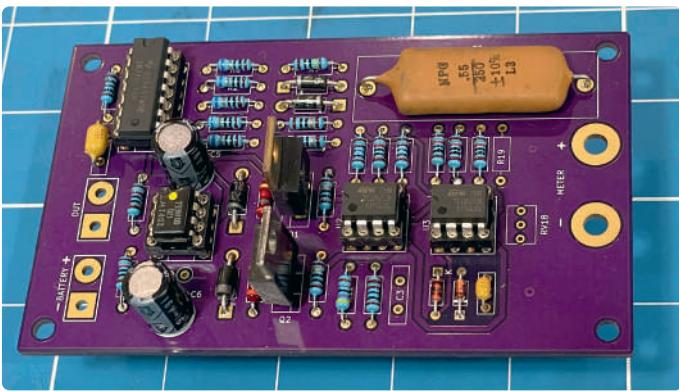


Figure 6. Circuit imprimé assemblé, prêt à être testé.

Tester la carte

Lorsque j'ai testé la version PCB de l'ESR mètre (**figure 6**), j'ai utilisé mon prototype original sur platine d'essai pour faire des comparaisons simultanées des tensions et des formes d'onde. Disposer d'un circuit fonctionnel permet d'accélérer le dépannage. Ainsi, j'ai découvert une erreur dans le schéma KiCad qui avait provoqué une anomalie sur le circuit imprimé. Heureusement, il a été facile de corriger les cartes prototypes. ↗

220134-04

À propos de l'auteur



George Lydecker est titulaire d'un diplôme d'ingénieur en électronique et a suivi des cours de troisième cycle en optique géométrique, infographie, pratiques des machines-outils et filtres de paquets. Il a travaillé principalement dans les domaines de l'audio, de la vidéo, de la RF, des réseaux et des ordinateurs. Ses projets passés ont tout impliqué, de la conception d'installations audio et vidéo au développement d'un contenu multimédia diversifié. Il a obtenu neuf brevets dans les normes audio, vidéo et de données. George a pris sa retraite en tant que vice-président de la recherche et du développement pour une grande maison de disques en septembre 2019, ce qui lui laisse le temps d'apprendre de nouvelles connaissances et de profiter de ses passe-temps comme l'activité radioamateur, l'astronomie et, bien sûr, l'électronique. Pour en savoir plus sur George Lydecker et son espace de travail bien équipé, rendez-vous sur <https://www.elektormagazine.fr/news/fr-montre-moi-ton-labo-je-te-dirai-qui-tu-es>

Des questions, des commentaires ?

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

LIENS

[1] G. Lydecker, « Un simple ESR mètre analogique », Elektor Magazine, 7-8/2022: <https://www.elektormagazine.fr/210017-04>

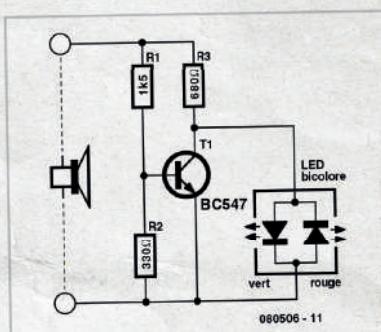
Quiz: Circuits du passé #06

www.elektormagazine.fr/summer-quiz6

Michiel Ter Burg

Cette électronique de trois fois rien visualise la puissance appliquée à un haut-parleur. La LED duo s'allume en vert à une puissance appliquée de 1 watt environ. Elle passe à l'orange à 1,5 watt pour devenir rouge à une puissance supérieure à 3 W. Le circuit est pris en parallèle sur les bornes du haut-parleur, dérivant son alimentation du signal audio. La charge additionnelle de $470\ \Omega$ ($R1//R3$) introduite ne devrait pas gêner un amplificateur quel qu'il soit.

Au cours de la phase positive du signal de sortie on aura, si la tension est suffisante, attaque, via $R3$, de la LED verte de la LED duo. En cas de tensions de sortie plus élevées, $T1$ entrera (piloté par le diviseur de tension $R2/R1$) en conduction entraînant l'extinction de la LED verte.



Pendant la phase négative c'est la LED rouge qui est attaquée via $R3$, et si la tension atteint un niveau suffisant, elle s'allume. Dans la plage de transition ($T1$ voit sa conduction augmenter et « étrangle » progressivement la LED verte) la combinaison vert/rouge donne

une couleur orangée à la LED duo. Un dimensionnement judicieux de résistances permet de jouer sur les indications de puissance. Nous avons opté ici pour des valeurs de salon. Vous serez sans doute étonné de voir à quel niveau il vous faudra mettre votre amplificateur pour obtenir l'illumination des LED !

On pourra utiliser du 1/4 watt pour les résistances si l'ampli ne crache pas plus de 40 W continus. Au-delà de cette puissance le transistor se trouvera à ses limites, attention donc. $T1$ étant poussé en saturation, le gain H_{fe} n'a pas d'importance de sorte que l'on pourra utiliser tout type comparable. Les puissances indiquées correspondent à des haut-parleurs de 4 Ω, dans le cas de haut-parleurs de 8 Ω, il faudra diviser par deux toutes les valeurs de résistances.

(080506-11)

Testez vos connaissances

Vous souvenez-vous de quelle année date ce circuit ? Répondez au quiz et gagnez jusqu'à 100 € à dépenser dans l'e-choppe Elektor. ↗



32. Calibrateur de CAN à faible bruit pour microcontrôleur

Giovanni Carrera (Italie)

Vous souhaitez vérifier la plage et la linéarité du CAN de votre microcontrôleur ? Ce circuit simplifie l'étalonnage.

Nous avons parfois besoin de vérifier la plage et la linéarité du CAN d'un microcontrôleur. Le circuit présenté dans cet article est une source de tension réglable à faible bruit. Il doit être utilisé avec un voltmètre numérique précis. Il a une tension de sortie d'environ 0,025 à 3,3 V pour éviter d'endommager les microcontrôleurs qui supportent uniquement des tensions plus faibles.

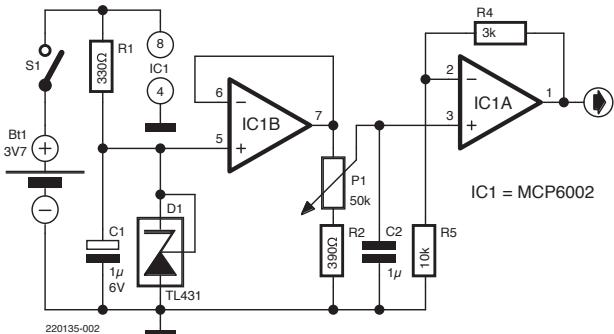
Le circuit se caractérise par un faible bruit et une grande stabilité et doit être alimenté par batterie — non pas avec des alimentations à découpage qui présentent un bruit de sortie élevé. Pour réduire le bruit du réseau électrique, malheureusement toujours présent, il est conseillé d'alimenter également le système testé par batterie.

Le circuit est simple. On doit utiliser une source de tension de référence très stable, présentant de faibles variations de température et un faible bruit. Une diode Zener normale n'a pas ces caractéristiques, nous avons donc utilisé une TL431 qui a une tension d'environ 2,5 V. Nous utilisons un AOP non-inverseur avec un gain de 1,3 pour obtenir une tension de 3,3 V.

L'AOP IC1B fonctionne comme un séparateur à gain unitaire et dispose d'un diviseur résistif à sa sortie, formé par la résistance R2 et le potentiomètre P1. R2 empêche de court-circuiter la sortie de IC1B à GND et de saturer l'amplificateur opérationnel IC1A, dont le gain est de 1,3. Nous avons utilisé un potentiomètre 10 tours pour obtenir une résolution précise. Pour cette application, il n'est pas possible d'utiliser un AOP double standard tel que le LM358, car il est incapable de fonctionner avec des tensions proches de celle de l'alimentation. Par conséquent, nous utilisons un AOP rail à rail tel que le MCP6002 ou similaire.

Afin d'obtenir une tension de sortie maximale d'environ 5 V, on a besoin de quelques modifications. Dans ce cas, nous devons alimenter le circuit avec quatre piles de 1,5 V et le gain de IC1A devient 2 avec R4 = 10 kΩ. ↵

220135-04



LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

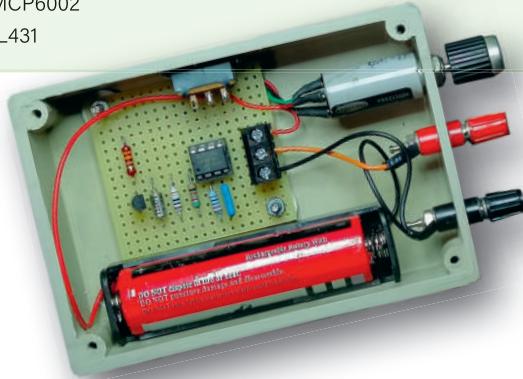
R1 = 330 Ω, ±5%
R3 = 390 Ω, ±1%
R4 = 3 kΩ, ±1%
R5 = 10 kΩ, ±1%
P1 = 50 kΩ, 10 tours

Condensateurs

C1 = 1 µF, 6 V électrolytique
C2 = 1 µF, 25 V céramique

Semiconducteurs

IC1 = MCP6002
D1 = TL431





Convertisseur élévateur DC/DC

construit en composants discrets

Mathias Claußen (Elektor)

De nombreux convertisseurs CC/CC miniaturisés sont disponibles et à bas prix, mais leur utilisation n'est guère excitante. En revanche, il y a beaucoup à apprendre à réaliser le convertisseur CC/CC élévateur (en anglais : boost converter DC/DC) décrit ici, et les fichiers KiCad téléchargeables vous permettent d'adapter le circuit à vos besoins.

Le présent convertisseur CC/CC provient d'un autre projet que l'auteur avait sur son établi et qu'il a modifié. À l'origine, le circuit complet ne devait être qu'un montage d'essai pour convertir une tension de 3 à 5,5 V en une tension de 5 V. L'idée du circuit imprimé est venue du convertisseur CC/CC conçu par le développeur et YouTuber SM6VFZ [1].

Circuit

Le circuit (**figure 1**) est divisé en quatre parties. La 1^{ère} partie est le générateur d'horloge, c'est un NE555 fonctionnant en mode astable. Il doit osciller à environ 8 MHz divisé par 128, soit environ 62 kHz. La formule suivante donne la fréquence de sortie F :

$$f = \frac{1,44}{(R_a + 2 \times R_b) \times C}$$

Avec les valeurs du schéma de principe, on obtient :

$$f = \frac{1,44}{(100 \Omega + 2 \times 10 \text{ k}\Omega) \times 1 \text{ nF}} = 71,640 \text{ Hz}$$

Des valeurs standard de composants permettent donc d'approcher cette valeur.

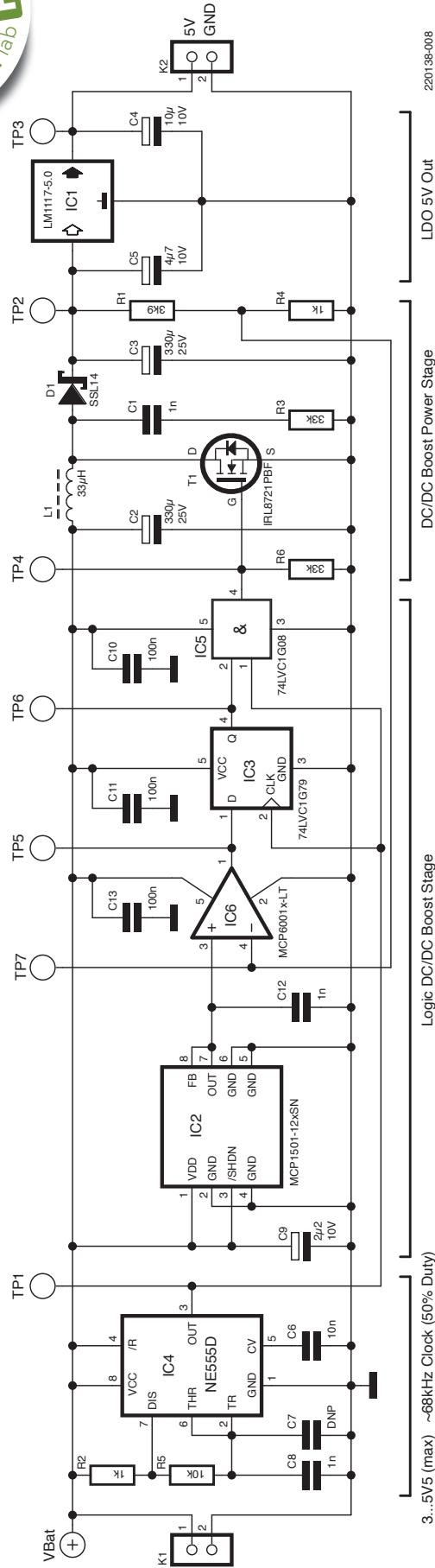
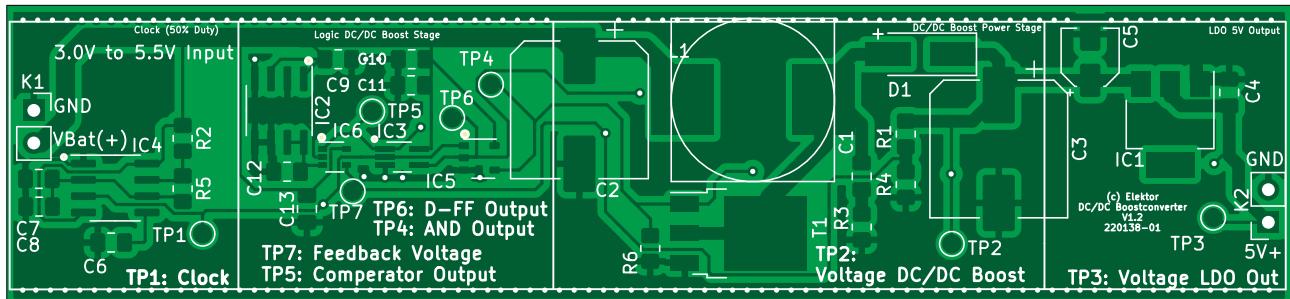
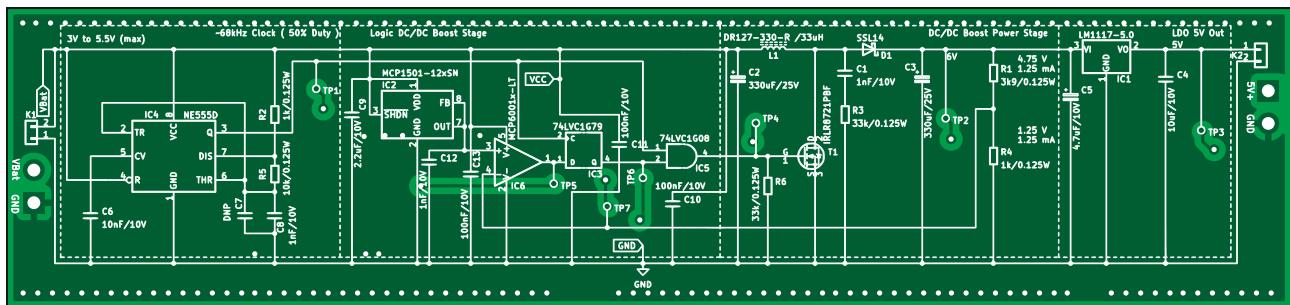


Figure 1. Schéma du circuit.



La 2^e partie est la logique. Un diviseur de tension formé de R1 et R4 réduit la tension (TP2) de sortie pour la comparer à une tension de référence de 1,25 V provenant d'IC2 (un MCP1501-12). La sortie du comparateur et le signal d'horloge du NE555 sont envoyés à la bascule IC3 de type D (74LC1G79). La sortie du comparateur est transmise à la bascule sur le front montant du signal d'horloge. Ensuite, une porte logique ET (IC5) combine la sortie de la bascule et le signal d'horloge pour fournir le signal de commande du MOSFET (T1) de la partie suivante. Le signal de commande agit comme une MLI avec un rapport cyclique de 50 %, mais, quand la tension de sortie est \geq à la valeur cible, on saute des cycles MLI entiers au lieu de modifier le rapport cyclique. Une approche similaire est utilisée par le convertisseur à découpage MC34063A d'Onsemi [2] (**figure 2**).

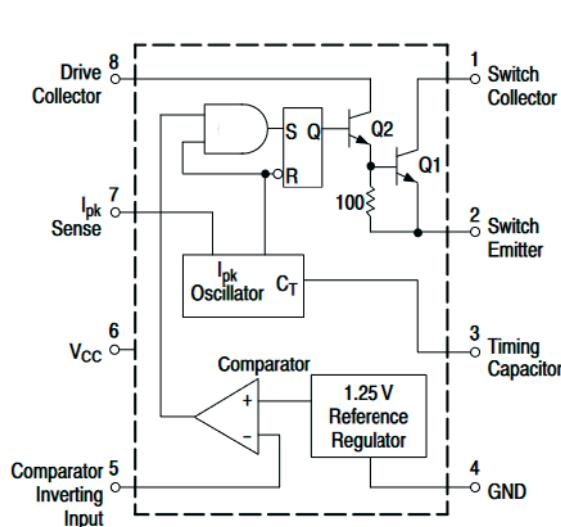


Figure 2. Schéma-bloc du MC34063A pour comparaison (source : [2]).

Liste des composants

Résistances

(0.25 W, 5%, 0805 CMS)

R1 = 3.9 kΩ

R2,R4 = 1 kΩ

R3,R6 = 33 kΩ

R5 = 10 kΩ

Condensateurs

C1,C8,C12 = 1 nF, 10 V, 0805 CMS

C2,C3 = 330 µF, 25 V, 10 x 10.5 mm CMS

C4 = 10 nF, 10 V, 0805 CMS

C5 = 4.7 µF, 10 V, 4 x 4.5 mm

C6 = 10 nF, 10 V, 0805 CMS

C7 = DNP

C9 = 2.2 µF, 10V, 0805 CMS

C10,C11,C13 = 100 nF, 10 V, 0805 CMS

Semi-conducteurs

D1 = SSL14, SMA

IC1 = LM1117-5.0, SOT-223

IC2 = MCP1501-12, SOIC-8

IC3 = 74LVC1G79, SC-70-5

IC4 = NE555D, SOIC-8

IC5 = 74LVC1G08, SC-74A

IC6 = MCP6001-LT, SC-70-5

T1 = IRL8721PBF, SOT-252-3

Inductances

L1 = 33 µH, DR127-33-R

Divers

K1,K2 = connecteur 2x1 br., RM 2.54

Puissance

La 3e partie est l'étage de puissance. Il abrite l'inductance L1 et le commutateur MOSFET T1. T1 doit avoir une tension de seuil grille-source ($U_{GS(th)}$) inférieure à 2 V, sinon la résistance du MOSFET passant serait trop élevée à la tension d'entrée minimale prévue de 3 V. L'étage de puissance génère une tension de sortie de 6 V.

La 4e partie est en fait facultative car le 3e étage pourrait produire 5 V directement. Le régulateur de tension IC1 à faible chute (LDO) stabilise la tension, et limite la tension de sortie en cas de problème en amont. En l'état, le convertisseur CC/CC peut fournir une tension de 5 V/200 mA avec une tension d'entrée de 3 V. Pour réaliser la carte vous-même, utilisez les fichiers KiCad relatifs à cet article et disponibles en téléchargement. Les vues 3D (**figures 3 et 4**) illustrent clairement voir à quoi la carte finie devrait ressembler, ainsi que la sérigraphie du schéma du circuit imprimé au dos de la carte. Les **figures 5 et 6** montrent le circuit imprimé fini. ↵

220138-04



Figure 3. Vue 3D KiCad de la face avant.

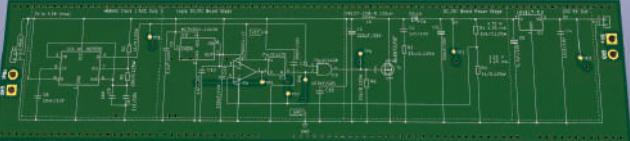


Figure 4. Vue 3D de la face arrière.



Figure 5. Face supérieure du prototype.

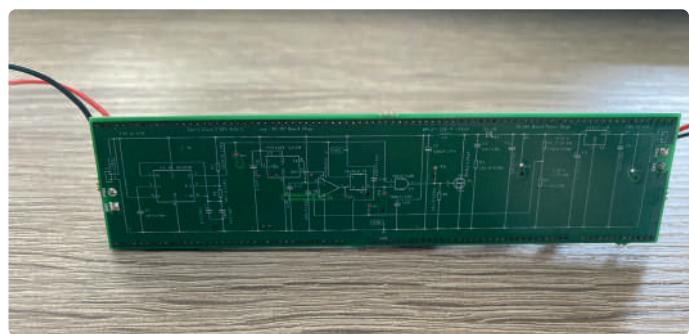


Figure 6. Face inférieure du prototype.



Produits

- **DIY LiPo Supercharger Kit (by GreatScott!) (SKU 19525)**
www.elektor.fr/19525
- **Velleman VTSS230 - 2-in-1 SMD Hot Air Soldering Station (SKU 19833)**
www.elektor.fr/19833
- **Andonstar ADSM201 HDMI Digital Microscope with 3" LCD (SKU 18063)**
www.elektor.fr/18063

↓ Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22

LIENS

- [1] SM6VFZ, régulateur élévateur avec ATtiny : <https://sm6vfz.wordpress.com/2020/12/11/boost-regulator-with-attiny/>
- [2] Fiche technique mc34063 Onsemi: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/mc34063a-d.pdf>

15–18 novembre 2022

Driving sustainable progress.

Expérimenez le futur dès aujourd'hui.
Sur le salon electronica 2022.

Save the date!

35 Deux potentiomètres sur une entrée numérique

Là où il y a une volonté, il y a un chemin

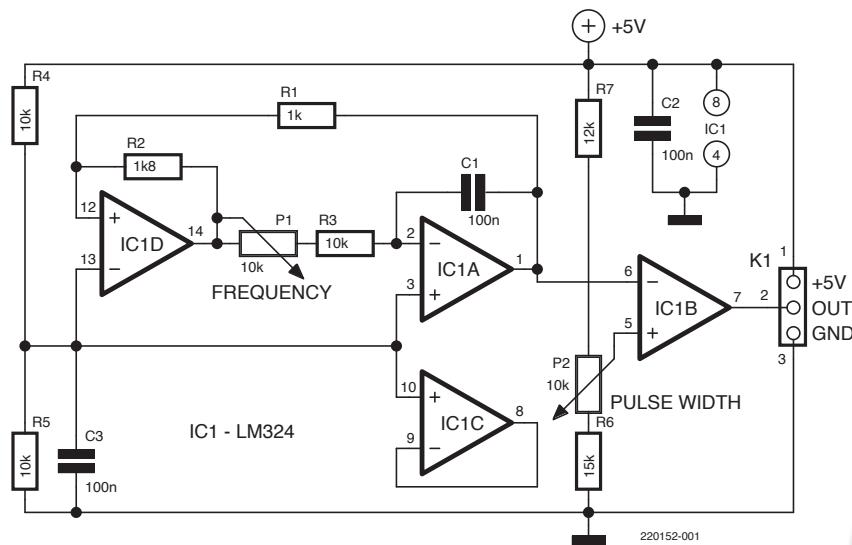


Figure 1. Ce circuit, un générateur classique d'ondes triangulaires et carrées à base d'amplificateurs opérationnels, produit le signal d'entrée pour le logiciel de décodage des potentiomètres.



Clemens Valens (Elektor)

Ailleurs dans ce magazine, vous allez découvrir une méthode qui permet de connecter deux encodeurs rotatifs « numériques » à un microcontrôleur, grâce à une seule entrée analogique. Dans cet article, nous allons faire le contraire, en quelque sorte, puisque nous allons connecter deux potentiomètres analogiques à une entrée numérique.

Pour lire une valeur analogique avec un microcontrôleur, vous avez besoin d'un convertisseur analogique-numérique, ou CA/N. Bien que nombreux de microcontrôleurs intègrent un CA/N, ils ont souvent davantage de broches d'E/S numériques qu'analogiques. Vous préférerez donc peut-être garder les entrées analogiques pour une application plus importante que la gestion d'une interface utilisateur. Il est donc parfois préférable, dans ce cas, d'utiliser des entrées numériques. Un dispositif de type convertisseur tension-fréquence transforme un signal analogique en signal numérique à un bit ou en onde rectangulaire. Autre possibilité : une onde rectangulaire de fréquence fixe, mais avec une largeur d'impulsion variable. Il s'agit de la modulation de largeur d'impulsions (PWM).

Avec la PWM, le rapport cyclique est indépendant de la fréquence du signal. Nous pouvons utiliser ce principe pour transcrire la position de deux potentiomètres avec une seule onde rectangulaire. Un potentiomètre contrôle la fréquence et l'autre le rapport cyclique. Un microcontrôleur mesure la fréquence et le rapport cyclique du signal entrant, puis reconvertit ces valeurs en positions de potentiomètre.



Un circuit classique

La **figure 1** montre un circuit qui peut générer le type de signal que nous recherchons. Il s'agit d'un oscillateur classique à base d'amplificateurs opérationnels qui produit une onde triangulaire/rectangulaire. Notez que vous pouvez utiliser tout autre type d'oscillateur capable de produire une onde rectangulaire avec une fréquence et un rapport cyclique variables. Dans ce projet, le clou du spectacle ne réside pas dans le circuit, mais dans ce que nous en faisons.

Le circuit IC1D, associé à R1 et R2, forme un comparateur avec rétroaction positive. Le circuit IC1A, le potentiomètre P1, R3 et C1 agissent comme un intégrateur inverseur. Lorsque la sortie de IC1D est au niveau bas, la sortie de IC1A va monter à une vitesse déterminée par P1, R3 et C1. La tension présente sur l'entrée non-inverseuse (broche 12) du circuit IC1D augmente également jusqu'à ce qu'elle devienne supérieure à la tension appliquée sur l'entrée inverseuse (broche 13). La sortie de IC1D passe alors au niveau haut et, grâce à la résistance R2, force à l'état haut son entrée non inverseuse. La tension sur cette entrée est soudainement beaucoup plus élevée que celle de son entrée inverseuse et la sortie de IC1D reste donc à l'état haut.

À ce stade, pour revenir à notre point de départ, il suffit de relire le paragraphe précédent, mais en intervertissant les mots « monter » et « descendre » et les mots « niveau bas » et « niveau haut ». L'oscillateur oscille.

La sortie du circuit IC1A est une onde triangulaire. Le potentiomètre P1 contrôle sa fréquence. La valeur de P1 fixe la fréquence minimale, R3 la fréquence maximale. La fréquence est, bien sûr, également déterminée par C1. Avec les valeurs de composants données, j'ai obtenu une plage d'environ 250 Hz à 500 Hz, facilement accessible pour un microcontrôleur.

Le circuit IC1B compare l'onde triangulaire avec la tension fixée par P2, R6 et R7. Lorsque l'onde triangulaire est inférieure au seuil, la sortie d'IC1B est haute. À l'inverse, lorsque l'onde triangulaire est supérieure au seuil, cette même sortie est basse. Résultat : un signal rectangulaire, dont le rapport cyclique est contrôlé par P2.

Avec les valeurs de composants données, le rapport cyclique peut être adapté entre 10 % et 90 %. En ajustant R6 et R7, vous pouvez modifier la plage. Idéalement, les valeurs devraient être identiques, mais comme l'onde triangulaire n'est pas parfaitement centrée sur la moitié de la tension d'alimentation, elles sont légèrement différentes. Le circuit IC1C n'est pas mis en œuvre et vous pouvez le ranger avec les amplis op inutilisés. C2 et C3 sont des condensateurs de découplage d'alimentation.

Le décodage sans peine

Le logiciel nécessaire pour décoder le signal rectangulaire modulé peut rester assez simple. Comme d'habitude, il y a plusieurs approches possibles. Ma méthode consiste à faire en sorte que la boucle principale scrute le signal de temps en temps. Il n'y a aucun intérêt à le faire à une fréquence très élevée, toutes les 10 ms environ suffit. Le programme attend ensuite qu'un changement de niveau ou un front de signal se produise. Utilisez toujours le même front, bien sûr. J'ai choisi pour ma part un front montant.

Une fois le front détecté, le programme mémorise le temps, t0, et commence à attendre le front suivant, un front descendant dans mon cas. Quand il arrive, le programme mémorise à nouveau le temps, t1,

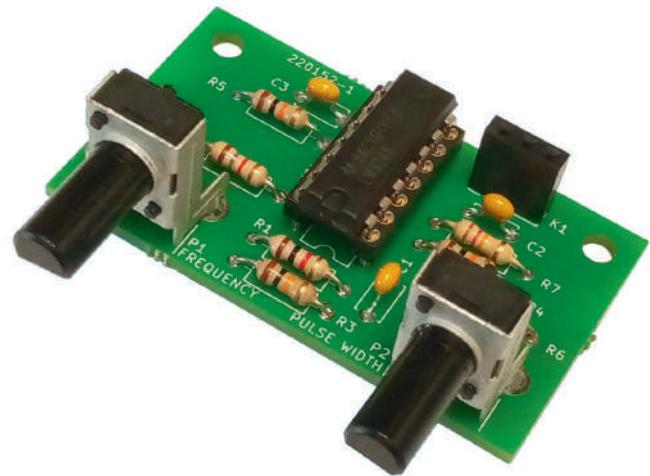


Figure 2. Le prototype dans toute sa splendeur.

et attend le troisième front. Lorsque ce front est détecté, l'heure est mémorisée une nouvelle fois sous la forme de t2. Nous avons donc trois horodatages à partir desquels nous pouvons calculer la fréquence et le rapport cyclique :

$$\text{Période : } T = t_2 - t_0 \text{ (s)}$$

$$\text{Fréquence : } f = 1/T \text{ (Hz)}$$

$$\text{Rapport cyclique : } D = 100 \cdot (t_1 - t_0)/T \text{ (%)}$$

À partir de ces valeurs, nous pouvons déduire les positions des potentiomètres (en pourcentage) :

$$P1 = 100 \cdot (f - f_{\min})/(f_{\max} - f_{\min}) \text{ (%)}$$

$$P2 = 100 \cdot (D - D_{\min})/(D_{\max} - D_{\min}) \text{ (%)}$$

Notez que vous n'avez pas à calculer la fréquence si vous spécifiez à la place des périodes minimum et maximum. Les valeurs obtenues sont légèrement imprécises principalement en raison du bruit du potentiomètre, et vous pouvez donc appliquer un certain filtrage.

Le même algorithme peut être implémenté en utilisant des interruptions, ce qui lui permet d'être exécuté en tâche de fond. La boucle principale est donc disponible pour faire autre chose.

Trois potentiomètres ?

Maintenant, me direz-vous, pourquoi ne pas ajouter également une modulation d'amplitude au signal rectangulaire ? Vous auriez alors trois potentiomètres au lieu de deux ! C'est possible, bien sûr, mais il faudrait alors une entrée analogique sur le microcontrôleur, et notre objectif était de ne pas utiliser d'entrée analogique.

Plus qu'une simple astuce

La technique présentée ici est plus qu'une simple astuce ou une curiosité. Comme l'information est transportée sous forme binaire sur un seul fil, elle est peu sensible au bruit et autorise de longues distances entre les potentiomètres et le microcontrôleur. Il est par ailleurs facile

d'ajouter une isolation galvanique. Il s'agit d'une solution idéale pour les applications médicales, par exemple, ou pour contrôler en toute sécurité un système directement connecté au secteur. Le dispositif peut également fonctionner à l'aide d'une liaison infrarouge, ce qui permet de le contrôler à distance.

Tous les fichiers de ce projet, y compris le circuit imprimé, peuvent être téléchargés à partir de [1]. .

220152-04

Liste des composants

Résistances

(5 %, 0,125 W)

R1 = 1 kΩ

R2 = 1,8 kΩ

R3,R4,R5 = 10 kΩ

R6 = 15 kΩ

R7 = 12 kΩ

P1,P2 = potentiomètre 10 kΩ,
linéaire, montage latéral

Condensateurs

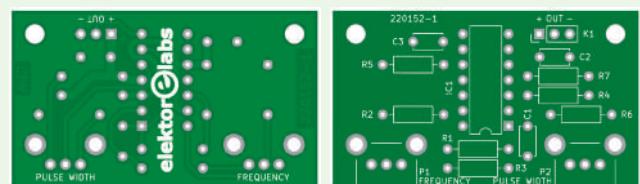
C1, C2, C3 = 100 nF, pas de 5 mm

Semi-conducteurs

IC1 = LM324

Divers

K1 = embase 3 broches,
pas de 0,1 pouce



Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22

LIENS

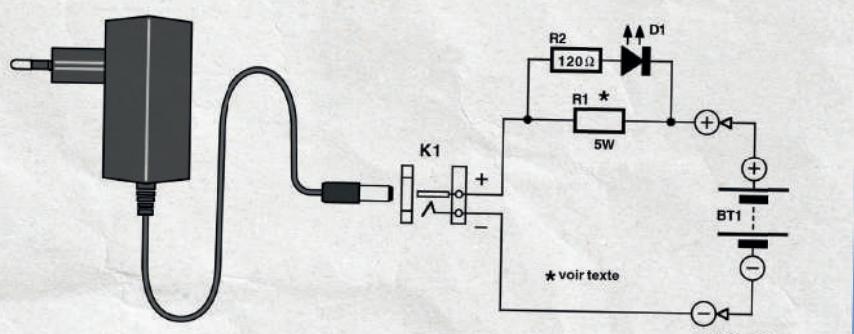
[1] Ce projet sur Elektor-Labs.fr: <https://www.elektormagazine.fr/labs/two-potentiometers-on-one-digital-input>

Quiz: Circuits du passé #07

www.elektormagazine.fr/summer-quiz7

Nombreux sont les chargeurs du commerce à reposer sur le présent schéma. Ce chargeur pour accus CdNi ultra-simple ne comporte en fait rien de plus qu'un adaptateur secteur, 2 résistances et une LED. La résistance R1 remplit une fonction double : elle sert d'une part à définir le courant de charge requis et de l'autre à produire une tension suffisante pour obtenir l'allumage d'une LED. La LED ne s'allume donc qu'en cas de circulation effective d'un courant (de charge).

Il s'avère, dans la pratique, que ce genre de montage fonctionne très bien. La charge se fait à un courant de l'ordre du quart de la capacité de l'accu (0,25 C) de sorte que si l'on recharge l'accu pendant 1 heure de trop cela n'a



Tension d'accu	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	[V]
Tension minimum	4,7	6,1	7,5	8,9	10,3	11,7	[V]
Tension d'adaptateur	4,5	6	7,5	9	12	12	[V]
Valeur (théorique) de R1	12,4	12,8	13,2	13,6	20	14,4	[Ω]
Valeur E12 de R1	15	15	15	15	22	15	[Ω]
valeur de R2	120	120	120	120	240	120	[Ω]

984005 - 11

pas de conséquence dramatique. De l'autre côté la recharge de l'accu est relativement rapide, de l'ordre de 4 à 5 heures. Le dimensionnement des composants répond à quelques

Testez vos connaissances

Vous souvenez-vous de quelle année date ce circuit ? Répondez au quiz et gagnez jusqu'à 100 € à dépenser dans l'e-choppe Elektor. o



36 Capteur de proximité acoustique

Burkhard Kainka (Allemagne)

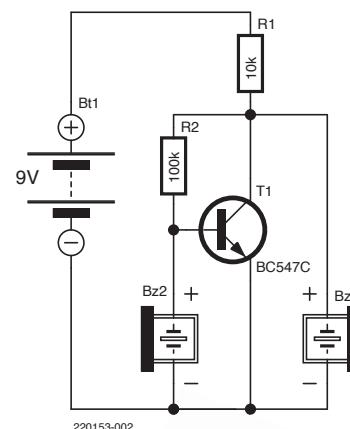
Le principe suivant s'applique aux capteurs à ultrasons. Mais il est aussi valable dans la gamme audible avec deux transducteurs piézoélectriques.



L'un de ces transducteurs piézoélectriques fonctionne comme un microphone, l'autre comme un haut-parleur. Entre les deux se trouve un simple amplificateur avec un seul transistor en configuration d'émetteur commun. Si nous maintenons les deux transducteurs proches l'un de l'autre, une rétroaction acoustique se produit avec un sifflement audible. Il faut maintenant aligner la position pour éviter tout bruit. Si nous approchons ensuite la main ou un autre objet, le son est réfléchi et la rétroaction se produit à nouveau. L'approche provoque ainsi un son bien audible.

Certains disques piézo sont dotés de trois connexions. Deux couches distinctes agissent comme un microphone et un haut-parleur. Le même circuit que ci-dessus transforme un tel transducteur piézoélectrique en un générateur de son actif. Le disque illustré provient d'un ancien détecteur de fumée. Son volume sonore élevé est bien connu. L'astuce : avec une bobine, la tension est fortement augmentée. Mais le buzzer fonctionne aussi avec notre transistor et les deux résistances. ▲

220153-01



Minimiser le matériel avec un logiciel intelligent

Zoom sur la technologie chez InnoFaith

Jan Buiting (Elektor)

Dans l'édition précédente, j'ai rencontré Walter Arkesteijn, non seulement en tant qu'entrepreneur enthousiaste, mais aussi en tant qu'afficionado d'Elektor et inspirateur. Je me suis dit qu'il était grand temps d'entrer dans le laboratoire de la société InnoFaith Beauty Sciences, basée à Eindhoven, pour découvrir comment est créé leur équipement haut de gamme d'analyse de la peau.

Pour comprendre la manière dont travaillent les développeurs de matériel et de logiciels chez InnoFaith, il est utile de se pencher sur la philosophie de l'entreprise. Ce n'est pas difficile à faire dans la zone industrielle de haute technologie « Esp » à Eindhoven, aux Pays-Bas. Comme déjà montré dans l'article précédent [1], la créativité et la collaboration sont des facteurs essentiels dans l'entreprise et ces compétences sont appliquées de manière large et cohérente à tous les niveaux. Par exemple, presque tous les membres du personnel d'InnoFaith donnent leur avis sur le « look and feel » de l'application qui accompagne leur produit principal, l'analyseur de peau Observ 520x. Comme l'a souligné Walter Arkesteijn, tout le monde est conscient qu'il s'agit de créer un produit techniquement complexe pour, essentiellement, des utilisateurs non techniciens qui, à leur tour, travaillent avec des clients dans une clinique ou un autre endroit où l'analyse de la

peau est effectuée. Malgré la grande quantité d'apports internes et externes autour du produit, il arrive naturellement que les techniciens demandent de l'aide pour un problème ou se retrouvent coincés dans un développement logiciel ou matériel. Arkesteijn commence alors à réfléchir avec eux, un processus dans lequel de courts moments d'arrêt et des boucles sont insérés dans la progression rapportée jusqu'à ce qu'une sortie réussie soit trouvée. Parfois, cela se traduit par un produit (partiel) ou un module (logiciel) totalement nouveau mis sur l'étagère pour une utilisation ultérieure. Ces conversations sont donc stimulantes plutôt que critiques, ce que les techniciens ont tendance à apprécier entre eux. Les lignes de communication chez InnoFaith sont très courtes.

Entrer dans le laboratoire

Siedse Buijs, ingénieur en électronique senior chez InnoFaith, est un ingénieur électronicien multidisciplinaire. Pour le développement des produits, il collabore principalement avec l'ingénieur senior Han van Triest et les développeurs de Logiciels Rowan Dings et Sander de Laat.

En visitant l'espace de développement électronique InnoFaith, je peux deviner le résultat du match logiciel contre matériel que les lecteurs d'Elektor connaissent aussi : **1-0**. Ou peut-être 2-1, mais dans tous les cas en faveur des bits, des octets et du langage C++ par rapport aux

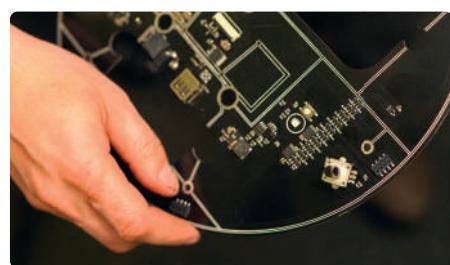


Figure 1. De simples uns et zéros et des paires de transistors permettent d'allumer et d'éteindre individuellement chaque LED d'une chaîne.



Figure 3. Vue du côté client/patient de l'Observ 520x. Les domaines de l'optique et de l'électronique se mélangent bien ici.

transistors et aux fumées de soudure. Chez InnoFaith, l'adage technique est le suivant : simplifier votre matériel au maximum et laisser le logiciel et surtout le microcontrôleur faire le travail.

Un bon exemple est le contrôle d'un certain nombre de LED UV montées en forme d'anneau. Siedse montre le circuit imprimé d'un premier prototype (**figure 1**) et explique qu'il est possible « ... de connecter toutes les LED en série de manière simple et agréable et de les faire allumer uniformément sous le contrôle d'un courant constant, mais que faire si l'on veut éteindre 1 ou 2 LED dans une telle chaîne pour obtenir un motif lumineux particulier plutôt qu'un cercle ? » La réponse se trouve sur le circuit imprimé circulaire : pas un amas de composants avec de grands dissipateurs thermiques, mais un champ de « cool » MOSFET CMS qui peuvent « tuer » efficacement chaque LED sous contrôle logiciel sans réduire la luminosité des autres.

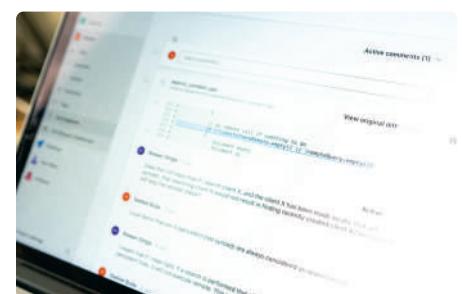


Figure 2. Il suffit de consulter le forum technique pour voir si quelqu'un connaît une solution.



Figure 4. Aide interactive au positionnement pour un positionnement et une immobilisation précis de la tête dans l'Observ 520x.

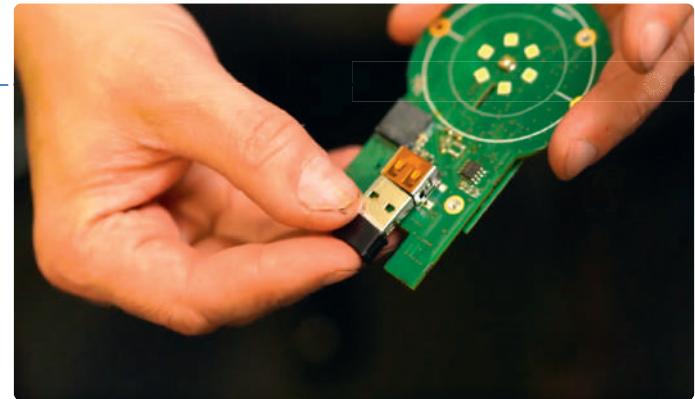


Figure 5. L'utilisation de modules et de dongles certifiés et prêts à l'emploi facilite le travail de conception d'un appareil complexe comme l'analyseur de peau Observ 520x.

Le concept de communication dans le laboratoire ne se limite pas aux éléments électroniques, aux bus, etc. — il y a beaucoup d'échanges, de discussions et d'inspirations dans un forum technique animé dans lequel Siedse et ses collègues directs consultent et aident quotidiennement de nombreux inspirateurs externes, comme le montre la **figure 2**.

Observ 520x

Han van Triest explique avec passion le principe de fonctionnement de l'Observ 520x, le produit phare de l'entreprise vendu dans le monde entier sous la marque Sylton. Six LED UV contrôlées par logiciel agissent comme des sources ponctuelles, chacune éclairant un réflecteur de forme précise (**figure 3**). Cette forme de soucoupe est une belle pièce d'optique et de physique. Le visage du client peut être correctement éclairé par une lumière diffuse, car les sources sont entièrement configurables. Pour la mesure, le client doit maintenir sa tête immobile à une distance optimale du capteur. Pour cela, une mentonnière et une « aide au positionnement » interactive qui indiquent au patient/client « en haut s'il vous plaît » ou « en bas s'il vous plaît » avec un tiret sur un très petit écran (**figure 4**). La distance exacte entre la caméra et le visage est déterminée par une mesure par ultrasons. L'image du visage est enregistrée par une caméra Apple iPad connue pour sa fiabilité et la stabilité de ses images, uniquement pour cette application. Pendant ce temps, le spécialiste de la peau voit à la fois le visage et la barre sur l'application, où il ou elle peut également ajuster la répartition et l'intensité de la lumière ou demander une certaine action au patient. Habituellement, une tablette est utilisée du côté du spécialiste/consultant. Par ailleurs, la dose d'UV reçue par le patient est conforme aux normes généralement acceptées et fait l'objet d'un suivi précis.

Les images enregistrées via l'application à différents réglages sont stockées pour analyse,

ultérieurement ou sur place, par un spécialiste de la peau ou un consultant en cosmétique. De plus, les images capturées avant et après un traitement de la peau peuvent être facilement comparées.

Il y a une quantité absolument minimale d'électronique (matériel) dans l'Observ 520x; la majeure partie sert en fait à communiquer avec l'application via Bluetooth et le monde extérieur via wifi.

Modules = pas de tracas

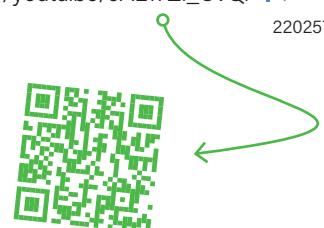
Chez les développeurs d'InnoFaith, la logique du « matériel minimum » s'applique également aux éléments qu'il vaut mieux acheter sous forme de modules plutôt que de les développer en interne. Acheter (prudemment) et utiliser des éléments éprouvés comme un adaptateur secteur, un module Bluetooth

ou wifi (**figure 5**) vous libère largement des problèmes de certifications, de réglementations d'importation et de contrôles aux frontières. Cela libère également du temps pour le travail vraiment intéressant : créer un logiciel intelligent pour communiquer avec ces modules. Rapide, sûr et super fiable — pour les non-techniciens !

En Son et Images

Elektor a effectué une visite vidéo à InnoFaith à Eindhoven. Vous pouvez regarder la vidéo sur la chaîne Elektor TV sur YouTube : https://youtu.be/cAL17ZI_UvQ.

220257-B-04



Bien sûr, un variac

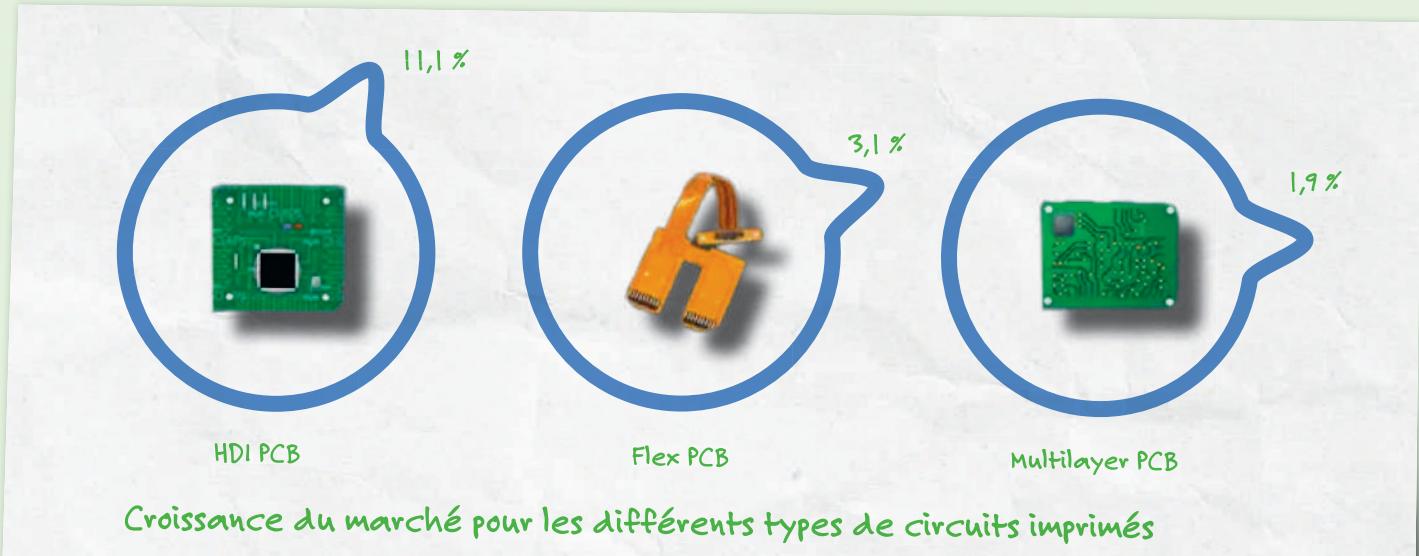
En tant que seul élément « rétro » parmi tous les appareils électroniques miniatures, les systèmes de microcontrôleurs et les équipements de mesure de pointe du laboratoire de développement d'InnoFaith, le variac marron clair, totalement « vieille école » du poste de travail de Siedse se démarque immédiatement. Cet appareil lourd est un « autotransformateur » sans isolation secteur et qui est utilisé en particulier pour tester les adaptateurs secteur pour une tension et un courant de sortie corrects. « De tels adaptateurs secteur sont fournis avec notre équipement et vous voulez ensuite savoir s'ils répondent aux spécifications de toutes ces différentes tensions du secteur dans le monde telles que 110 V, 115 V, 240 V, etc. », explique Siedse. « N'importe qui peut imprimer une spécification sur la boîte en plastique, mais mesurer, c'est savoir avec certitude. Avec un tel adaptateur, je regarde la stabilité, le développement de la chaleur, l'ondulation et la résistance aux pointes de tension — le tout dans des conditions de charge réelles et de pointe. Un vieux variac est juste idéal pour ça ». Même lorsqu'un type d'adaptateur secteur approprié a été trouvé et acheté en grande quantité, Siedse mettra les échantillons à l'épreuve.



LIENS

- [1] L'inspiration, c'est ça qui compte », Elektor 7-8/2022 :
www.elektormagazine.fr/220257-04

Circuits imprimés de nouvelle génération

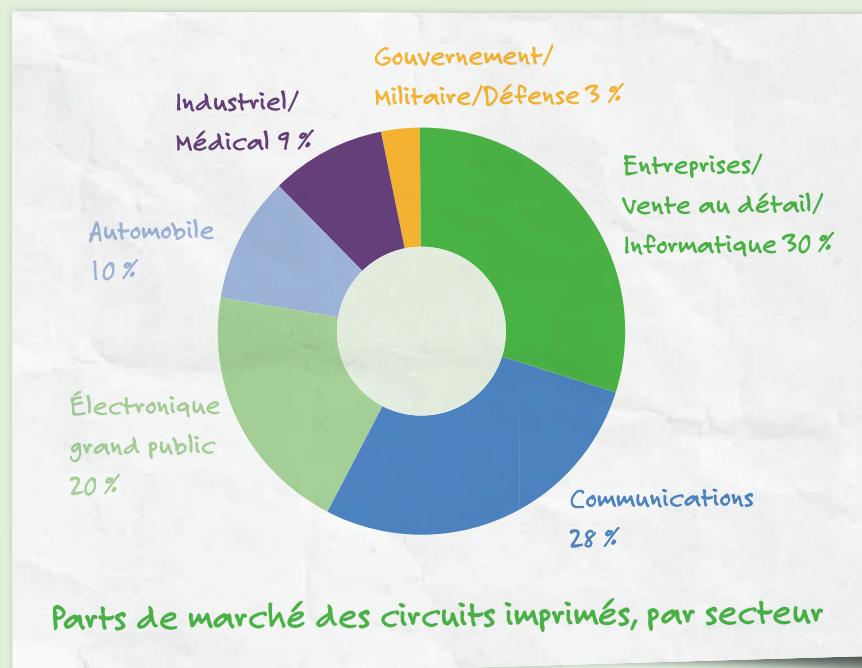


L'époque où un circuit imprimé n'était rien de plus qu'une carte simple face est loin derrière nous. Des nouveautés sont entrées en scène. La carte à interconnexion haute densité est la plus prometteuse d'entre elles, avec un taux de croissance de 11,1 % pour les années à venir. Mais, n'oublions pas le *Flex PCB*, qui est en train de se développer avec un taux de 3,1 %. Sans oublier le *PCB Multilayer*, qui a claire-

ment dépassé la phase de développement, mais qui demeure plein d'énergie (1,9 %). Si l'on considère le marché mondial des circuits imprimés (qui comprend en effet les cartes simple et double face), le taux de croissance est de 3,3 %, sur la base d'un chiffre d'affaires de 70,92 milliards \$ en 2020 et de 86,17 milliards \$ en 2026.

(Source : MKTPCB)

Les circuits imprimés vous disent ce qui vient en premier



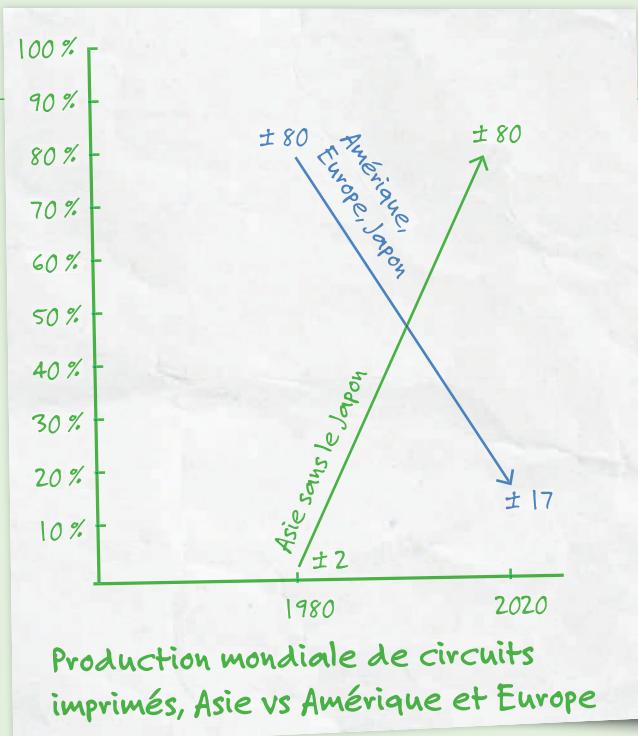
La façon dont les circuits imprimés sont utilisés dans différentes applications nous en dit long sur la distribution du matériel informatique dans le monde. L'électronique grand public est-elle en train de devenir le leader ou c'est encore le secteur des entreprises qui domine la demande en matériel ? Même si nous considérons que la moitié du matériel de télécommunications et la moitié du matériel automobile proviennent de la demande des consommateurs, le secteur des entreprises resterait le vainqueur incontesté en matière d'utilisation du matériel. Le graphique circulaire présente les chiffres de 2020. Rien ne laisse penser que les choses seront différentes en 2022, à l'exception des dépenses militaires dues au conflit en Ukraine.

(Sources : Beroe; IndustryARC; PR Newswire)

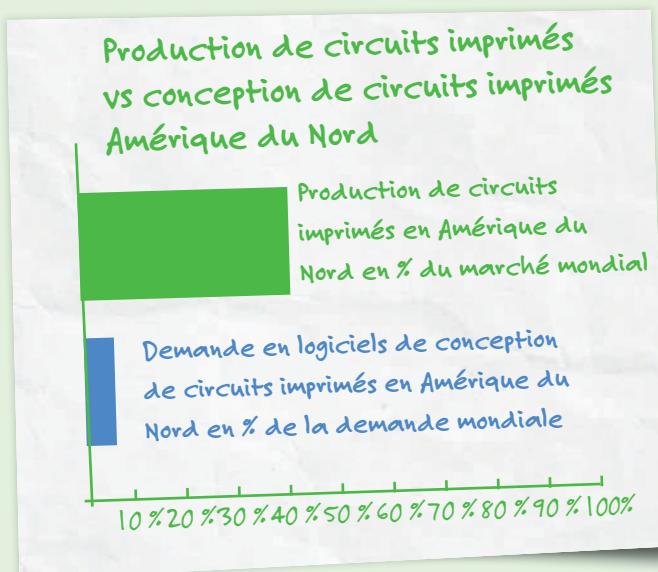
Les rôles sont inversés lorsqu'on compare 2020 à... 1980

Nous savons tous que la Chine a remporté la plus grosse part du marché mondial des circuits imprimés. En 1980, les États-Unis, l'Europe et le Japon assuraient 80 % de la production mondiale de cartes de circuits imprimés. Quarante ans plus tard, ce pourcentage est proche de 17 %. En 2020, la Chine représentera 52 % du volume de production mondiale. Au total, 90 % des circuits imprimés sont aujourd'hui

produits en Asie. L'Europe n'a aucune raison d'être particulièrement optimiste. Ces deux dernières années, la production de PCB a chuté de 5 à 15 %, selon le pays européen concerné. Les producteurs les plus prospères en Europe et aux États-Unis sont ceux qui opèrent sur des marchés de niche, notamment l'automobile et la défense.
(Source : Taiyo America)



Amérique du Nord : des circuits très avancés, des volumes plutôt faibles

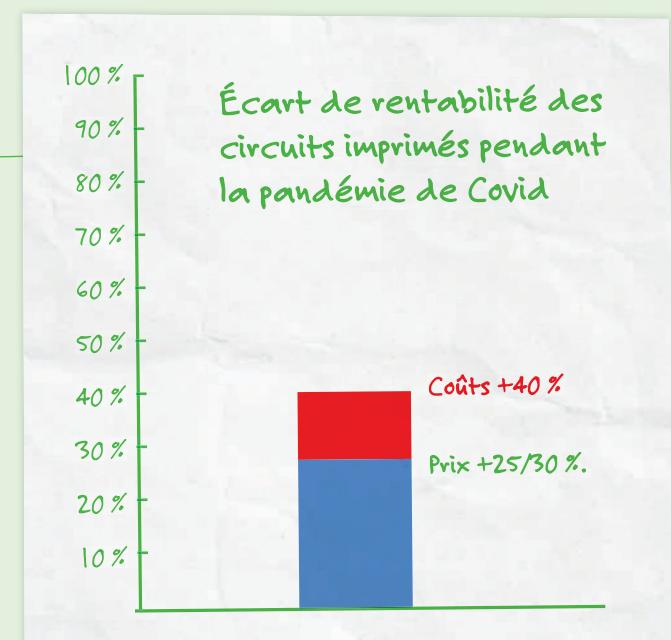


La demande est forte mais la rentabilité est un défi

Les sociétés d'études de marché sont plutôt optimistes quant à la croissance du marché des circuits imprimés au cours de cette décennie. Les taux de croissance varient de 3 à 4 %, selon les études individuelles réalisées par ces sociétés. Cependant, les fabricants luttent pour maintenir des marges bénéficiaires saines. Au cours de la pandémie de Covid, les coûts de production d'un circuit imprimé ont augmenté d'environ 40 % alors que les OEM n'ont accepté qu'une hausse de prix de 25 % à 30 %. Cela signifie que les fabricants de PCB en Europe et aux États-Unis doivent non seulement faire face à la concurrence de l'Asie, mais aussi à une augmentation significative du coût des matériaux. Il s'agit d'un véritable défi.

(Sources : ICABE Group; NCAB Group)

Lorsque l'on explore le marché nord-américain de la production de circuits imprimés, il apparaît clairement que la fabrication de circuits imprimés en Amérique du Nord ne représente qu'un maigre 5 % de la production mondiale. Les recherches montrent également que 40 % de tous les nouveaux logiciels de conception de PCB sont achetés par des entreprises nord-américaines. Comment expliquer une différence aussi importante ? Fondamentalement, il ne peut y avoir qu'une seule explication. Les producteurs américains de circuits imprimés, comme leurs pairs européens, se considèrent comme des producteurs de circuits imprimés (hautement) avancés qui sont vendus dans des volumes plutôt faibles. En effet, les marchés de niche sont la clé. (Sources : Future Market Insights; Taiyo America)

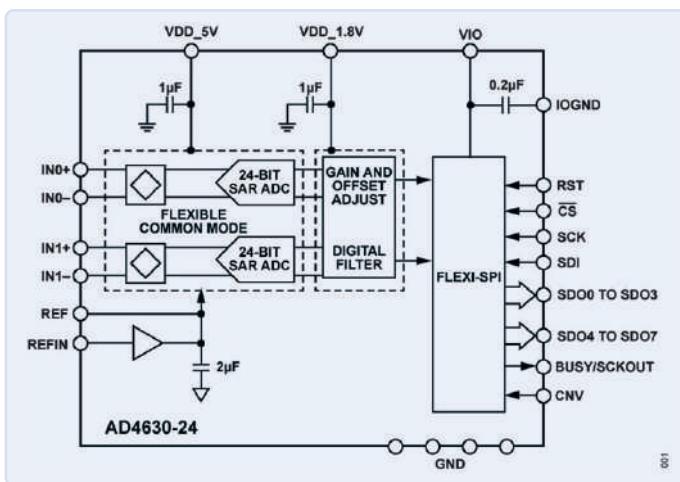


Nouveaux dispositifs d'Analog

Couvrent une large gamme d'applications

Analog Devices (ADI) est l'un des principaux concepteurs et fabricants mondiaux de circuits intégrés analogiques, à signaux mixtes et de traitement des signaux numériques. Leurs produits sont utilisés dans pratiquement tous les types d'équipements électroniques. Même si les intégrateurs d'équipements dans de multiples domaines ont actuellement du mal à se procurer des semi-conducteurs, cela n'empêche pas ADI d'introduire de nouveaux produits à un rythme régulier. Nous présentons ici une sélection de nouvelles composantes, allant des CAN à l'Ethernet et des modules sécurisés aux solutions radio 5G complètes, qui illustrent parfaitement le large éventail d'applications couvertes par leurs produits.

Les nouveaux convertisseurs A/N SAR Easy Drive simplifient la conception



Une nouvelle gamme de convertisseurs A/N (CAN) 16 à 24 bits à approximations successives (SAR) ultra-haute précision de nouvelle génération simplifie le processus souvent complexe que représente l'intégration d'un convertisseur A/N dans des applications d'instrumentation, industrielles ou de santé. La nouvelle famille de convertisseurs A/N bénéficie de la technologie Easy Drive brevetée d'Analog Devices (ADI) et de l'interface périphérique série polyvalente Flexi-SPI qui permettent de résoudre les problèmes de conception au niveau systèmes et d'élargir la sélection de produits associés directement compatibles. Easy Drive préserve les performances des composants tout en éliminant de nombreux problèmes de conception habituellement rencontrés au niveau du système, tels que les strictes instructions de routage, les exigences rigides de

synchronisation de l'interface numérique ou la complexité du processus de sélection des composants associés. La présence de l'interface numérique polyvalente Flexi-SPI simplifie l'intégration du convertisseur A/N avec le processeur hôte grâce à des exigences de synchronisation applicables sans difficulté.

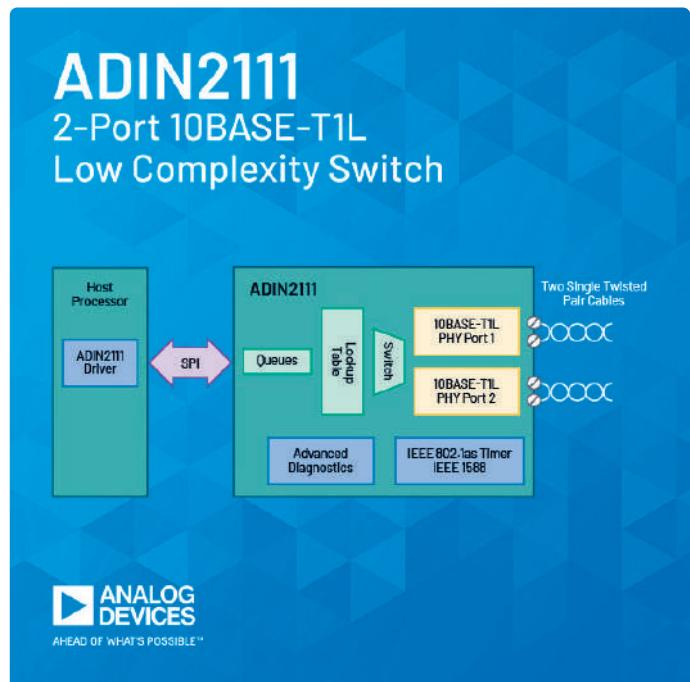
Le premier convertisseur A/N de la famille déclinée en 6 modèles compatibles au niveau du brochage est l'AD4630-24 : 24 bits, double voie à échantillonnage simultané, 2 mégachantillons par seconde par voie. Il se caractérise par une précision (INL) de 0,9 ppm, soit une précision 4 fois supérieure à d'autres produits. L'AD4630-24 intègre sur un seul et unique circuit intégré un buffer pour la référence et l'ensemble des composants de découplage critiques, ce qui réduit l'encombrement d'un facteur x2 par rapport à d'autres produits.

Caractéristiques du convertisseur A/N SAR AD4630-24

- précision garantie avec une erreur INL de 0,9 ppm et des performances typiques de 0,1 ppm.
- rapport signal/bruit de 105,7 dB typiques.
- en intégrant les condensateurs de découplage de référence et d'alimentation critiques, le boîtier CSP-BGA (Chip Scale Ball Grid Array) réduit la nomenclature et l'encombrement au niveau système.
- Large plage d'entrée de mode commun assurant la compatibilité avec les chaînes de signaux d'entrée asymétriques et différentiels.

www.analog.com/en/products/ad4630-24.html

Solution Ethernet longue portée complète conçue pour faciliter la numérisation des réseaux d'immotique.



Le nouveau ADIN2111 une solution complète conforme à la norme Ethernet 10BASE-T1L et destinée aux réseaux d'automatisation des bâtiments. Les équipements d'automatisation numériques connectés permettent de gérer l'ensemble des fonctions d'un bâtiment, des organes de chauffage, ventilation et climatisation au confort des occupants. En ajoutant une capacité de connectivité Ethernet longue portée aux contrôleurs, capteurs et actionneurs, il fournit des informations pertinentes qui permettent de gérer les bâtiments de façon à la fois plus efficace et plus durable.

Idéalement conçu pour s'intégrer aux appareils compacts basse consommation connectés en périphérie de réseau, l'ADIN2111 permet d'abaisser la consommation d'énergie de 50 % tout en occupant une surface jusqu'à 75 % inférieure sur le circuit imprimé par rapport à des implantations discrètes.

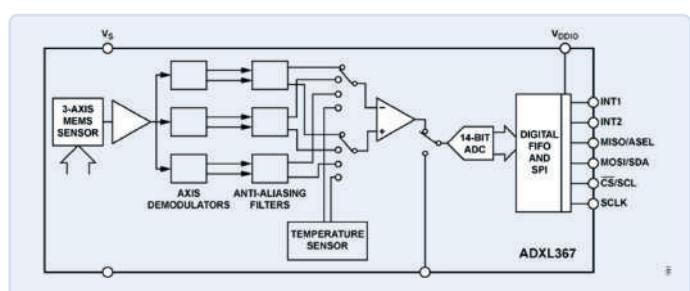
Le commutateur ADIN2111 est conçu pour transmettre directement des données au sein de réseaux en ligne et en anneau sur les infrastructures de câblage à simples paires torsadées déployées dans les bâtiments en vue de réduire les coûts de mise à niveau. Les capacités de diagnostic optimisées contribuent à réduire les délais de mise en service et d'installation, ainsi que les immobilisations système, en résolvant les problèmes de façon rapide et efficace en utilisant les informations transmises en temps réel sur la qualité des liaisons et la localisation des défauts. Conforme à la norme IEEE 802.3 cg, ce commutateur assure une connectivité Ethernet sur une distance câblée pouvant atteindre 1,7 km, et prend en charge la redondance en anneau et les protocoles temps réel de type Modbus/TCP, BACnet/IP ou KNX.

Principales caractéristiques de la solution ADIN2111

- Très basse consommation : 80 mW
- Boîtier LFCSP compact: 7x7 mm
- L'interface SPI hôte évite d'utiliser un microcontrôleur avec interface MAC
- Le filtrage avancé des paquets soulage le processeur des tâches de gestion du trafic prioritaire grâce à une correspondance (LUT) de 16 adresses MAC
- Codes d'horodatage IEEE 1588

www.analog.com/en/products/adin2111.html

Accéléromètre MEMS pour les applications industrielles et de santé



Le nouvel accéléromètre MEMS triaxial conçu pour une large gamme d'applications industrielles et de santé : systèmes de surveillance des signes vitaux, prothèses

auditives et autres capteurs de mouvements. L'accéléromètre ADXL367 réduit la consommation d'énergie de moitié par rapport à l'ADXL362 de génération précédente tout en améliorant les performances en bruit de plus de 30 %. Cette nouvelle référence se distingue par un fonctionnement sur site prolongé qui maximise l'autonomie de la batterie tout en réduisant la fréquence et les coûts de maintenance.

L'accéléromètre ADXL367 consomme seulement 0,88 µA à la fréquence de sortie de données de 100 Hz, et 180 nA en mode réveil avec déclenchement par un mouvement. Contrairement aux accéléromètres qui se réveillent de

manière cyclique afin de minimiser la consommation d'énergie, l'ADXL367 ne souffre pas du repliement de spectre des signaux d'entrée par sous-échantillonnage, mais échantillonne la totalité de la bande passante du capteur à toutes les fréquences de sortie de données.



Principales caractéristiques de l'ADXL367

- Consommation d'énergie de la détection de mouvements en mode réveil : 200 nW (970 nW en mode mesure).
- Mémoire FIFO à sortie profonde multimode ; capteur de température ultra faible consommation intégré ; convertisseur analogique/numérique interne utilisé pour la conversion synchrone d'une entrée analogique supplémentaire ; détection de simple/double taps ; et machine d'état pour éviter les déclenchements erronés.
- La tension d'alimentation de seulement 1,1 V permet d'utiliser une batterie mono-élément sans convertisseur externe.
- Possibilités de contrôle externe de l'instant d'échantillonnage et/ou une horloge externe.
- Des fonctions numériques de haute performance (simple et double taps, détection de chute libre et d'activité) minimisent les exigences de calcul du microprocesseur hôte et réduisent la consommation d'énergie du système.

www.analog.com/ADXL367

Un circuit d'authentification sécurisé avec interface 1-Wire qui protège les produits par chiffrement

Le circuit d'authentification sécurisé au coût optimisé avec interface 1-Wire ECDSA est conçu pour détecter les risques de contrefaçon ou d'utilisation malveillante et ainsi protéger les produits visés. Combinant une panoplie d'outils de chiffrement à fonction fixe comprenant l'algorithme de signature numérique à courbe elliptique ECDSA conforme au standard FIPS 186, une fonction de stockage sécurisé des clés et des données applicatives, et l'interface 1-Wire à contact unique, cette nouvelle solution s'intègre sans difficulté aux nouveaux projets comme aux conceptions existantes.

Le circuit DS28E30 dispose de fonctions sécurisées permettant de gérer l'utilisation d'outils, capteurs et autres périphériques à durée de vie limitée, à savoir un compteur d'utili-

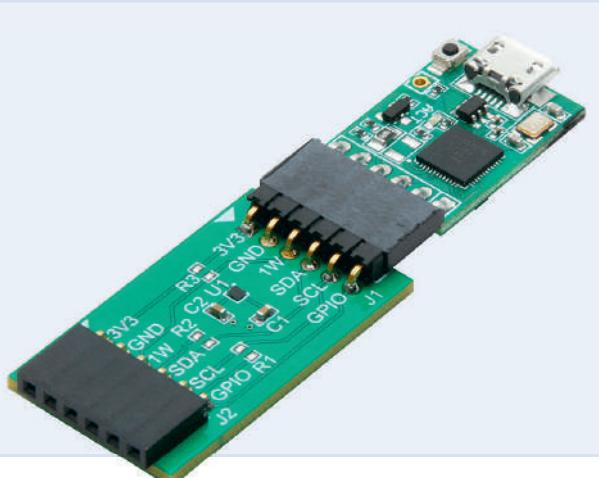
sation à décrémentation monotonique stricte non réinitialisable et une mémoire EEPROM polyvalente de 1 kbit. En option, cette mémoire peut être protégée par l'algorithme ECDSA afin de stocker des données d'application, concernant par exemple le cycle de vie du produit final.



Principales caractéristiques du circuit DS28E30

- protocole d'authentification de type « défi-réponse » selon l'algorithme ECDSA avec la courbe P256, conformément à la norme FIPS 186
- interface 1-Wire à broche unique pour une interconnexion simplifiée
- chaque composant est programmé en usine avec un certificat de clé publique d'ADI qui garantit son authenticité
- mémoire EEPROM sécurisée de 3 ko pour la mémoire utilisateur, les clés et le certificat
- large plage de tension de fonctionnement : 1,62 à 5,25 V entre -40 et +85 °C
- boîtier WLP à 4 billes compact (1,2 x 1,4 mm) au pas de 0,5 mm

www.maximintegrated.com/DS28E30



Nouveau jeu de circuits 5G à ondes millimétriques réduisant considérablement le nombre de composants nécessaires

**mmW 5G Chipset
Addresses Full Spectrum
to Enable Simpler and
Smaller Radios**

**ANALOG
DEVICES**
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

Un nouveau jeu de circuits frontal 5G à ondes millimétriques (mmW) qui, en couvrant les bandes de fréquences requises, permet aux concepteurs de lancer plus rapidement des unités radio polyvalentes et plus compactes sur le marché. À l'heure où le déploiement des réseaux 5G à ondes millimétriques (mmW) s'accélère aux quatre coins du monde, les opérateurs subissent une pression de plus en plus forte pour réduire les coûts de déploiement tout en étendant l'empreinte de leur réseau avec des unités radio à la fois moins gourmandes en énergie, plus légères et plus fiables. Ce challenge nécessite l'utilisation de produits large bande hautement linéaires, compacts et économies en énergie qui permettent de réutiliser les designs dans plusieurs bandes, sans impact sur la qualité ni sur les performances.

En optant pour le nouveau jeu de circuits frontal 5G à ondes millimétriques d'ADI, les OEM peuvent s'écartier du canal de la bande étroite où les solutions concurrentes privilient un compromis entre difficulté de conception du design, performances RF et bande passante tout en externalisant des éléments de propriété intellectuelle majeurs, tels que le conditionnement, les tests et la modélisation thermique. Ce nouveau jeu de circuits embarque deux convertisseurs élévateurs/abaisseurs de fréquences (UDC – UpDown Converters) monovoie (1T1R) et deux circuits intégrés de formation de faisceaux 16 voies à double polarisation en technologie CMOS avancée. L'efficacité énergétique et la puissance de sortie linéaire délivrées par les circuits de formation de faisceaux permettent de réduire simultanément la taille, le poids, la consommation et le coût des

réseaux à commande de phase en ondes millimétriques par rapport aux produits concurrents. Les convertisseurs élévateurs/abaisseurs de fréquences à pleine bande passante avec un niveau d'attaque élevé évitent de recourir à des variantes de fréquences et «absorbent» les étages d'attaque, ce qui réduit la nomenclature.

Ce jeu de circuits assure en outre le fonctionnement transparent des fonctions d'étalonnage des réseaux à commande de phase en ligne sur le site de production, en plus de la mémoire non volatile (NVM) d'usine, grâce à des blocs de propriété intellectuelle brevetés. Les OEM peuvent ainsi s'affranchir des contraintes inhérentes aux designs historiquement dotés de mémoires non volatiles et dont le circuit de formation de faisceaux était étalonné une seule et unique fois en usine, une méthode qui exclut les non-idealités externes aux circuits intégrés et produit des résultats d'étalonnage insuffisants. .

220334-04

Chipset frontal 5G à ondes millimétriques d'Analog Devices

➤ ADMV4828 — ce circuit de formation de faisceaux à 16 voies couvre l'ensemble de la bande de fréquences comprise entre 24 et 29,5 GHz avec un unique circuit intégré; sa puissance de sortie est supérieure à 12,5 dBm pour une amplitude du vecteur d'erreur (EVM) de 3%, une forme d'ondes 5G NR avec modulation d'amplitude en quadrature 64QAM de 400 MHz et une consommation de seulement 310 mW/voie.

www.analog.com/admv4828

➤ ADMV4928 — ce circuit de formation de faisceaux à 16 voies couvre la totalité de la bande de fréquences comprise entre 37 et 43,5 GHz avec un seul circuit intégré; la puissance de sortie est supérieure à 11,5 dBm pour une amplitude du vecteur d'erreur (EVM) de 3%, une forme d'ondes 5G NR avec modulation d'amplitude en quadrature 64QAM de 400 MHz et une consommation de seulement 340 mW/voie.

www.analog.com/admv4928

➤ ADMV1128 — convertisseur élévateur/abaisseur large bande de 24 à 29,5 GHz avec commutateur RF intégré (en option), modes de multiplication de signaux d'oscillateur local (LO) x2/x4 hybride et prise en charge des signaux I et Q dans la bande de base.

www.analog.com/admv1128

➤ ADMV1139 — convertisseur élévateur/abaisseur large bande de 37 à 50 GHz compatible avec les prochaines bandes de 47 GHz, ainsi que les bandes 5G NR de 37 à 43,5 GHz, dans un unique circuit intégré avec commutateur RF intégré et mode hybride (en option), et prise en charge des signaux I et Q dans la bande de base.

www.analog.com/admv1139

37

Capteur de radiateur sans pile

Stefano Purchiaroni (Italie)

Avez-vous besoin d'aide pour économiser de l'énergie ? Ce capteur doté d'une LED clignotante signale que la température d'un radiateur augmente progressivement. Pas besoin de pile puisqu'il est alimenté par une cellule Peltier.

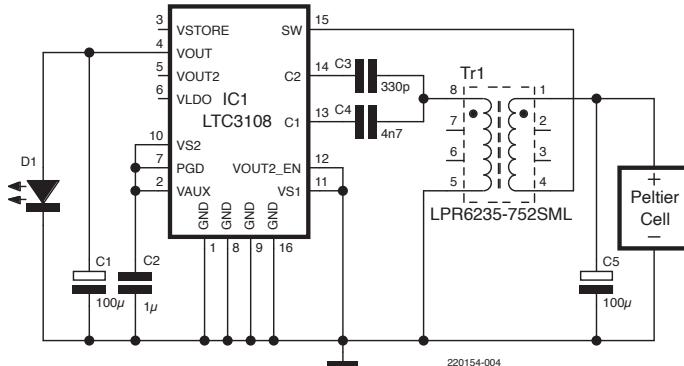


Figure 1. Schéma du circuit.

Linear Technology (Analog Devices), l'un des leaders mondiaux dans le domaine de la récolte d'énergie, propose dans son catalogue le circuit intégré LTC3108-1, disponible au format TSOP (0,65 mm). Ce circuit intégré fonctionne déjà avec une tension d'entrée de 20 mV. Il est possible de le configurer pour générer une tension de sortie comprise entre 2,2 V et 5 V grâce à la technique de commutation [1]. Cette énergie peut être exploitée pour alimenter directement une charge ou être stockée dans un supercondensateur pour être utilisée ultérieurement.



Figure 2. Circuit installé sur la face avant d'un radiateur, fonctionnant lorsque sa température commence à augmenter.

Circuit

Dans l'implémentation choisie, la puce, configurée par les broches VS1 et VS2, génère une tension de sortie de 3,7 V à partir de l'énergie collectée par la cellule Peltier. Cette tension est utilisée comme alimentation d'une LED bleue clignotante (voir figure 1). Dans ce cas, on n'utilise pas de super condensateur. Le microtransformateur 1 : 100 LPR6235-752SML recommandé par Linear Technology est fondamental, et vous pouvez l'obtenir comme échantillon gratuit de Coilcraft.

Fonctionnement

La conversion thermoélectrique (effet Seebeck) se produit en présence d'un gradient de température, lorsque les deux faces de la cellule sont soumises à des températures différentes. Cependant, même la face initialement froide se réchauffe au bout d'un certain temps si on la place sur la paroi d'un radiateur. Cela entraîne l'extinction de la LED au bout de quelques minutes quand l'équilibre thermique est atteint (figure 2). Le clignotement reprend lorsque la température du corps du radiateur augmente de nouveau, suivant les cycles d'allumage du système. Un dissipateur thermique situé du côté froid ralentit l'échauffement, augmentant ainsi la durée du flash. Nous pouvons résumer, avec la formule suivante, la relation entre la température et la tension obtenue :

$$V = \int_{T_1}^{T_2} (S_B(T) - S_A(T)) dT$$

En considérant que les coefficients de Seebeck S_A et S_B (pouvoir thermoélectrique) des deux matériaux utilisés pour les thermocouples sont constants, nous obtenons la relation linéaire $V = (S_B - S_A) * (T_2 - T_1)$. Les valeurs des coefficients varient beaucoup

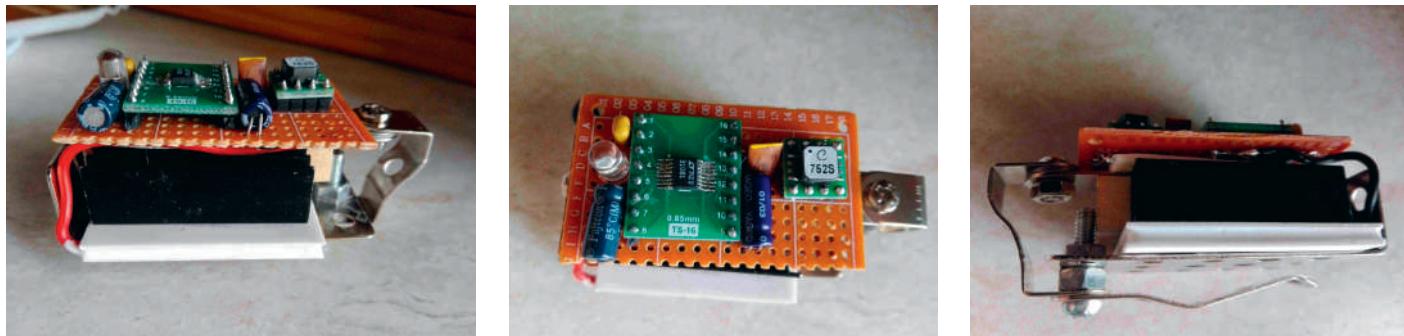


Figure 3. Prototype.

selon les producteurs, les coûts et la « noblesse » des matériaux utilisés. La cellule TEC-12706 est la moins chère du marché. Elle génère environ 12 mV par degré Celsius de différence thermique, avec ses 127 thermocouples en bismuth tellurium (Bi_2Te_3) organisés en série sur une face de 40 mm du côté en céramique. L'utilisation du LTC3108-1 permet de déclencher le signal dès que le radiateur commence à chauffer. Toute autre technique introduirait un retard, dû à la nécessité de dépasser la tension de seuil des semi-conducteurs utilisés pour augmenter la tension d'un minimum de 2,4 V requis par la LED clignotante, et donc de ne démarrer qu'à partir d'environ 40 degrés de différence thermique, en utilisant des transistors au germanium, ou 60 degrés pour ceux au silicium.

Prototype

Mon prototype (figure 3) a été réalisé avec des adaptateurs TSOP-DIP aussi bien pour le transformateur intégré que pour le microtransformateur et des supports prépercés de type « Meccano » avec des attaches pour accrocher le dispositif à la face avant du radiateur. Le dispositif mesure 6 x 3 cm, mais il est possible de réduire encore ses dimensions en réalisant une implémentation purement en CMS. ↗

220154-01

LIENS

[1] LTC3108-1: <https://bit.ly/LTC3108-1-manager>

[2] LPR6235:

<http://www.coilcraft.com/en-us/products/transformers/power-transformers/power-converter-transformers/lpr6235/>

Quiz: Circuits du passé #08

www.elektormagazine.fr/summer-quiz8

1

72

Le principe de la stéréophonie repose sur une symétrie parfaite des deux canaux de reproduction. Un signal monophonique appliqué à l'entrée doit traverser la chaîne d'un bout à l'autre sans être amplifié ou atténué plus dans un canal que dans l'autre. Que l'on rencontre à ce propos des difficultés d'ordre mécanique est étonnant, mais pourtant bien plus fréquent qu'il ne paraît à première vue. Il se trouve, en effet, que les

potentiomètres stéréophoniques (ou doubles) utilisés pour le réglage de

volume ne sont pas toujours parfaitement symétriques. La différence d'amplitude résultant de cette asymétrie peut être compensée à l'aide du potentiomètre de balance. Le tout est de le faire sur des bases objectives (mesure) et non subjectives (oreille); c'est ce que permet l'indicateur proposé ici. Les entrées du circuit doivent être reliées aux sorties HP de l'amplificateur de puissance, auquel on applique un même signal, de préférence sinusoïdal (générateur de fonctions), sur les canaux gauche et droit. Si l'aiguille du galvanomètre M1 reste parfaitement immobile dans sa position de repos centrale (!), le réglage de balance est parfait. Toute déviation indique une asymétrie qu'il convient de corriger avec le potentiomètre de balance de telle manière que l'aiguille se stabilise dans sa position centrale. Au préalable, on aura réglé P1 de telle sorte que lorsque le signal n'est appliqué qu'à un seul canal à pleine puissance, la déviation de l'aiguille soit maximale. ↗

Testez vos connaissances

Vous souvenez-vous de quelle année date ce circuit ? Répondez au quiz et gagnez jusqu'à 100 € à dépenser dans l'e-choppe Elektor. ↗



38 Déetecter les micros et les caméras sans fil

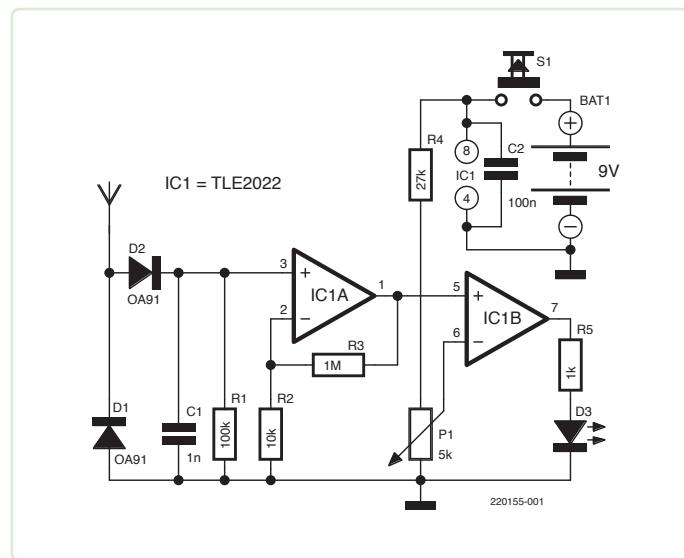
Stefano Purchiaroni (Italie)

Pensez-vous qu'on vous espionne?
Rassurez-vous avec ce détecteur de micros cachés et de caméras-espionnes sans fil.

Ce circuit vous permet de détecter la présence d'émetteurs dans l'environnement. Il a été testé pour des fréquences allant jusqu'à 1,2 GHz. Une LED s'allume lorsqu'un espion radio ou une caméra analogique sans fil fonctionnant dans cette fréquence est détecté. La sensibilité peut être réglée avec un potentiomètre. Vous devez l'abaisser jusqu'à ce que la LED s'éteigne pour que la recherche soit efficace. Un signal radio plus fort que le bruit de fond fera rallumer la LED lorsqu'on est à proximité d'un émetteur.

Le circuit comporte un amplificateur opérationnel TLE2022 de Texas Instruments, mais rien ne vous empêche d'utiliser d'autres modèles. Le premier étage est utilisé comme amplificateur de signal en reliant un détecteur à l'entrée non inverseuse. Le détecteur est constitué d'une paire de diodes en germanium qui sont plus sensibles, puisque leur tension de seuil est inférieure à celle du silicium. Le détecteur à diodes est suivi d'un filtre passe bas constitué d'un condensateur céramique de 1 nF en parallèle avec une résistance de 100 k.

Le deuxième étage de l'AOP est utilisé comme un comparateur de niveau. La sortie du premier étage est connectée à l'entrée non inverseuse, tandis que cette dernière est connectée à un diviseur composé d'un potentiomètre de 5 kΩ (récupéré sur une petite radio portable) et d'une résistance de 27 kΩ. Nous avons choisi ces valeurs de manière à obtenir 0,8 V sur le curseur du potentiomètre à mi-course. Ce seuil pourrait varier, selon le modèle de l'AOP en lui attribuant des valeurs différentes pour la composante fixe du diviseur. La LED s'allume lorsque

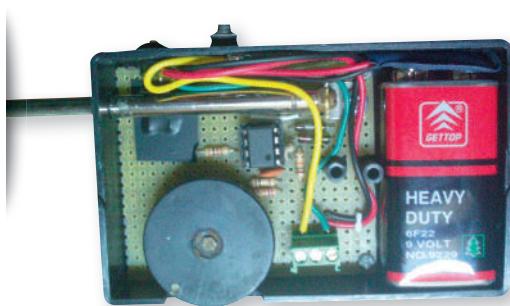


le signal RF, redressé par les diodes, filtré et enfin amplifié par le premier étage de l'AOP, génère une tension supérieure au niveau prédéfini sur le curseur du potentiomètre.

On obtient toujours une tension d'environ 4 à 8 mV à la sortie de l'étage de détection, à cause des signaux radio omniprésents dans l'environnement. Lorsqu'on a approché une caméra analogique sans fil de 1,2 GHz, le niveau a atteint 50 mV et plus, selon la distance. En testant avec des téléphones portables, le niveau monte en flèche. Avec les smartphones, la LED ne s'allume qu'à quelques centimètres de distance, ceci est dû aux fréquences plus élevées impliquées. Avec des composants dédiés, comme l'AD8318 d'Analog Devices, vous pouvez dépasser la limite de fréquence, en détectant de tels appareils ou des routeurs Wi-Fi.

Le circuit est assez simple. Vous pouvez monter les composants sur veroboard, et tout loger avec la batterie dans une petite boîte en plastique. Fixez une antenne télescopique de 80 cm pour optimiser la réception. Il est conseillé de varier sa longueur pour l'accorder sur les différentes fréquences à détecter. De plus, il est préférable d'utiliser un bouton à pression momentanée plutôt qu'un interrupteur, pour éviter le risque de décharger la batterie en laissant l'appareil allumé par mégarde. Placez les diodes au germanium à proximité de l'antenne. Vous pouvez voir un prototype sur la photo. Le bouton est un interrupteur tactile de 6 mm, fixé directement au boîtier plastique par ses quatre attaches/broches avec des trous de 1 mm de diamètre. Un espace suffisant est prévu pour la molette du potentiomètre. Cette boîte a un couvercle séparé pour la batterie de 9 V. ↗

220155-04



39 Minuteur pour éclairage intérieur de voiture

Stefano Purchiaroni (Italie)

Même si l'éclairage intérieur de votre voiture n'est pas le plus gros consommateur d'énergie, il peut quand même vider la batterie s'il est laissé allumé par mégarde pendant plusieurs heures. Ce circuit empêchera cela de se produire.

Ce dispositif éteint automatiquement la lumière intérieure d'une voiture si vous l'avez oubliée après un délai d'environ 16 minutes. Pour activer à nouveau la lampe, il suffit de manipuler l'interrupteur, pour l'éteindre ou la rallumer. Le circuit de la **figure 1** utilise un PIC12F683 (IC1) de Microchip Technology, programmé avec le micrologiciel qui peut être téléchargé à partir de [1]. Le microcontrôleur mesure en permanence la chute de tension aux bornes d'une diode de 4 à 10 A (D2), provoquée par le courant qui alimente l'éclairage. Le microcontrôleur ouvre un mini relais Re1 pour couper le courant après ces 16 minutes.

Câblage

Pour l'éclairage intérieur d'une voiture, il y a normalement un fil relié à la borne +12 V de la batterie (via un fusible) et deux fils de masse : le premier est relié à la masse uniquement (via un interrupteur) lorsqu'une porte est ouverte, tandis que l'autre est relié en permanence au châssis

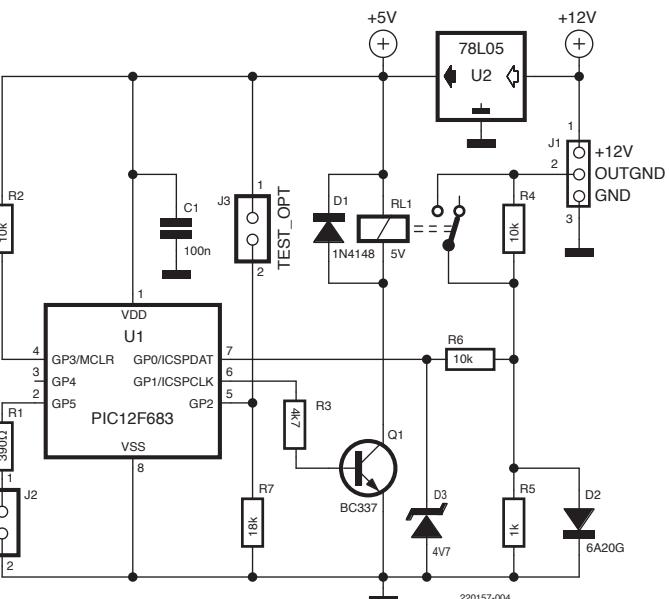


Figure 1. Schéma de circuit.

de la voiture. Le schéma de la **figure 2** montre à la fois un prototype du montage du circuit et les branchements à effectuer. Le cavalier J3 peut être fermé pendant le test afin de réduire le temps à 10 secondes. N'oubliez pas de retirer ce cavalier avant de construire le circuit dans la cavité qui abrite la lumière intérieure dans le plafond de la voiture (**figure 3**). Recouvrez le circuit de ruban adhésif ou de tube thermorétractable pour éviter les courts-circuits. La LED rouge connectée à J2 doit être montée de manière visible. Elle clignotera pour indiquer que l'éclairage intérieur a été éteint par le microcontrôleur. ↗

220157-04

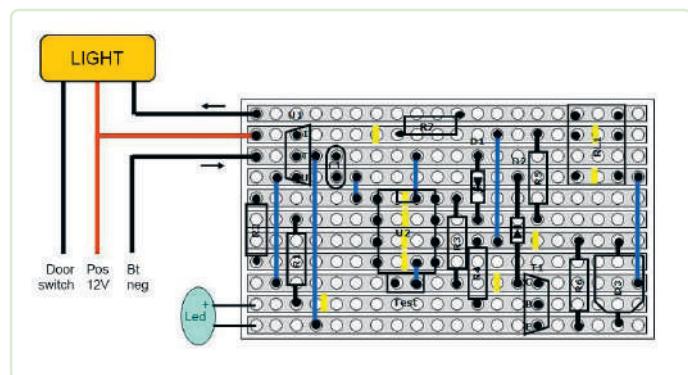


Figure 2. Exemple de disposition et de connexions.

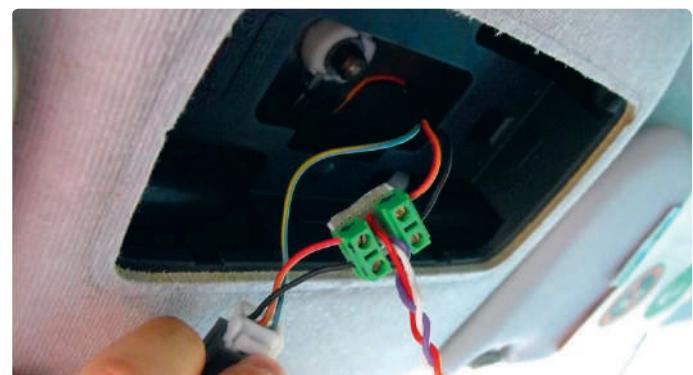


Figure 3. Branché, prêt à être installé.

Télécharger le projet

www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



LIENS

[1] Télécharger le logiciel:
<http://www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22>

40 Simulateur de bougie

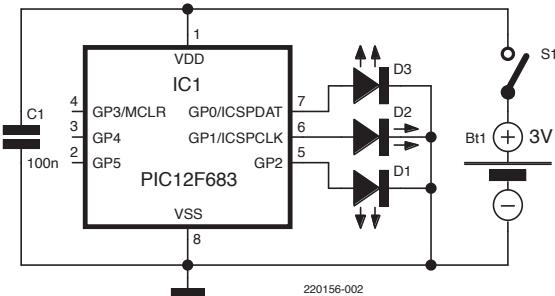
Stefano Purchiaroni (Italie)

Vous voulez simuler une bougie ? C'est possible avec ce projet simple qui n'utilise qu'un seul composant actif et trois LED. Son effet est très réaliste et il ne faut qu'une heure pour le construire. Vous n'aurez pas besoin d'un circuit imprimé !

Ce simulateur de bougie est équipé de deux LED jaunes de 5 mm et d'une grande LED rouge de 10 mm, comme le montrent les photos. Le gadget est complété par un rouleau de papier autour du circuit. Le schéma du circuit est aussi simple que possible. Il suffit de programmer le PIC de Microchip Technology avec le fichier HEX donné. Il va sans dire que le code source est également fourni dans le téléchargement pour ceux qui sont intéressés. Le **listage 1** présente des extraits du code. La luminosité de chaque LED est modifiée rapidement ; pour cela un timer est utilisé avec un temps d'expiration fixé de manière aléatoire. Les nouvelles valeurs de luminosité (contrôlées par les signaux PWM sur les broches de sortie) sont également choisies aléatoirement, dans certaines limites codées en dur. Les signaux PWM sont générés par logiciel.

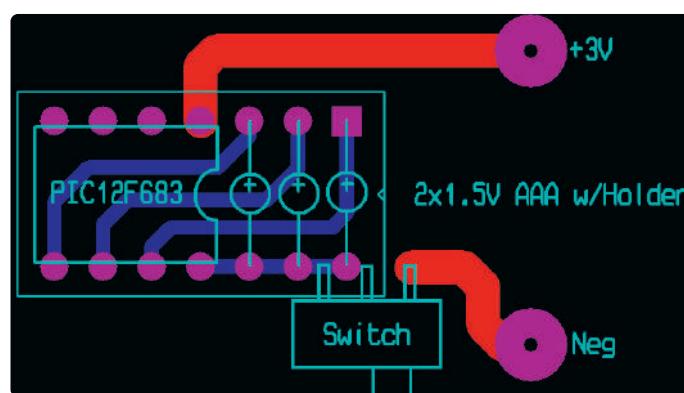
Sur les photos, vous pouvez voir la disposition que j'ai réalisée sur un connecteur DIP14 pour circuits intégrés : huit broches sont utilisées pour connecter le PIC12F683, tandis que les six autres sont utiles pour expérimenter différents effets lumineux (par exemple, pour remplacer les trois LED par vos couleurs préférées).

Le support de 2 piles AAA de 1,5 V est placé à l'envers pour servir de support solide pour fixer le circuit à l'aide d'un ruban adhésif double-face sur le côté plat. Il est possible de fixer le rouleau de papier avec



du ruban adhésif. Les piles alcalines AAA ont une capacité suffisante pour alimenter la bougie pendant plusieurs jours consécutifs. Vous pouvez également utiliser des piles NiMH rechargeables, car le circuit peut fonctionner même avec une tension de 2 V. ↗

220156-04



↓ Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22

LIENS

- [1] Ce projet en vidéo, S. Purchiaroni : https://www.youtube.com/watch?v=wmvdNMYtW_s
- [2] Fichier Hex sur le site de l'auteur : <http://www.purchiaroni.com/progetti/Candela/Candela.hex>



Listage 1 : extraits du code source.

```
#define PWM_MIN      110
#define PWM_VAR       145
#define TIM_MIN       200
#define TIM_VAR       400

unsigned short p[6];           // Current PWM duty per each LED 0..5
unsigned int   t=0;            // Remaining time (tics) before duty change
unsigned short pulse=0;        // Current pulse in PWM block [0..255]

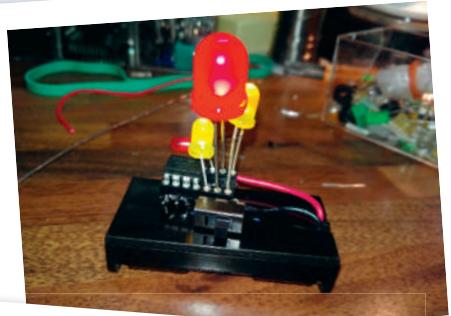
...
void OutPwm() {
// Turn on/off all LEDs according to current PWM setting per each LED

unsigned short i;
for (i=0;i<NUMLED;i++) {
    if (pulse<=p[i]) setbit(GPIO,i); else clearbit(GPIO,i);
}
}

...
void SetPwm() {
// Set a new random pwm duty cycle value per each LED
// This function is called at duration expiration
unsigned short i;
for (i=0;i<NUMLED;i++) {
    p[i] = PWM_MIN+random(PWM_VAR);
}
}

void interrupt() {
...
    if (t==0) {
        SetPwm();          // Duration expired
        t = TIM_MIN+random(TIM_VAR); // Change all duty cycles on a random base
        t++;                // Set a new duration
    }
    t--;                  // Decrease remaining duration
...
}

void main() {
...
    while (True) {
        pulse++;           // Count 256 pulses in a PWM cycle
        OutPwm();           // Apply current PWM duty(s)
    }
}
```





Minuteur numérique de cuisine

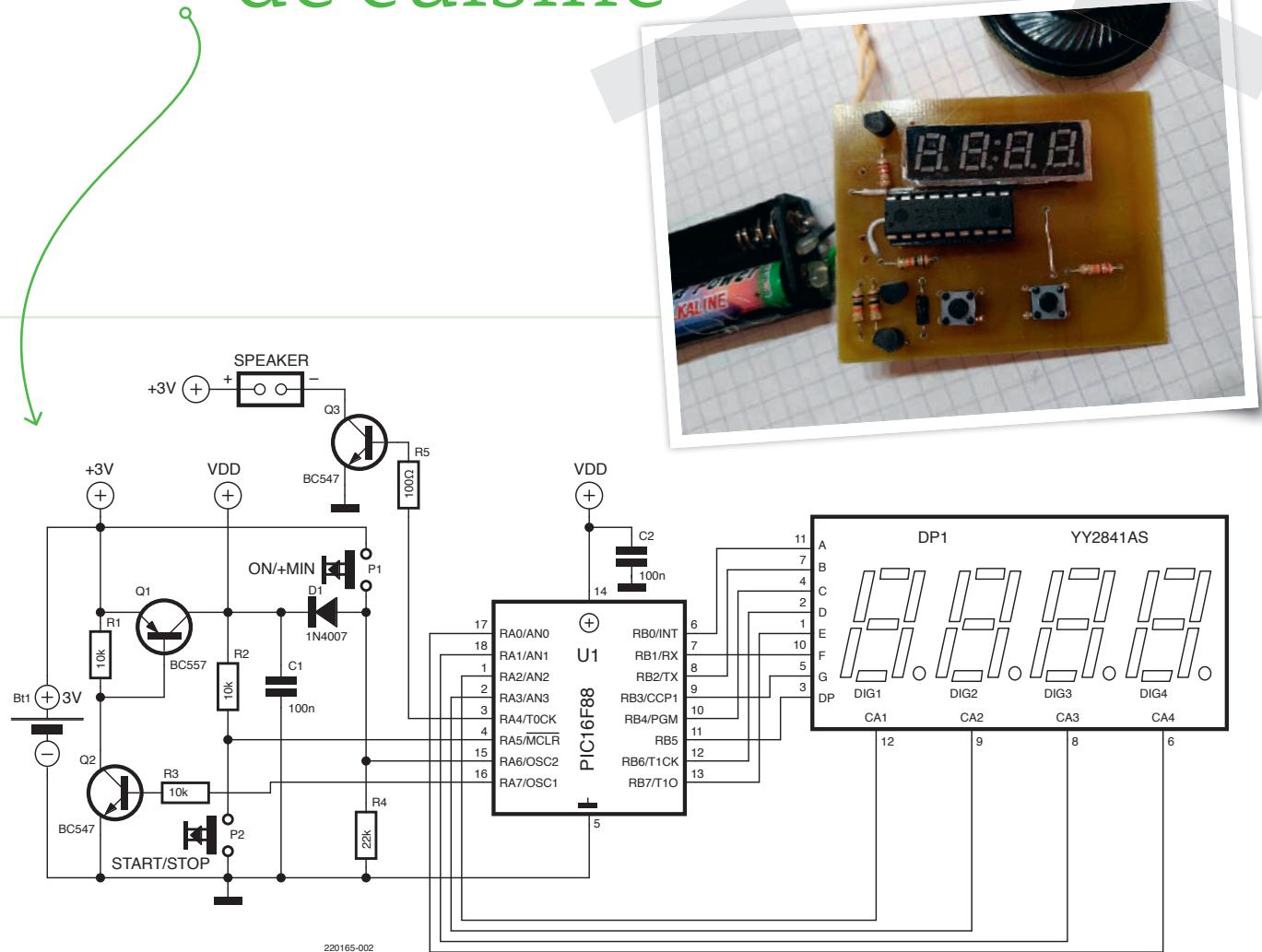


Figure 1. Schéma du circuit du minuteur de cuisine.

Stefano Purchiaroni (Italie)
Le temps est l'un des facteurs les plus importants dans la cuisson. Ce minuteur numérique peut s'avérer très utile !

Ce projet est un minuteur numérique que j'ai conçu principalement pour être utilisé dans la cuisine, à la place des minuteurs mécaniques, qui manquent de précision et qui ne sont pas durables. Grâce à mon minuteur, l'utilisateur peut régler le temps en minutes entières, mais les secondes sont également indiquées sur l'écran.

Le nombre de composants utilisés dans le schéma du circuit (**figure 1**) est beaucoup plus réduit. J'ai utilisé deux piles alcalines AAA pour l'alimentation et j'ai éliminé les résistances reliées aux segments de l'afficheur à LED. Ce dernier est multiplexé à 500 Hz. Il fonctionne dans les limites de la configuration d'usine, avec une tension d'alimentation faible, qui est encore réduite par la chute de tension sur les jonctions de Q1, ou de D1 au démarrage lorsque P1 est pressé. Le courant de sortie

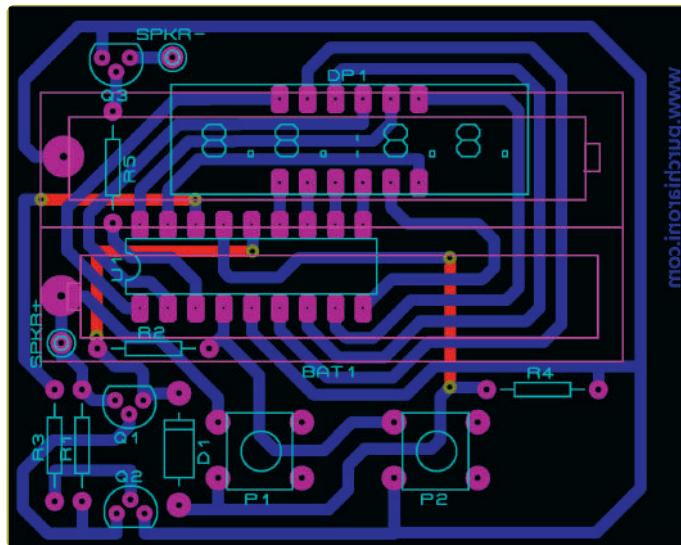


Figure 2. Disposition du circuit imprimé.

sur les broches du microcontrôleur reste aussi inférieur au maximum indiqué dans la fiche technique. Le minuteur Timer0 du microcontrôleur sélectionné, un PIC16F88 commun de Microchip Technology, est configuré pour générer une interruption tous les 2 ms. Pendant la routine d'interruption, l'affichage est actualisé et le temps restant diminue. À la fin de la durée fixée par l'utilisateur, l'alarme retentit. Elle est audible jusqu'à une dizaine de mètres, via un haut-parleur de 40 mm connecté directement au collecteur du transistor NPN Q3. Le minuteur est démarré en appuyant sur le bouton P1, qui alimente le microcontrôleur via la diode D1. Cela augmente la tension de sortie sur la broche RA7 qui, active l'alimentation à travers les deux transistors Q2 et Q1 jusqu'à ce que le code décide de l'interrompre, en éteignant de nouveau le circuit. Je n'ai pas détecté de courant de fuite lorsque le circuit est éteint. D1 vous permet de continuer d'utiliser le bouton-poussoir P1 pendant que le circuit est allumé, en évitant de fournir un niveau haut fixe à la broche d'entrée du microcontrôleur. Tous les composants sont facilement disponibles.

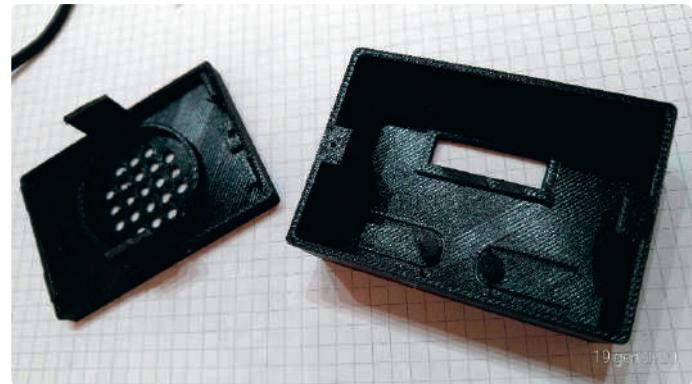


Figure 3. Boîtier imprimé en 3D.

Construction

Les fichiers gerber et de perçage du circuit imprimé de ce projet (**figure 2**) sont disponibles en téléchargement. Vous pouvez utiliser ces fichiers pour commander le circuit imprimé chez votre fabricant préféré. Sur la même page, vous trouverez le logiciel pour le PIC16F88, ainsi que le fichier pour imprimer en 3D le boîtier conçu sur mesure pour ce minuteur de cuisine.

DP1 est un afficheur 7-segments à cathode commune quadruple avec des LED rouges, d'une hauteur de 0,28 pouce, et il est muni de 12 broches. Il faut placer C1 (47... 100 nF) le plus près possible des broches d'alimentation du microcontrôleur. Le condensateur n'est pas représenté dans la disposition du circuit, car j'ai prévu de le monter sur le côté cuivre, entre les deux broches 5 (Vss) et 14 (Vdd). N'oubliez pas les trois fils de connexion dessinés en rouge dans la disposition. Après avoir monté toutes les pièces sur le côté des composants du circuit imprimé, soudez le condensateur de découplage C1 sur le côté cuivre, directement entre les broches d'alimentation du microcontrôleur. Il est possible d'imprimer en 3D le boîtier (**figure 3**) à l'aide des fichiers Gcode fournis (téléchargeables). J'ai réglé le remplissage à 40 % pour une construction plus robuste. Le boîtier se ferme avec deux petites vis.

220165-04

Fonctionnement

Avec le minuteur éteint :

P1 = Enclenchez, puis augmentez la durée, également en continu en maintenant le bouton enfoncé.

P2 = Lancez le minuteur. Ou redémarrez en maintenant le bouton enfoncé pendant plus de 2 secondes.

Pendant le décompte :

P1 = Augmentez le temps restant.

P2 = Éteignez immédiatement.

À la fin du compte à rebours, lorsque l'alarme retentit, appuyez sur n'importe quel bouton pour éteindre l'alarme. Si le minuteur est allumé, mais n'est pas démarré dans la minute, il s'éteint automatiquement, de même si l'alarme n'est pas arrêtée en une minute.

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (s.purchiaroni@elettronicaemaker.it) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

Télécharger le projet

www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



42 Milliohm-mètre



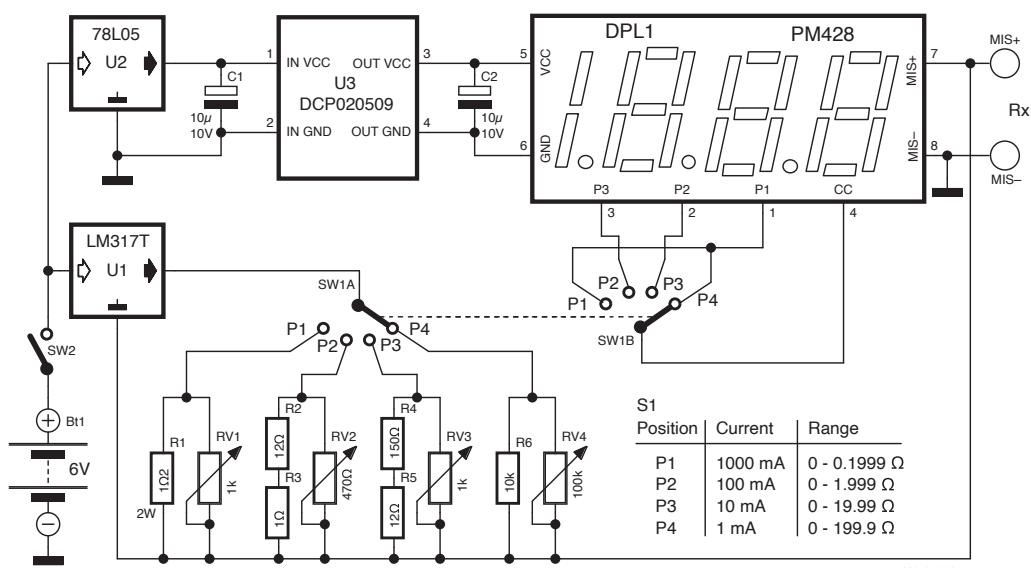
Stefano Purchiaroni (Italie)

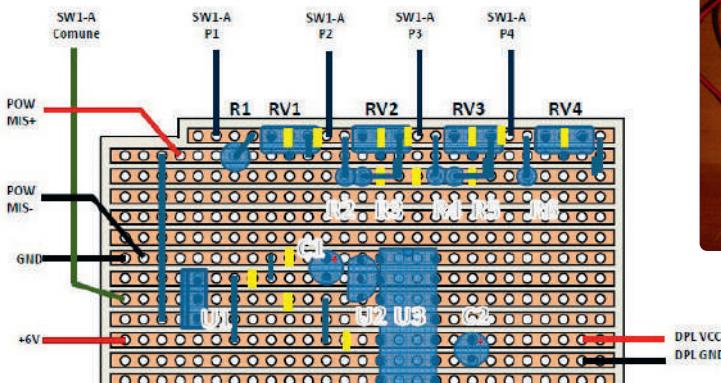
La mesure de faibles valeurs de résistance n'est pas le fort de la plupart des multimètres. Cet appareil vous permet de mesurer des résistances de $100 \mu\Omega$ à 200Ω dans quatre plages ($0,2 \Omega$, 2Ω , 20Ω et 200Ω) et avec une précision de 2 %.

L'appareil est alimenté par quatre piles AAA au lithium à très faible résistance interne. La partie supérieure du schéma du circuit alimente un compteur à panneau LCD de 3,5 chiffres (DPL1, par exemple PM428) avec une plage d'entrée à pleine échelle de 199,9 mV. Ce module nécessite une alimentation isolée de 9 V. Avec le premier régulateur de tension linéaire (U2), la tension de la batterie est réglée à 5 V, puis

augmentée à 9 V par le convertisseur CC-CC isolé U3 (un DCP020509), un composant monolithique de Texas Instruments. Sa tension d'alimentation ne doit pas dépasser 5,5 V, et c'est pourquoi on utilise le régulateur 78L05. La partie inférieure du schéma produit un courant constant, à travers LM317 en configuration « courant constant », réglé par un réseau résistif réglable sélectionné par le commutateur rotatif à quatre positions/deux étages SW1. R1 doit être une résistance de 2 W. Le deuxième étage de SW1 commute le point décimal de l'affichage, en fonction de la gamme sélectionnée.

La gamme de P1 est critique. Elle permet de réaliser des lectures entre 0,1 et 200 mΩ, en fournissant 1 A au dispositif Rx sous mesure (Device Under Test DUT). Minimisez le temps de mesure sur cette plage pour économiser la batterie. Ce qui est encore plus important : vérifiez toujours si le DUT est évalué à 1 A ou plus.





Commencez par étalonner les trimmers pour obtenir les lectures de courant indiquées dans le tableau, en mesurant le courant continu avec un multimètre directement connecté aux bornes de la sortie. Pour minimiser la résistance supplémentaire des sondes, soudez les fils de mesure directement aux pinces crocodiles, pour éviter d'ajouter la résistance des fils d'alimentation au composant à mesurer. Notez que la lecture sur l'écran LCD indiquera toujours la somme de la résistance du DUT et de la résistance des sondes. Cette dernière doit être soustraite des mesures effectuées, notamment dans la gamme de P1. Les illustrations montrent une disposition possible de ce milliohmètre sur veroboard (jaune : ces connexions sont à interrompre). Vous pouvez également voir quelques photos du prototype. ↵

220167-04



À propos de l'auteur

Passionné d'électronique et de programmation, Stefano Purchiaroni partage ses travaux en publiant des projets et propose également des cours gratuits de robotique pour les jeunes dans une école populaire. Il est actuellement employé par Telespazio et travaille dans un centre satellite près de la capitale.

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur
(s.purchiaroni@elettronicaemake.it)
ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

Quiz: Circuits du passé #09

www.elektormagazine.fr/summer-quiz9

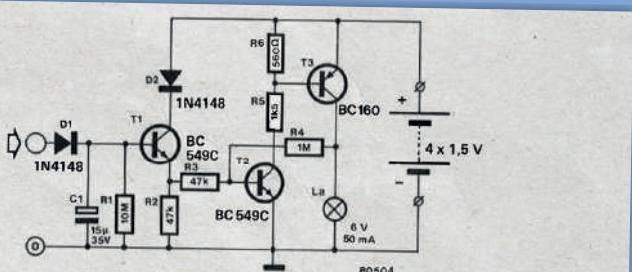
Lorsqu'on fait du vélo, il devient parfois nécessaire de pédaler dans le noir. Cela implique que l'on doit permettre à la dynamo de frotter contre le pneu, produisant ainsi l'énergie nécessaire pour faire fonctionner les feux avant et arrière.

Le seul inconvénient de ce genre de dispositif est que les feux s'éteignent à chaque fois que les roues s'arrêtent de tourner, à un feu rouge par exemple. Il devient alors difficile aux conducteurs d'automobiles de vous voir. Même un simple ralentissement se traduit par un éclairage réduit. Le feu arrière de sécurité permettra aux automobilistes de vous apercevoir, même si vous vous arrêtez. Il constitue un complément fort apprécié du catadioptre arrière usuel.

Dès que la dynamo est actionnée, fournissant une tension, les feux s'allument. L'intensité de l'éclairage reste constante, quelle que soit la vitesse. En outre, le feu continue de fonctionner même si la bicyclette est arrêtée, et pendant environ quatre minutes, ce qui constitue un temps suffisant pour passer les croisements les plus encombrés. Malheureusement, ce circuit présente

une légère imperfection: il fonctionne sur piles. Bien entendu, lorsqu'elles sont épuisées, elles doivent être remplacées. Il est réconfortant de savoir que l'utilisation de piles alcalines permet au circuit de fonctionner pendant 35 heures.

La dynamo, qui est normalement branchée directement sur le feu arrière, est câblée sur l'entrée du circuit. S'il y a une tension à l'entrée, T1 se trouve saturé, et à son tour satire T2 et T3. Alors la lampe s'allume. Quand le cycliste s'arrête et que la dynamo ne fournit plus de tension, T1 continue de conduire pendant quelques minutes, grâce au



condensateur C1. Le temps qu'il faut à ce dernier pour se décharger est déterminé par R1, il est d'environ quatre minutes pour les valeurs indiquées. Au bout d'un temps égal à cette constante de temps, la bascule de Schmitt (T2 et T3) coupe la lumière. L'ensemble du circuit se trouve maintenant au repos et aucun courant ne passe.

Si le circuit est destiné à une utilisation fréquente, il est opportun d'utiliser 5 accus au cadmium-nickel. Ils peuvent être rechargés et utilisés de nouveau. Avec une capacité de 500 mA et un feu arrière de 6 V/50 mA, le temps de fonctionnement est de 10 heures environ. ↵

Testez vos connaissances

Vous souvenez-vous de quelle année date ce circuit? Répondez au quiz et gagnez jusqu'à 100 € à dépenser dans l'e-choppe Elektor. ↵



43 Minuteur de production d'eau chaude

Stefano Purchiaroni (Italie)

Ce circuit interactif avec la liaison basse tension entre l'unité de commande de la chaudière et le fluxostat d'eau chaude — le capteur qui ferme un interrupteur lorsque le robinet d'eau chaude est ouvert. L'objectif est d'allumer la chaudière avec un délai réglable par l'utilisateur et d'éviter le gaspillage inutile de gaz.



Il arrive que l'on ouvre par inadvertance le robinet d'eau chaude — disons, pour moins de cinq secondes. Le brûleur de la chaudière s'allume alors inutilement pour tenter de produire de l'eau chaude que l'utilisateur n'obtiendra jamais, à cause de la distance entre la chaudière et le robinet. En installant ce minuteur, la chaudière ne se mettra en marche qu'après un délai qui peut être réglé entre 0 et 255 secondes. Cependant, n'oubliez pas l'inconvénient : le confort est réduit, car si vous voulez vraiment utiliser de l'eau chaude — par exemple, dans la douche — il faudra attendre quelques secondes avant qu'elle ne soit produite.

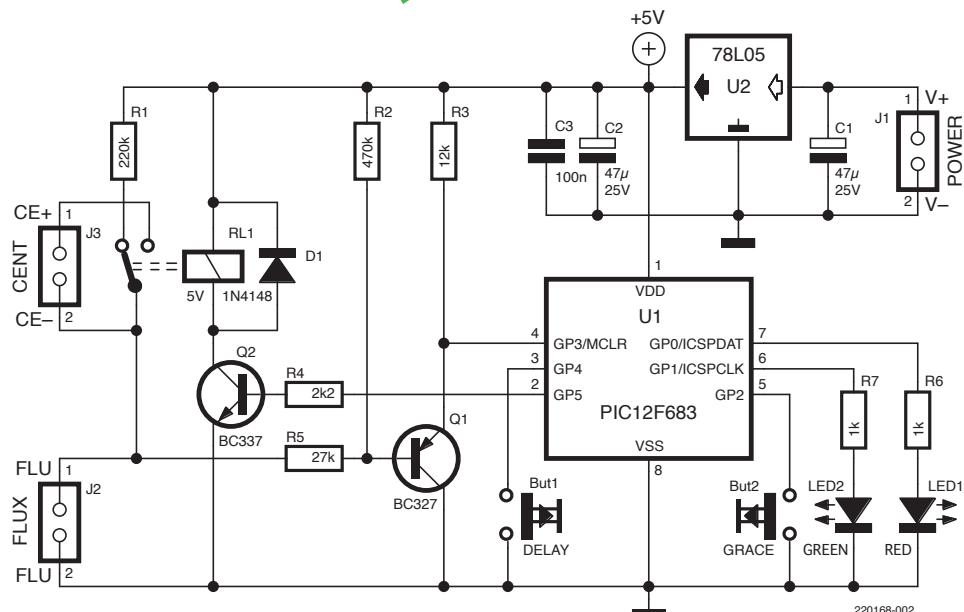


Figure 1. Schéma.

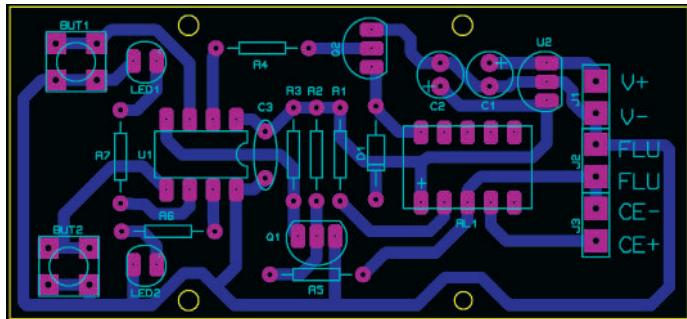


Figure 2. Disposition et vue 3D du circuit imprimé.

Circuit

Le minuteur est commandé par un microcontrôleur PIC12F683 de Microchip Technology (U1) selon les principes suivants :

- Lorsqu'un débit est détecté dans le circuit d'eau chaude, le timer T1 est réglé et démarre. Si le débit persiste à l'expiration de T1, la chaudière se met en marche en activant le relais RL1.
- Si le débit s'arrête avant l'expiration de T1, la chaudière ne s'allumera pas.
- Lorsque le débit s'arrête, la chaudière s'éteint et, en même temps, le timer T2 se met en marche. Ce minuteur fixe un délai de grâce : si le robinet est ouvert de nouveau avant l'expiration de T2, la chaudière sera remise en marche immédiatement.

Si vous réglez T2 sur zéro, la fonction de délai de grâce sera désactivée. Dans ce cas, même avec une très courte suspension du débit d'eau chaude, le programmeur attendra T1 avant de remettre la chaudière en marche lorsque le robinet est rouvert. Le réglage de T1 sur zéro élimine le délai. Les deux intervalles de temps sont réglés à l'aide des boutons-poussoirs : une courte pression sur But1 augmente T1 d'une seconde, tout en faisant clignoter la LED rouge (LED1) autant de fois que le nombre actuel de secondes. Une longue pression sur But1 remet T1 à zéro et la LED rouge clignote rapidement. De même, T2 est réglé par le bouton-poussoir But2 la LED verte (LED2) donne un feedback visuel. Lors de la mise hors tension, les réglages du minuteur sont conservés dans l'EEPROM interne du microcontrôleur.

Les deux LED indiquent également l'état du minuteur : la LED verte indique l'état du commutateur de débit et s'allume lorsqu'il détecte un flux d'eau chaude. La LED rouge indique l'état du relais qui permet de démarrer la chaudière. Le circuit nécessite une alimentation externe de 9 VCC avec un courant de sortie d'eau moins 200 mA.

Le code source et le fichier HEX nécessaires pour la programmation du microcontrôleur sont disponibles en téléchargement. Vous trouverez également les fichiers Gerber pour le circuit imprimé conçu pour ce projet (**figure 2**). Vous pouvez les utiliser pour commander une carte chez le fabricant de votre choix.. ↗

220168-04

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (s.purchiaroni@elettronicaemake.it) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

Avis de non-responsabilité

Pour installer ce circuit, vous devez modifier le câblage de votre chaudière à gaz. Ne le faites pas si vous ne savez pas comment ! Ni le concepteur ni Elektor n'acceptent aucune responsabilité pour tout dommage causé lors de l'installation ou de l'utilisation de ce projet.



Liste des composants

Résistances

R1 = 220 kΩ
R2 = 470 kΩ
R3 = 12 kΩ
R4 = 2k2
R5 = 27 kΩ
R6,R7 = 1 kΩ

Condensateurs

C1,C2 = 47 µ/25 V radial
C3 = 100 n

Semi-conducteurs

LED1 = LED 5 mm rouge
LED2 = LED 5 mm verte
D1 = 1N4148
Q1 = BC327
Q2 = BC337
U1 = PIC12F683
U2 = 78L05

Divers

RL = 5 V relais OMRON G6H-2-100 ou équivalent
But1, But2 = boutons-poussoirs 6 mm
J1..J3 = Bornier à 6 voies, pas 3.5 mm



↓ Télécharger le projet

www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



Chargeur simple pour les batteries 2S 18650

avec protection contre les surcharges (et les décharges profondes)

Antonello Della Pia (Italie)

Les batteries Li-ion de type 18650 sont une excellente source d'énergie. Pour autant, si vous avez besoin d'une tension supérieure à 3,6 ou 3,7 V (la tension nominale d'une seule cellule), les choses peuvent devenir un peu plus compliquées. Il est possible d'ajouter un module élévateur ou suramplificateur à prix modéré. Cependant, si votre objectif est de disposer d'une source d'alimentation à faible bruit, la meilleure solution est probablement de mettre plusieurs batteries en série. Mais comment les charger ?

Il est indispensable de disposer de circuits d'équilibrage et de protection spéciaux pour charger correctement deux batteries 18650 (ou plus) en série, de manière à éviter de charger partiellement une cellule tout en surchargeant une autre. Après quelques expériences, j'ai trouvé une solution intéressante pour contourner ce problème. Elle consiste à utiliser deux modules chargeurs de batterie abordables et largement disponibles, basés sur le TP4056. Dans ce projet, j'ai utilisé des modules avec une protection intégrée contre la surcharge et la décharge.



Figure 2. Le prototype en cours de charge.
Habituellement, les modules chargeurs ont une LED rouge qui s'allume pendant la charge et une LED bleue pour indiquer qu'elle est terminée.

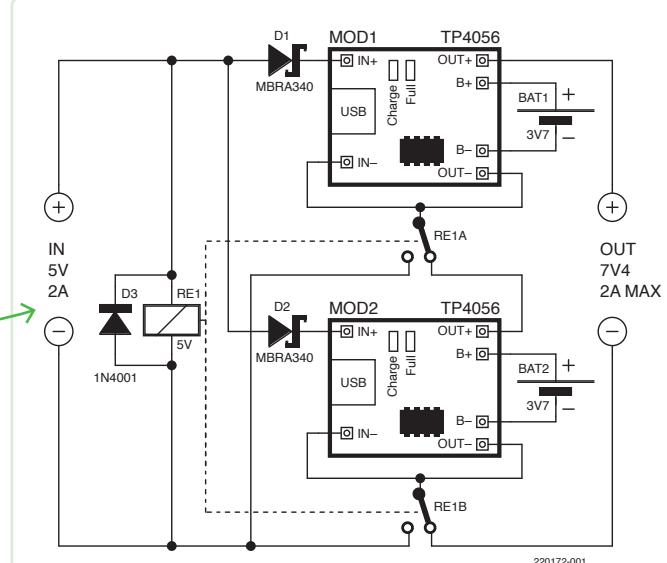


Figure 1. Un relais permet de connecter deux modules chargeurs de batterie en série ou en parallèle.

Circuit

Le schéma est présenté dans la **figure 1**. Lorsque la source d'alimentation externe n'est pas connectée, le relais DPDT RE1 connecte les deux modules en série. Les deux batteries Bat1 et Bat2 sont ainsi en série également et alimentent la charge à travers les circuits de protection des modules.

Si vous connectez une alimentation externe, la bobine du relais sera alimentée, ce qui lui permettra de commuter MOD1 et MOD2 en parallèle. Les batteries sont déconnectées de la charge et se chargent en toute sécurité en parallèle via leurs modules respectifs. L'inconvénient de ce circuit est que la charge ne peut pas être alimentée pendant la phase de charge.

Complétons la description du circuit : D1 et D2 empêchent toute fuite de courant inverse à travers les modules et assurent une protection contre l'inversion de polarité de l'alimentation externe. D3 supprime les éventuelles impulsions de tension générées par la bobine du relais. Les contacts du relais doivent être adaptés à un minimum de 1 A CC, qui est le courant de charge par défaut du module TP4056. Si le courant de charge dépasse cette valeur, le courant nominal des contacts doit être augmenté en conséquence. Cependant, dans la plupart des cas, il est possible d'utiliser un relais miniature.

On peut également envisager la possibilité de connecter deux circuits en série, ou plus, pour obtenir des configurations 4 S, 6 S, etc. Dans ce cas, gardez à l'esprit que l'alimentation de 5 V doit pouvoir fournir au moins 1 A pour chaque batterie du montage afin de garantir qu'elles seront chargées correctement.

La **figure 2** montre un prototype fonctionnel. Par rapport au schéma initial, une prise cylindrique a été ajoutée pour l'alimentation externe, ainsi qu'un interrupteur et une LED bleue comme indicateur de sortie.

220172-03



Produits

- **BattLab-One - Battery Life Optimizer (SKU 19757)**
www.elektor.fr/19757

- **P. Scherz and S. Monk, Practical Electronics for Inventors (McGraw Hill, 4th edition, 2016) (SKU 17685)**
www.elektor.fr/17685

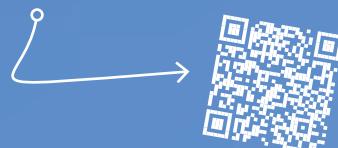
Elektor TV Shows



Elektor Engineering Insights

Elektor Industry Insights est une source d'information incontournable pour les ingénieurs et les électroniciens qui souhaitent rester informés sur le monde de l'électronique. Au cours de chaque épisode, Stuart Cording (rédacteur, Elektor) discutera des défis et des solutions d'ingénierie avec des experts de l'industrie électronique.

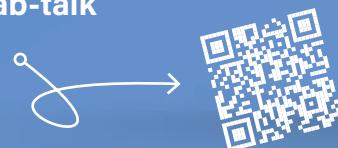
www.elektormagazine.com/elektor-engineering-insights



Elektor LabTalk

Vous êtes passionné par l'électronique, la programmation ou la théorie de l'ingénierie ? Rejoignez les ingénieurs et rédacteurs de l'équipe Elektor Lab qui partagent leurs astuces, planifient leurs projets électroniques, discutent du magazine Elektor et répondent aux questions de la communauté.

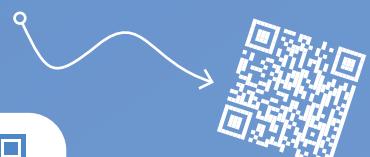
www.elektormagazine.com/elektor-lab-talk



elektor academy

Vous voulez améliorer vos compétences en électronique ? Découvrez dans Elektor Academy les ressources qui vous permettront de développer vos compétences techniques. Notre expert Stuart Cording vous guidera à travers les cours d'Elektor Academy.

www.elektormagazine.com/elektor-academy



Restez informé et rejoignez notre chaîne YouTube Elektor TV.

www.youtube.com/c/ElektorIM



45 référence de fréquence avec ATtiny

génère des ondes carrées de 1 Hz, 1 kHz et 100 kHz

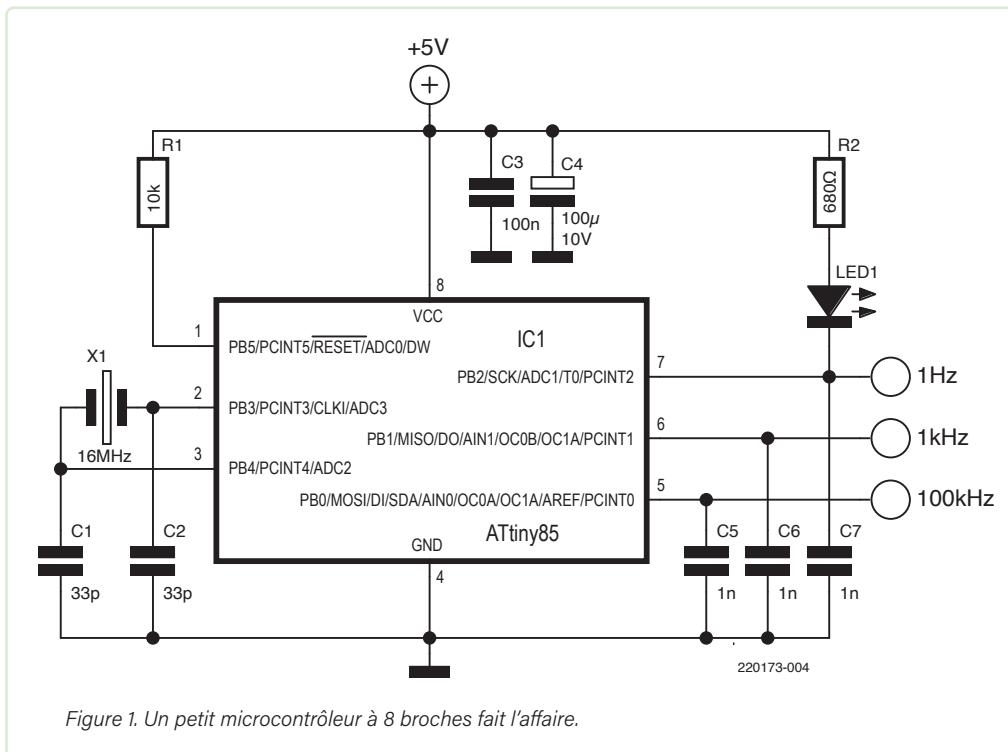


Figure 1. Un petit microcontrôleur à 8 broches fait l'affaire.

Antonello Della Pia (Italie)

Avec ce circuit utilisant juste un microcontrôleur ATtiny85, vous pouvez obtenir simultanément trois ondes carrées de fréquences différentes, définies par vous-même. Le logiciel du projet est plutôt simple.

Pour mes expériences avec les filtres à condensateurs commutés, j'avais besoin de deux signaux carrés stables et précis — un à une fréquence de 1000 Hz pour l'entrée du filtre et un autre à 100 kHz pour l'horloge du filtre. Comme je ne voulais pas utiliser un circuit complexe avec plusieurs oscillateurs et diviseurs de fréquence, j'ai trouvé une solution simple. Elle permet d'obtenir simultanément trois ondes carrées de fréquences différentes, définies par l'utilisateur, grâce à un microcontrôleur ATtiny85 (**figure 1**).

L'ATtiny85 possède deux timers/compteurs qui peuvent être contrôlés individuellement. Il est assez facile d'obtenir deux fréquences différentes en réglant leur prédiviseur et registres compteurs respectifs selon les tableaux donnés dans la fiche technique. Le Timer/Counter0 bascule la sortie PB0 pour produire une onde carrée de 100 kHz. De même, Timer/Counter1 génère le signal 1 kHz sur le port PB1. La stabilité et la précision suffisante sont garanties par un quartz de 16 MHz. Le logiciel utilisé pour ce projet a été écrit pour Arduino. Les deux timers

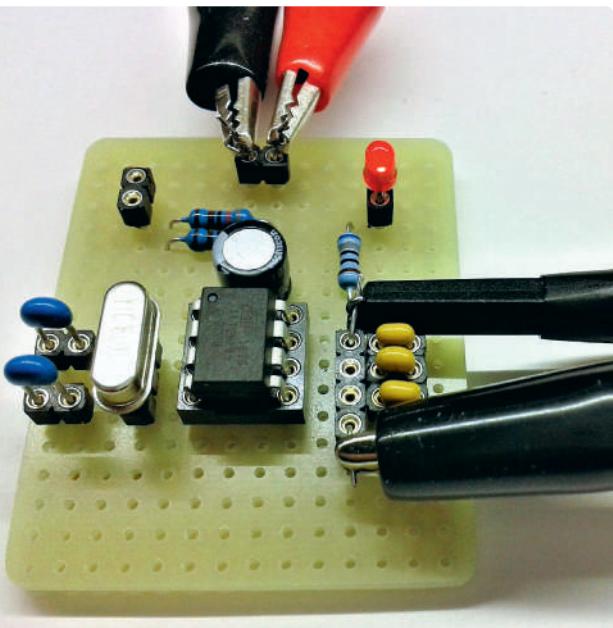


Figure 2. Le prototype a été construit sur une platine perforée.

sont complètement paramétrés dans la fonction `setup` du sketch, et donc la fonction `loop` peut rester vide. Pour la rendre quand même utile, j'ai décidé de l'utiliser pour générer une onde carrée de 1 Hz sur le port PB2. Ceci est facile à réaliser en basculant la broche tous les 500 ms.

Compter les cycles d'horloge

Cependant, comme les deux timers sont déjà utilisés, la fonction de retard (`delay`) d'Arduino ne fonctionne plus, et j'avais donc besoin d'une autre solution pour créer un délai de 500 ms. J'en ai trouvé une dans la fonction spéciale `_builtin_avr_delay_cycles`, qui fait partie des fonctions intégrées du compilateur GCC AVR. Cette fonction produit un retard en comptant les cycles d'horloge au lieu d'utiliser un timer. Son utilisation est assez simple puisque vous ne devez spécifier que le nombre de cycles d'horloge à attendre. Avec un quartz de 16 MHz, un cycle d'horloge (également appelé tick) dure 62,5 ns, donc 500 ms

correspondent à 8 000 000 cycles. Avec cette fonction, nous pouvons obtenir une plage de fréquences allant de 0,5 Hz (16 000 000 cycles) jusqu'à 500 kHz (11 cycles). Notez que le nombre de cycles ne peut pas être une variable, il doit être une constante (c'est-à-dire, écrit comme un nombre).

Dans le circuit de test, PB2 fait également clignoter une LED (**figure 2**). Les condensateurs connectés entre les sorties et la masse ne sont pas obligatoires, mais ils réduisent le bruit pour fournir une forme d'onde plus nette. La **figure 3** montre les trois formes d'ondes disponibles aux sorties.

J'ai écrit et compilé le programme en utilisant l'Arduino IDE 1.8.19 avec l'ATtiny Core 1.5.2 de Spence Konde installé. J'ai utilisé un programmeur USBasp pour programmer le microcontrôleur. Le sketch utilise seulement 340 bytes de mémoire de programme, donc un ATtiny25 serait aussi adéquat. Il est possible de modifier et de recompiler facilement le fichier fourni, *ATtiny85_3_Square_Waves.ino*, qui contient des commentaires et des informations supplémentaires. Le fichier HEX est également disponible [1].

220173-04



Related Products

- W. A. Smith, *Explore ATtiny Microcontrollers using C and Assembly Language* (Elektor 2022) (SKU 20007)
www.elektor.fr/20007

Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22

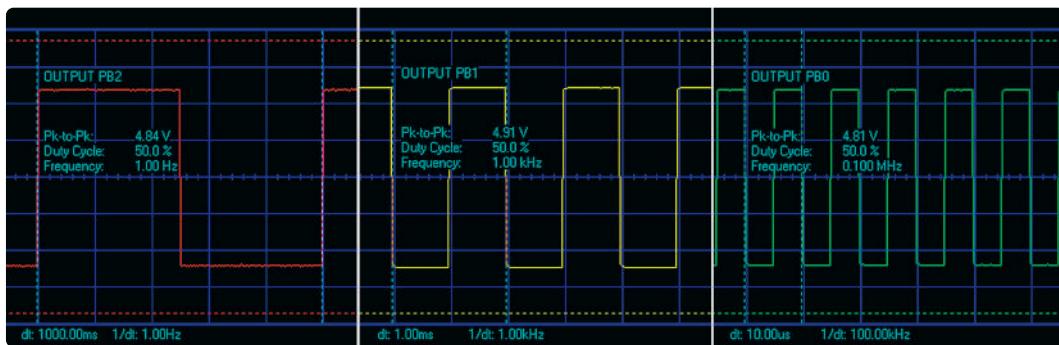


Figure 3. Les trois signaux de sortie générés par le circuit.

LIENS

[1] Téléchargements pour cet article : [https://www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22](http://www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22)

46

Commutateur IR à faible puissance

basculer ou pulser sans toucher

Antonello Della Pia (Italie)

Vous avez besoin d'allumer un appareil en plaçant un objet sur une surface ? Cet interrupteur infrarouge à faible puissance peut faire l'affaire.

J'avais besoin d'un capteur capable d'allumer un appareil en plaçant un objet sur une surface pour un projet sur lequel je travaillais. J'ai d'abord pensé à un module IR à faible coût tel que le TCRT5000, mais la demande de courant d'environ 20 mA était trop élevée pour un capteur alimenté en permanence. De plus, il était également un peu trop sensible à la lumière ambiante. J'ai donc décidé de construire moi-même un capteur infrarouge mieux adapté à mes besoins (**figure 1**).

J'ai choisi le TSOP34838 (IC2) comme module récepteur infrarouge. Il possède de nombreuses caractéristiques intéressantes, notamment une faible consommation de courant, un photodéTECTeur et un préamplificateur, un filtre de suppression de porteuse et une bonne immunité à la lumière ambiante. R5 et C3 permettent de filtrer le bruit de l'alimentation de IC2.

Un microcontrôleur ATtiny85 (IC1) pilote l'émetteur IR (LED2). R4 limite le courant à travers la LED IR et, par conséquent, l'intensité du signal infrarouge pour s'adapter à la sensibilité du récepteur. N'hésitez pas à tester différentes valeurs pour R4 et la position relative de l'émetteur et du récepteur pour adapter la capacité de détection à vos besoins. La porteuse du signal IR doit être proche de la fréquence centrale de 38 kHz de IC2. Ceci peut être réalisé avec la fonction *tone* d'Arduino :

```
tone(irTxLed, 38000);
```

Cette commande produit une onde carrée de 38 kHz sur la broche *irTxLed* (PB4). Après 10 ms, le microcontrôleur effectue la lecture de son port PB0, connecté à la sortie du récepteur IR, puis éteint l'onde carrée. Le microcontrôleur continue en mettant à jour la sortie PB2 et la LED d'état sur PB3 avant de se mettre en veille pour minimiser

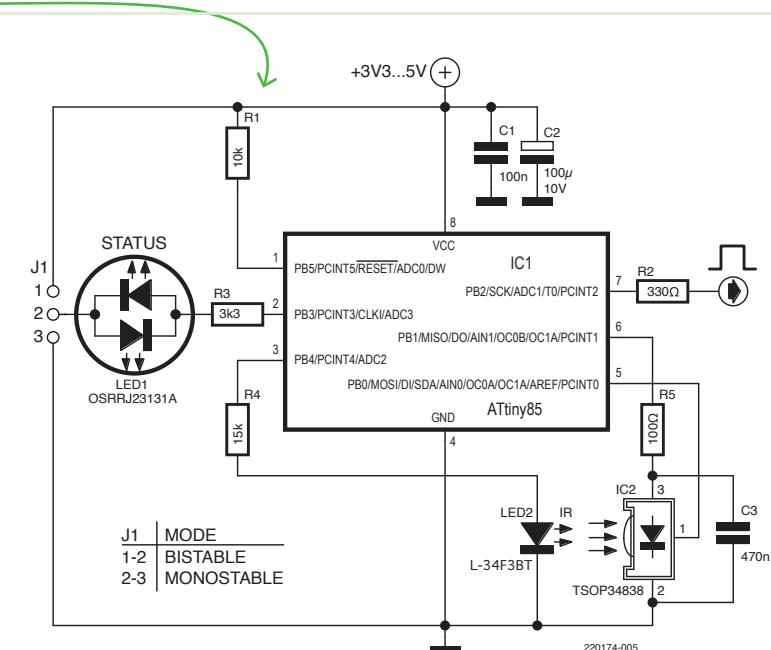


Figure 1. Assurez-vous que LED1 est rouge de type bipolaire à haute luminosité (et non pas bicolore).

la consommation de courant. Deux secondes plus tard, il est réactivé par le chien de garde (*watchdog*) et le processus recommence. Pour limiter davantage la consommation de courant, on éteint le récepteur IR (via PB1) immédiatement après la fin de chaque rafale. Il est réactivé 5 ms avant le début de la rafale suivante. Ainsi, le microcontrôleur n'est actif que pendant 15 ms toutes les deux secondes (soit un rapport cyclique de 0,75 %, voir **figure 2**).

La sortie du capteur passe au niveau bas chaque fois qu'il détecte le signal IR. La sortie de l'interrupteur (PB2) passe alors à l'état haut. R2 protège la sortie contre les courts-circuits.

Le port PB3 a une double fonction. Juste après la mise sous tension de l'interrupteur, il est configuré en entrée pour permettre au microcontrôleur de lire la position du cavalier J1 afin de déterminer le mode de fonctionnement de l'interrupteur. Une fois ceci fait, le port est reconfiguré en sortie pour contrôler la LED1.

Comme nous venons de le mentionner, J1 définit le mode de fonctionnement de l'interrupteur. Il en existe deux : monostable (comme un bouton-poussoir, cavalier sur les broches 2 et 3) ou bistable (comme un interrupteur à bascule, cavalier sur les broches 1 et 2).

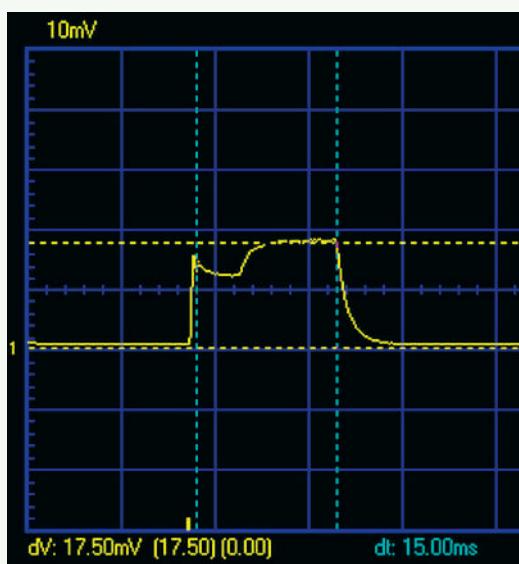


Figure 2. Tracé d'oscilloscope de la consommation de courant. Cette impulsion se produit toutes les deux secondes. Le temps entre les curseurs bleus est de 15 ms, la tension entre les curseurs jaunes est de 17,5 mV, mesurée à travers une résistance de 10 Ω. L'interrupteur est alimenté par 3,3 V et cadencé à 1 MHz. Le courant de veille est de 4,6 µA, la consommation moyenne est de 18 µA.

À la mise sous tension, LED1 clignote deux fois pour indiquer le mode bistable et une fois pour signaler le mode monostable. En fonctionnement normal, la LED1 clignote toutes les deux secondes pour indiquer qu'elle est au repos. Lorsque l'interrupteur est activé, la LED1 reflète l'état de la sortie PB2.

Notez que la LED1 est de type bipolaire à haute luminosité (et non bicolore). Elle doit être rouge (faible tension directe) pour que les niveaux logiques de la broche du microcontrôleur soient respectés. Le timer du chien de garde contrôle la durée de la période de veille. Pour augmenter la réactivité de l'interrupteur, cette durée peut être réduite à un minimum de 16 ms (le maximum est de 8 secondes), comme indiqué dans le code source. Même avec une réponse quasi instantanée, la consommation moyenne de courant reste bien inférieure à 1 mA. Le prototype (**figure 3**) avec un temps de veille de 2 s atteint une consommation moyenne de 18 µA, ce qui n'est pas mal.



Figure 3. Il peut être nécessaire de protéger la LED IR avec un court morceau de tube en plastique pour éviter toute instabilité de fonctionnement due à un faisceau lumineux IR trop large.

J'ai écrit et compilé le programme ou le sketch [1] avec Arduino IDE 1.8.19 avec ATtiny Core 1.5.2 de Spence Konde installé ; il a été téléchargé dans le microcontrôleur avec un programmeur USBasp. Le sketch comprend de nombreux commentaires et informations utiles et peut être facilement modifié et recompilé. Le fichier HEX est également inclus. ↗

220174-04

À propos de l'auteur

Depuis son enfance, Antonello Della Pia a été attiré par l'électricité et les appareils électroniques. Il est titulaire d'un diplôme d'études secondaires Technicien en génie électrique. Antonello a toujours cultivé et développé sa passion pour l'électronique analogique et numérique. Actuellement, il travaille avec des microcontrôleurs et il pratique de la programmation, en améliorant ses connaissances en informatique. Il aime développer et espère proposer des projets aussi originaux et intéressants que possible.

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (a.dellapia@elettronicaemake.it) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

Télécharger le projet

www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



Related Products

- W. A. Smith, *Explore ATtiny Microcontrollers using C and Assembly Language* (Elektor 2022) (SKU 20007)
www.elektor.fr/20007

LIENS

- [1] Downloads for this article:
[https://www.elektormagazine.com/summer-circuits-2022](http://www.elektormagazine.com/summer-circuits-2022)

47 Recycler le chargeur de téléphone de voiture

Walter Ribbert (Italie)

Les équipements mis au rebut peuvent être très utiles. Cet article explique comment recycler le chargeur de téléphone d'une voiture.

Aujourd'hui, plus que jamais, nous devons protéger l'environnement et réutiliser ou recycler les objets autant que possible. Dans cet article, je présente trois versions de circuits qui utilisent des composants recyclés provenant d'un ancien chargeur de téléphone.

La **figure 1** montre le schéma original (en boîte) du chargeur. Comme vous pouvez le constater, il est construit avec un circuit intégré xx34063 (MC34063 [1], ICL34063, etc.), un régulateur à découpage et quelques autres composants. Il s'agit d'un convertisseur CC/CC abaisseur. Destiné à être utilisé dans les voitures ou les camions, il est conçu pour être alimenté de 12 à 24 VCC et il fournit une sortie fixe de 5 VCC avec un courant de charge maximal de 600 mA.

Alimentation variable

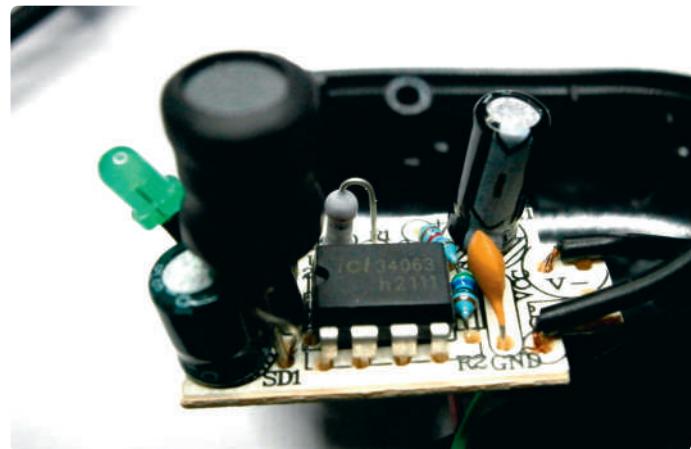
Maintenant, avec quelques modifications, nous pouvons convertir ce circuit en une alimentation variable pour notre petit laboratoire, avec une plage de tension de sortie allant de 1,3 VCC à 26 VCC (charge < 600 mA, courant de court-circuit de 1,2 A). Les seuls changements consistent à remplacer R3 par une résistance variable de 12 kΩ, à augmenter la valeur de R4 à 4,7 kΩ et à échanger C3 par un condensateur de tension plus élevée (par exemple, 220 µF, V > 35 V). Alimentez le circuit avec 28... 30 VCC ou 26 VCA maximum (en ajoutant un

transformateur, un pont de diodes et un condensateur de lissage). Si vous ne souhaitez pas surveiller la sortie avec un voltmètre, vous pouvez utiliser un sélecteur (au lieu de la résistance variable) qui commute une série de résistances R3, calculées pour des tensions fixes. Les valeurs des résistances peuvent être calculées avec cette formule :

$$R3 = R2 \frac{(V_{out} - 1.25)}{1.25}$$

Alimentation des LED (convertisseur abaisseur)

Vous pouvez conserver les éléments de base originaux (IC, L, SD1 et C2) pour un autre circuit : pour alimenter une guirlande lumineuse ou un petit sapin de Noël (**figure 2**). Cette chaîne de LED, constituée de 20 LED parallèles de cinq couleurs alternées (5 rouges, 5 vertes, 5 jaunes et 5 bleues), est vendue prête à l'emploi avec son support de pile (3 VCC). Les LED bleues et vertes ont une tension de seuil d'environ 3 V, supérieure à celle des LED aux couleurs rouge et jaune qui est de 1,9... 2 V. Ainsi pour équilibrer les courants, nous avons placé deux résistances en série de 68 Ω à l'anode des LED rouges et jaunes. Le nouveau circuit exploite ces différences de seuil pour réaliser un effet lumineux intermittent pseudoaléatoire : toutes éteintes, toutes allumées et seulement les LED rouges et jaunes allumées. Deux timers, les triggers de Schmitt inverseurs U2a-U2b et U2f-U2e, pilotent Tr1 et Tr2 qui modifient le rapport R3/R2 et la tension de sortie à trois valeurs différentes : 1,7 V (LED éteintes), 2,4 V (seulement les LED rouges-jaunes allumées) et 3,1 V (toutes les LED allumées). Les temps d'allumage sont de quelques secondes ; changer la valeur de C4, C5, R4 et R5 permet de varier ces temps.



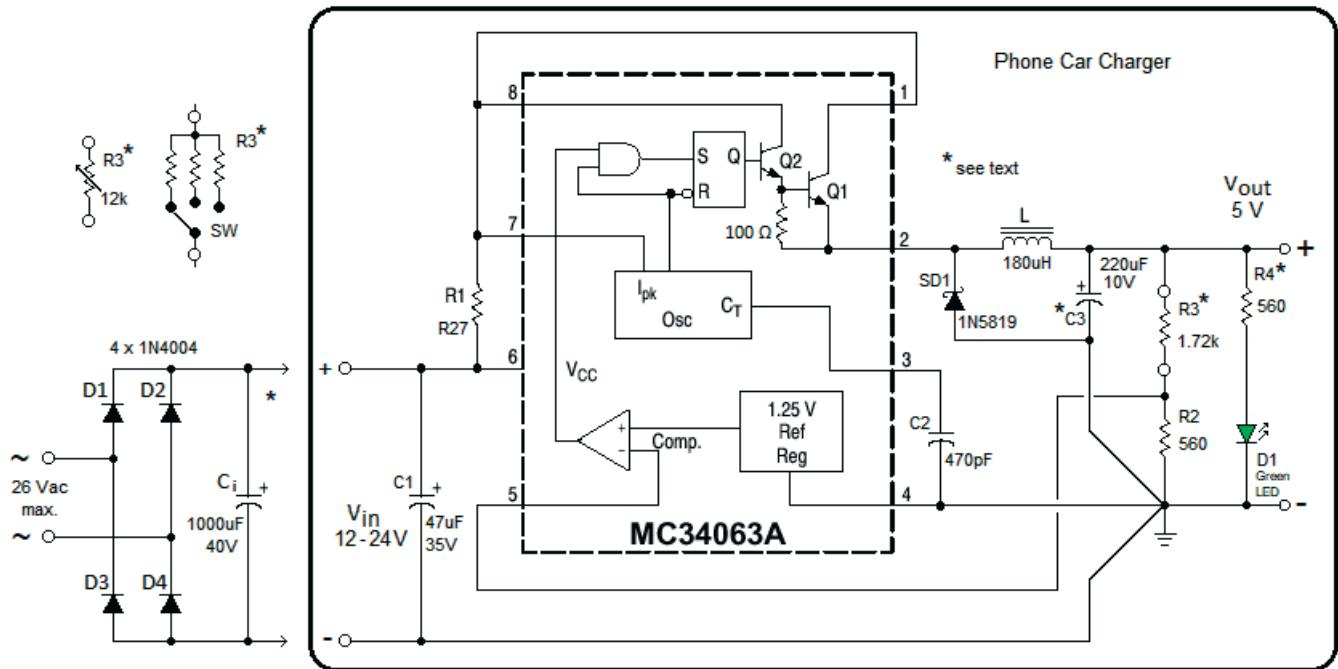


Figure 1. Schémas du chargeur de voiture. (Source : auteur et OnSemi/Motorola)

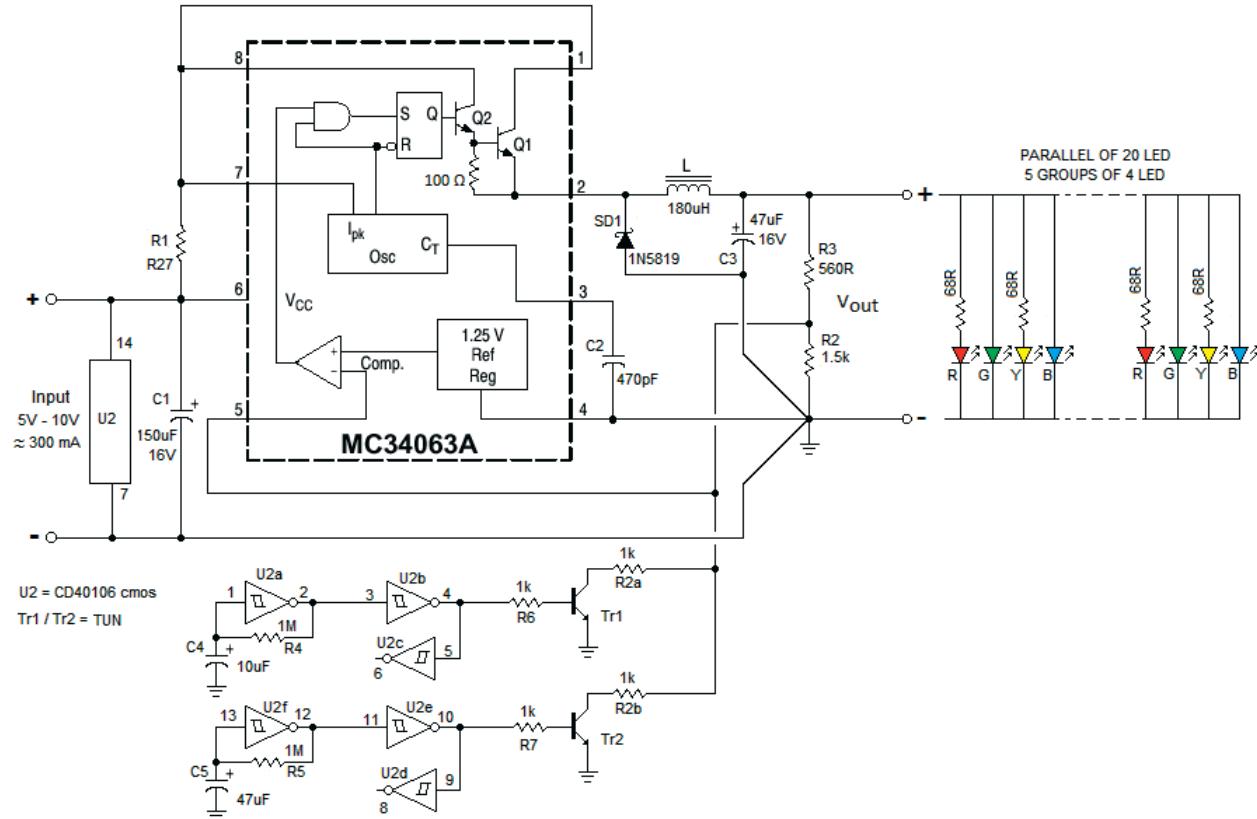


Figure 2. Alimentation de la chaîne de LED. (Source : auteur et OnSemi/Motorola)

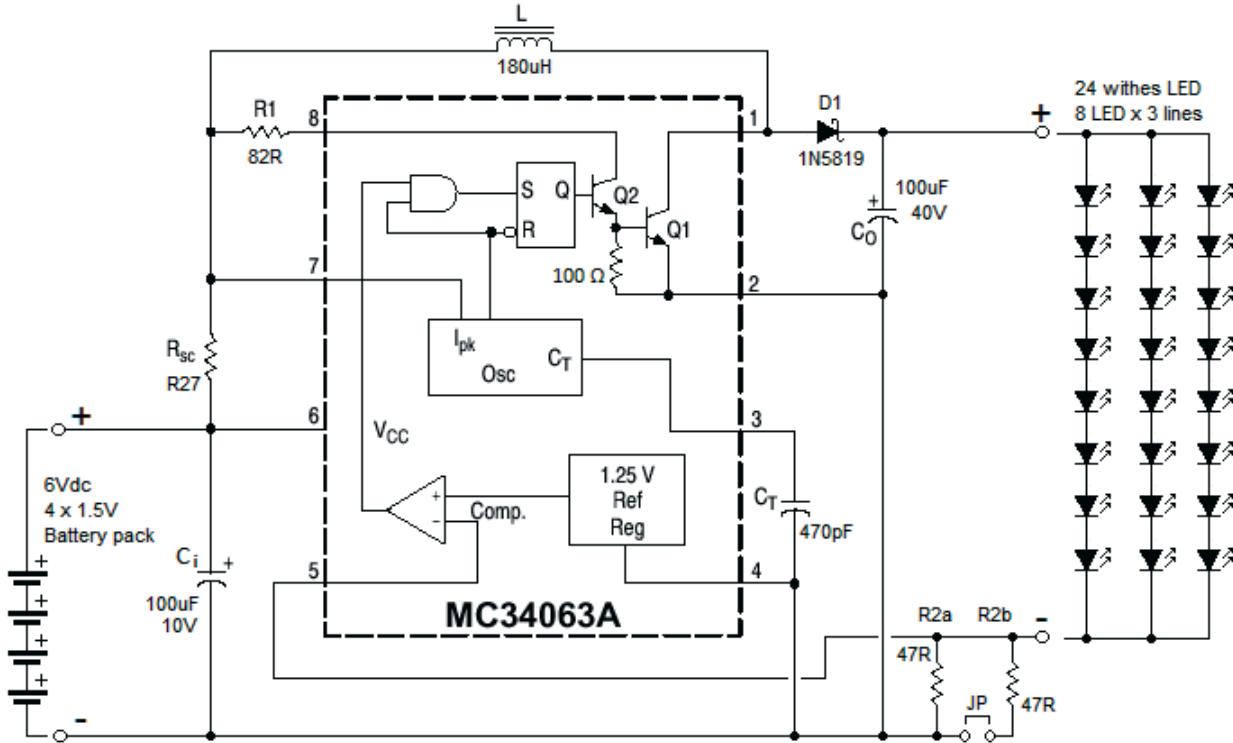


Figure 3. Torche LED. (Source : auteur et OnSemi/Motorola)

Alimentation des LED (convertisseur élévateur)

Le troisième circuit (**figure 3**) est également un convertisseur CC/CC, mais dans ce cas, il est élévateur. Ce circuit de torche à LED a été créé afin de réutiliser un groupe de 24 LED blanches (démontées d'une lampe à LED de 230 VCA dont le verre de protection a été cassé). Vous pouvez choisir entre deux intensités de courant des LED, 26 mA ou 52 mA, en fermant le cavalier JP. La tension d'alimentation idéale pour ce circuit est de 6 VCC, dérivée de quatre piles de type C (type IEC : LR14). Ces piles garantissent une longue durée d'éclairage continu, plus de 30 et 20 heures, respectivement, à basse et haute consommation. Dans le **tableau 1**, vous pouvez voir les différents courants d'entrée relatifs à la position du cavalier JP et à la tension des piles. Ce circuit est plus efficace. Il est capable de piloter les LED à la même luminosité (courant constant) avec des batteries complètement chargées et partiellement déchargées.

220175-04



À propos de l'auteur

Né à Turin en 1957, Walter Ribbert a étudié l'électromécanique et l'électronique industrielle et a commencé à travailler à l'âge de 17 ans en tant qu'apprenti. Aujourd'hui, il est à la retraite après une carrière de 43 ans comme concepteur électrique et électronique pour une grande entreprise d'automatisation industrielle et de robotique, où il a travaillé sans jamais cesser d'apprendre. Aujourd'hui, disposant de plus de temps libre, il s'est remis à étudier un peu de mathématiques et de physique (sans trop d'efforts) et continue à « jouer » avec les appareils électromécaniques et électroniques de son enfance. Les vraies passions ne s'éteignent jamais !

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (w.ribbert@elettronicaemake.it) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

Vdc batt.	JP	I input	I LED
3 V	OPEN	270 mA	26 mA
4,5 V		190 mA	26 mA
6 V		147 mA	26 mA
3 V	CLOSE	327 mA	37 mA
4,5 V		342 mA	52 mA
6 V		267 mA	52 mA

Tableau 1. Courants des torches LED.

LIENS

[1] Onsemi, « MC34063A: Buck / Boost / Inverting Regulator, Switching, 1.5 A », 2021: <https://bit.ly/onsemi-MC34063A>



48 Préamplificateur de microphone pour Arduino

Guiseppe La Rosa (Italie)

Un microphone à électret standard et un amplificateur à transistor unique fournissent un signal audio qui peut être relié à une entrée analogique d'une carte Arduino.

Le projet présenté ici est très simple, facile à réaliser, et en même temps assez efficace. Il existe plusieurs cartes *breakout* avec microphones sur le marché. Mais, beaucoup d'entre elles ne sont pas équipées d'un étage de préamplification, et d'autres délivrent une qualité sonore trop médiocre pour être utilisée de manière efficace avec Arduino. Le circuit décrit ici résout ce problème. Il vous permet d'appliquer un signal de qualité satisfaisante à l'entrée analogique de n'importe quelle carte Arduino et de réaliser des projets tels que des VU-mètres numériques et bien plus encore.

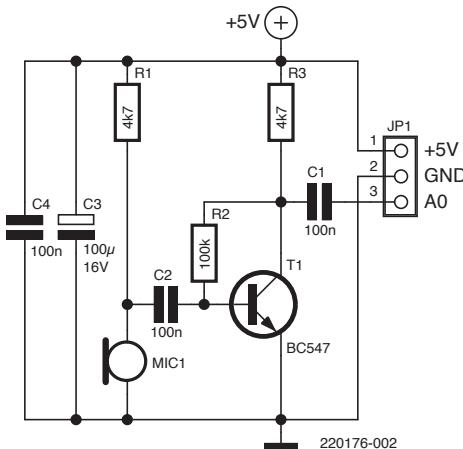
Le type de capteur utilisé est un microphone à électret, un composant actif qui intègre, entre autres, un petit circuit amplificateur (traditionnellement un petit transistor JFET), qui amplifie les très petits signaux électriques générés par le transducteur interne. Pour assurer le bon fonctionnement de ces capsules, il est nécessaire d'appliquer une tension entre 2 V et 10 V au fil positif (+), en reliant le fil négatif (connecté en interne au boîtier métallique) à la masse.

Le circuit

Jetez un coup d'œil au schéma du circuit ci-contre. Le microphone MIC1 est alimenté par la résistance R1 et il consomme un courant d'environ 0,35 mA. Ainsi, il est alimenté par une tension d'environ 3,3 V.

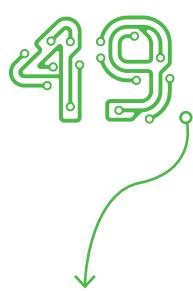
Le signal de sortie du micro atteint la base de T1 monté en configuration émetteur commun à travers le condensateur de couplage C2. Sa fonction est d'empêcher la composante continue de la tension du microphone d'atteindre la base de T1. Ainsi, seule la composante alternative du signal du microphone est transférée. Les résistances R2 et R3 assurent la polarisation du transistor T1. Enfin, le signal amplifié sur le collecteur de T1 atteint le connecteur JP1 à travers le condensateur C1 (qui a la même fonction que C2).

Pour ajuster l'amplitude du signal, il est toujours possible de connecter un potentiomètre de 47 kΩ entre la broche droite de C1 et la masse, et de relier son curseur à A0. Le gain de tension global est entre 10 et 20 %. ↗



Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (g.larosa@elettronicaemake.it), ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Filtres IEM DIY

simple mais efficace

Thomas Scherer (Elektor)

Vous avez besoin d'un filtre IEM ? Vous pouvez en concevoir un vous-même. Découvrez cette solution simple.

Inspiré par les problèmes d'IEM d'un lecteur d'Elektor qui a subi des interférences RF intenses lors de l'utilisation d'une alimentation à découpage (SMPS) pour une lumière LED, j'ai testé l'alimentation et constaté qu'un simple filtre Pi à la sortie réduirait les interférences électromagnétiques de beaucoup plus de 20 dB (typiquement 40 dB ≥ 200 kHz). J'ai trouvé une solution peu coûteuse sur eBay, mais les produits bon marché sont rarement de bonne qualité. Donc, j'ai dû le concevoir moi-même.

Background

Après avoir considéré le filtrage IEM, j'ai commandé un filtre IEM à prix modéré, disponible sur eBay pour moins de 5 \$, y compris la carte (**figure 1**) et les composants ! Ce serait une solution rapide et suffisante puisque je voulais tester l'alimentation à découpage. Il est recommandé d'utiliser un tel filtre pour protéger une simple alimentation à découpage contre les IEM (ou pour les réduire), si cette méthode fonctionne.

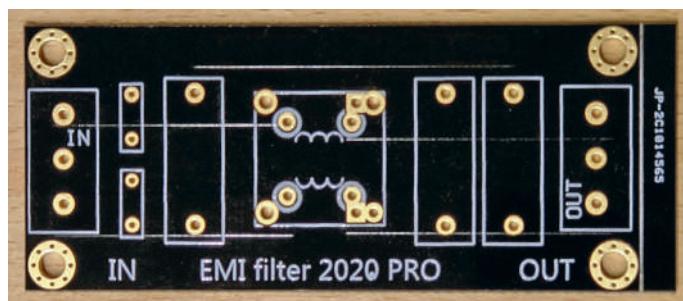


Figure 1. Vue de dessus de la carte du filtre IEM à prix modéré acheté sur eBay.

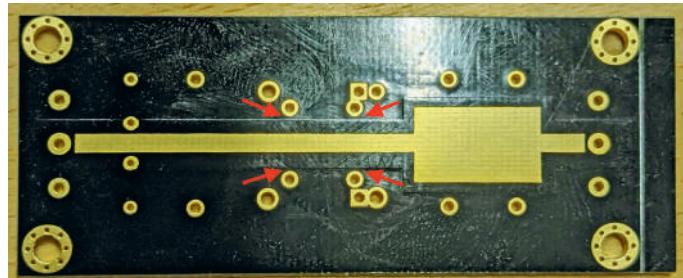


Figure 2. Vue du dessous de la carte du filtre IEM à prix modéré acheté sur eBay. Les flèches indiquent la distance de 0,5 mm entre les couches de cuivre.

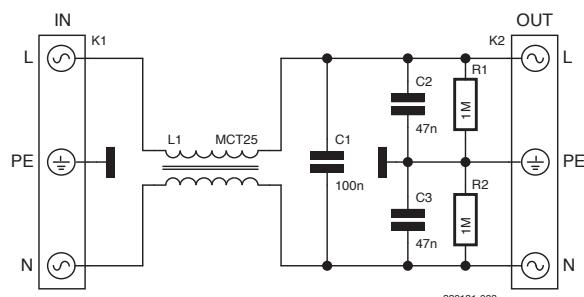


Figure 3. Circuit du simple filtre IEM de sortie.

Danger

Dès que j'ai reçu ce filtre, j'ai pu constater que la carte était bonne, mais que le fabricant ne s'est pas du tout soucié de l'espacement nécessaire pour les voies de la tension de secteur. Comme vous pouvez le voir sur la **figure 2**, il y a une distance d'environ 0,5 mm entre les lignes de tension et la masse (PE). Je n'ai pas osé utiliser la carte et s'attendre à une catastrophe. Mon rêve d'une solution rapide et peu coûteuse était perdu.

« On n'est jamais mieux servi que par soi-même ! » C'était ma première pensée après cette déception. En plus, un filtre IEM est facile à réaliser. Il est basé sur un circuit simple. J'ai rapidement développé deux cartes pour deux versions différentes d'un filtre IEM.

Deux filtres

Non seulement simple, le premier est un filtre de sortie qui peut être utilisé pour l'alimentation mentionnée (et ainsi de suite). Le second est également simple et capable de gérer le filtrage bidirectionnel généralement utilisé à l'entrée de secteur d'un appareil électronique. Le bruit du secteur vers l'appareil est bloqué et vice versa.

La **figure 3** prouve que le filtre de sortie est vraiment simple. Une bobine d'arrêt (L1), suivie d'un condensateur (C1) entre L et N, puis de deux condensateurs entre L et PE (C2) et entre PE et N (C3), sont tout ce dont vous avez besoin dans les cas les plus simples. R1 et R2 vont décharger les condensateurs et éviter les chocs. Ce type de filtre est idéal pour empêcher les hautes fréquences d'atteindre les fils connectés à une sortie, comme dans le cas d'une alimentation à découpage ou d'un amplificateur numérique.

La **Figure 4** représente la conception universelle qui est plus compliquée. Par rapport à la **figure 3**, on retrouve également des condensateurs à l'entrée. Par conséquent, les hautes fréquences sont empêchées d'atteindre les autres côtés depuis les deux directions. Connecté à l'entrée d'un appareil électronique (même à l'entrée du secteur), ce filtre IEM universel empêche l'appareil d'être perturbé ou de produire des perturbations extérieures.

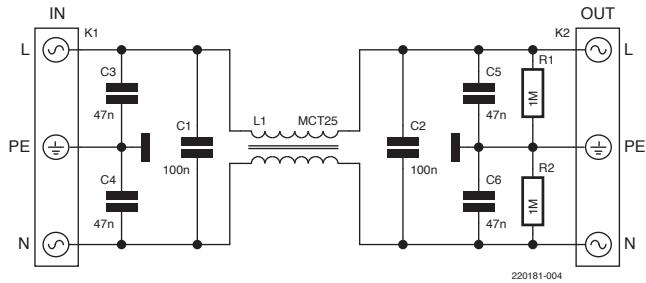


Figure 4. Circuit du filtre IEM universel.

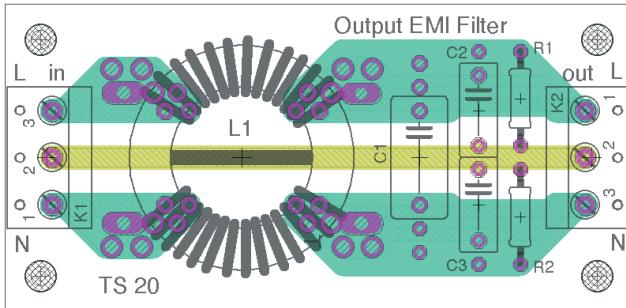


Figure 5. Disposition de la carte du simple filtre IEM de sortie.

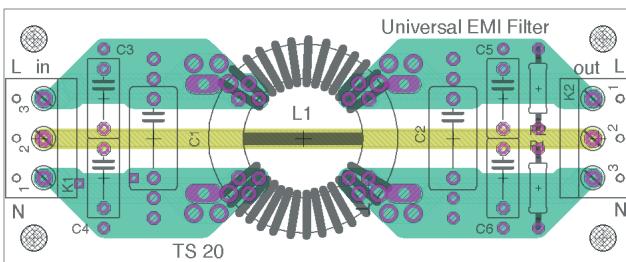


Figure 6. Disposition de la carte du filtre IEM universel.

Carte et self

L'inductance utilisée dans ce type de circuits est une bobine d'arrêt (self de choc). Ces filtres ne font pas l'exception. La self choisie fait partie de Multicomp [1] et peut être parcourue par des courants alternatifs permanents allant jusqu'à 6 A. Les filtres conviennent donc à la plupart des applications. Mais, vous êtes libre de choisir une self d'une autre marque. Les deux cartes (**figure 5** et **figure 6**) disposent de plusieurs trous différents qui correspondent à des selves de choc différentes. Il est logique d'ajouter une disposition supplémentaire pour le filtre de sortie, même si, par rapport au filtre universel, il ne manque que trois condensateurs, car ainsi il est possible de réduire la taille de la carte. Les fichiers de disposition au format Eagle peuvent être téléchargés sur la page de l'article [2].

Lorsque vous utilisez ces filtres sur la tension du secteur, la tension d'isolement de la self doit être supérieure à 1 kV. Les condensateurs doivent être à film et destinés à la tension du secteur (250 VCA en Europe). Bien entendu, ces exigences ne s'appliquent pas si, par exemple, le filtre de sortie est connecté à une sortie d'amplificateur ou à l'entrée de l'un des soi-disant « transformateurs électriques » pour 12 V. ↗

220181-04

Liste des composants du filtre de sortie

Résistances

R1, R2 = 1 M

Condensateurs

C1 = 100 n / 250 VCA *

C2, C3 = 47 n / 250 VCA *

Inductances

L1 = 5 mH / 6 A, MCT25, Multicomp *

Divers

K1, K2 = borne à vis 3 pôles, 1/10"

* voir texte

Liste des composants du filtre universel

Résistances

R1, R2 = 1 M

Condensateurs

C1, C2 = 100 n / 250 VCA *

C3..C6 = 47 n / 250 VCA*

Inductances

L1 = 5 mH / 6 A, MCT25, Multicomp *

Divers

K1, K2 = Borne à vis 3 pôles, 1/10"

* voir texte



Produits

➤ OWON HDS272S Oscilloscope (70 Mhz) + Multimètre (20000 points) + Générateur de fonctions (25 Mhz) (SKU 19718)
www.elektor.fr/19718

➤ PeakTech 3445 Multimètre numérique True RMS avec Bluetooth (6000 points) (SKU 18774)
www.elektor.fr/18774

Télécharger le projet



www.elektermagazine.fr/summer-circuits-22

LIENS

[1] Multicomp Pro, « Common Mode Choke », MCT25, 22/09/20: <https://www.farnell.com/datasheets/3153527.pdf>

[2] Fichiers de disposition: [https://www.elektermagazine.fr/summer-circuits-22](http://www.elektermagazine.fr/summer-circuits-22)



50 Dé électronique sans microcontrôleur

Mathias Claußen (Elektor)

Les microcontrôleurs ne sont pas indispensables. Parfois, une logique pure fait l'affaire.

Si vous envisagez de construire un dé électronique, il est probable que vous commencez par un petit microcontrôleur et quelques LED. Puis, vous réfléchissez à la façon dont il pourrait générer un nombre aléatoire de 1 à 6. Un des aspects fascinants de l'électronique est que les défis peuvent être relevés de nombreuses manières. Dans ce cas, tout ce dont nous avons besoin, c'est d'un NE555 et d'une puce logique CD4017.

Circuit

Le circuit complet du dé est représenté sur la **figure 1**. Le NE555 (IC1) est configuré ici comme un multivibrateur astable pour générer le signal d'horloge qui donne au dé son « rythme de lancement ». Le bouton poussoir SW1 est utilisé pour tirer l'entrée Reset du NE555 vers le haut, ce qui le met en marche. Lorsque le bouton est relâché, la résistance R3 tire l'entrée Reset vers la masse et désactive la sortie du signal d'horloge.

Le signal d'horloge est appliqué à l'entrée d'horloge du CD4017 (IC2), avec son entrée ENABLE connectée à la masse pour qu'il soit activé en permanence. Le CD4017 est un compteur décimal avec 11 sorties, marquées de 0 à 9 plus un bit de report (le bit de report devient haut sur le dixième front montant de l'entrée d'horloge CP0). Pour les dés,

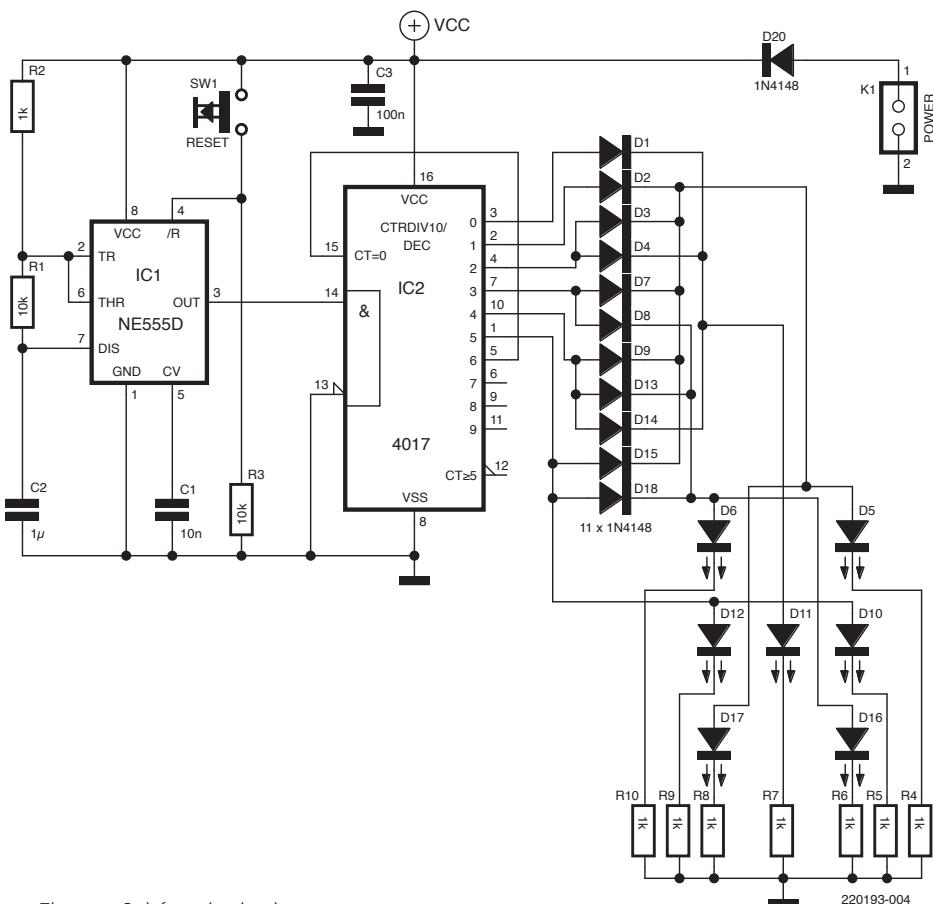


Figure 1. Schéma du circuit.

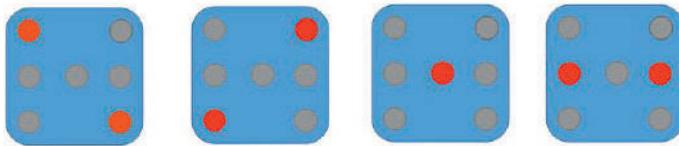


Figure 2. Les six valeurs peuvent être affichées à l'aide des combinaisons de LED suivantes.

nous avons seulement besoin de compter de 0 à 5, pour indiquer les numéros 1 à 6. Pour obtenir ce résultat, l'entrée de réinitialisation du 4017 est connectée à la sortie 6 de sorte que si le compteur est supérieur à 5, il est immédiatement remis à zéro puis il recommence à s'incrémenter. Les signaux de sortie du HEF4017 ne se chevauchent pas, de sorte qu'une seule sortie est à l'état haut à tout moment donné (à l'exception de la sortie de retenue).

LED

Les sept LED D5, D6, D10, D11, D12, D16 et D17 sont disposées sur le circuit imprimé pour montrer le motif représentant les sept points sur une seule face d'un dé. Certains sont câblés en parallèle afin que chaque motif de 1 à 6 puisse être représenté sur la face. Les quatre groupements sont D16 + D6, D5 + D17 et D10 + D12 et D11 seul. Les six faces d'un dé peuvent être présentées à l'aide de ces quatre groupes (**figure 2**). Le schéma de circuit de la **figure 1** montre que les groupes de LED appropriés pour les six faces possibles ont été reliés par des portes OR à l'aide de diodes.

Nous avons conçu un circuit imprimé avec KiCad pour le projet. Les composants sont des modèles CMS en boîtiers 0805, SOIC ou 1206. C'est donc une bonne occasion de vous entraîner à souder les CMS. Les fichiers KiCad 6 de ce projet sont disponibles en téléchargement avec l'article, ainsi que les données Gerber. Le circuit imprimé complet est présenté sur la **figure 3** et la **figure 4**. Dans ce cas, « *Alea jacta est !* » (Les dés sont jetés !) Amusez-vous à le construire.

220193-04

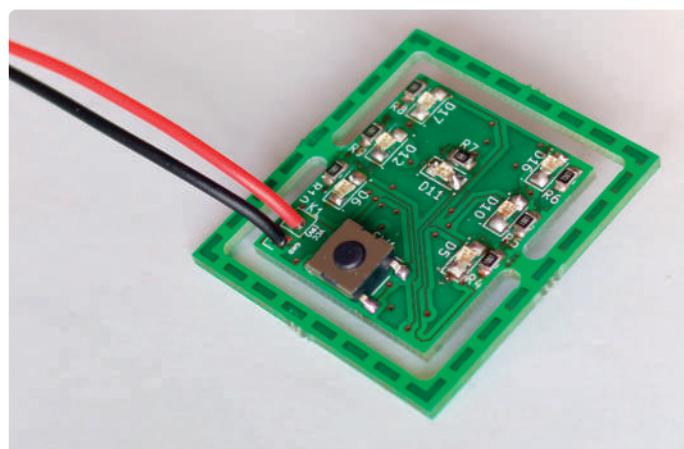


Figure 3. Vue du dessus du circuit imprimé...

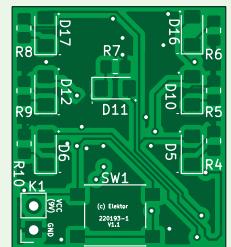
LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

(0.25 W, 5 %, CMS 0805)

R1,R3 = 10 kΩ

R2,R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10 = 1 kΩ



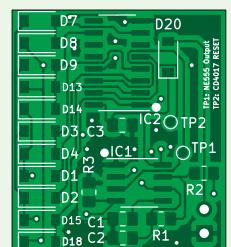
Condensateurs

(CMS 0805)

C1 = 10 nF, 16 V

C2 = 1 µF, 16 V

C3 = 100 nF, 16 V



Semiconducteurs

D1,D2,D3,D4,D7,D8,D9,D13,D14,D15,D18,D20 = 1N4148, SOD-123

D5,D6,D10,D11,D12,D16,D17= red LED, CMS 1206

IC1 = NE555D, SOIC8

IC2 = CD4017, SOIC16-NARROW

Divers

K1 = Support de batterie 9 V

SW1 = Interrupteur à bouton-poussoir

Des questions, des commentaires ?

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

Télécharger le projet



www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22

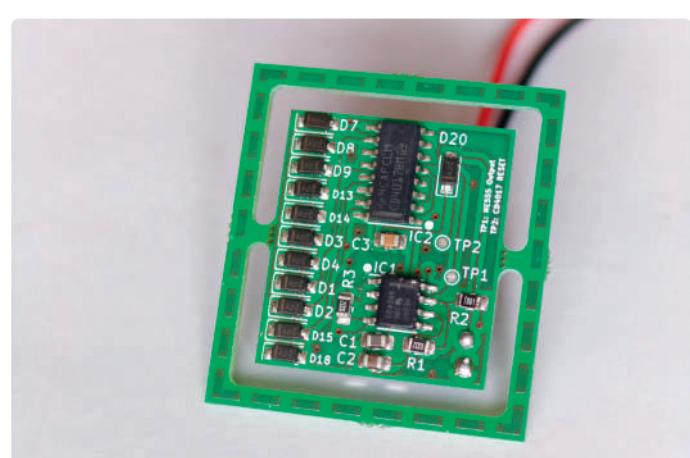


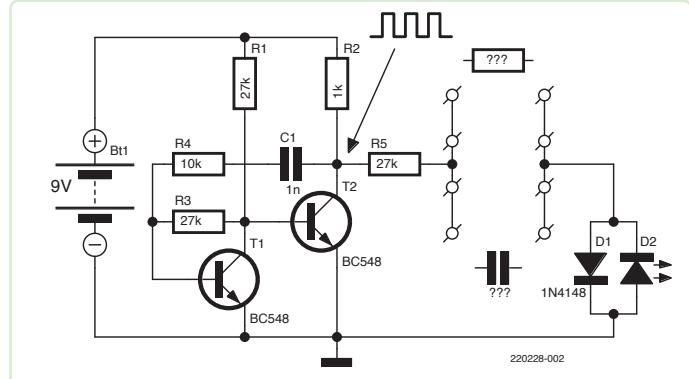
Figure 4. Vue de dessous.

51. Condensateur digital

Burkhard Kainka (Allemagne)

Ce circuit à deux transistors constitue un simple générateur d'ondes carrées d'une fréquence d'environ 5 kHz. La connexion avec la LED passe par plusieurs bandes de contact avec un écart au milieu. Lorsque vous touchez les bandes avec le doigt, la LED s'allume.

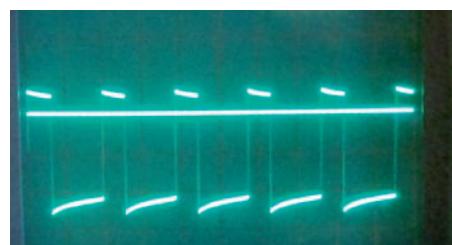
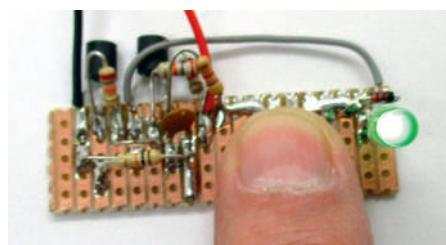
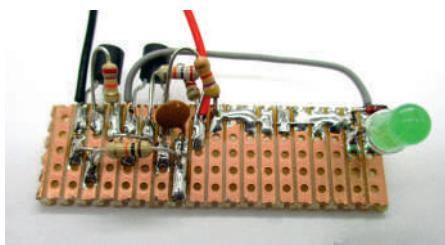
Vous penserez peut-être que le courant de la LED circule à travers la résistance de la peau. Mais, si vous examinez le circuit de plus près, vous verrez que la résistance de peau ne peut pas expliquer le résultat. Le signal rectangulaire alterne entre 0 V et environ +9 V, mais la LED a besoin d'une tension négative. Pour tester cela, vous pouvez maintenir des résistances de différentes valeurs contre les contacts. Résultat : la LED reste éteinte, le courant traverse uniquement la diode au silicium. Si, au contraire, vous connectez un condensateur de quelques nanofarads aux contacts, la LED s'allume. Un courant alternatif traverse le condensateur et les demi-cycles négatifs font allumer la LED. Cela signifie que votre doigt a le même effet qu'un condensateur (pour en savoir plus voir [1]). Le fait que le doigt avec les contacts métalliques forme plutôt un condensateur qu'une résistance est prouvé par



l'oscillogramme ci-dessous. La trace au milieu correspond au potentiel de la terre. Dans le sens positif, la tension est limitée à environ 0,6 V par la diode en silicium. Par conséquent, le condensateur du doigt accumule une charge négative et fournit une tension d'environ -2,5 V à la LED verte.

Comme on peut le constater, le doigt agit effectivement comme un condensateur. Cet effet peut être attribué à de doubles couches polarisées de molécules d'eau, ce qui est semblable au principe de fonctionnement des supercondensateurs. Dans ce cas, le doigt agit comme un condensateur d'environ 10 nF, selon le niveau d'humidité. Il présente donc une impédance d'environ 6 kΩ pour une fréquence de 5 kHz, alors que l'ohmmètre mesurerait une résistance bien supérieure à 100 kΩ. ↗

220228-04



LIENS

[1] B. Kainka, « Impédance et capacité de la peau », Elektor 7-8/2022: <http://www.elektormagazine.fr/200621-04>

52 Clignotant à LED autochargeable

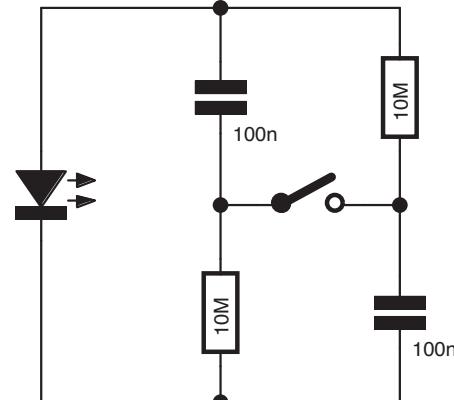
Burkhard Kainka (Allemagne)

Le circuit est très simple : une LED verte ultra-brillante, deux résistances de $10\text{ M}\Omega$, deux condensateurs céramiques de 100 nF et un interrupteur à bouton-poussoir. Lorsque vous appuyez sur le bouton, un flash lumineux bien visible se produit. Ensuite, vous devez attendre un moment jusqu'à ce que le circuit soit prêt pour produire un autre flash. Mais, d'où vient l'énergie ?

À première vue, vous pourriez penser qu'une batterie est cachée quelque part. Certains pourraient penser que la machine à mouvement perpétuel tant recherchée a finalement été trouvée. D'autres pourraient même penser que le circuit puise dans l'énergie libre de l'univers.

Explication

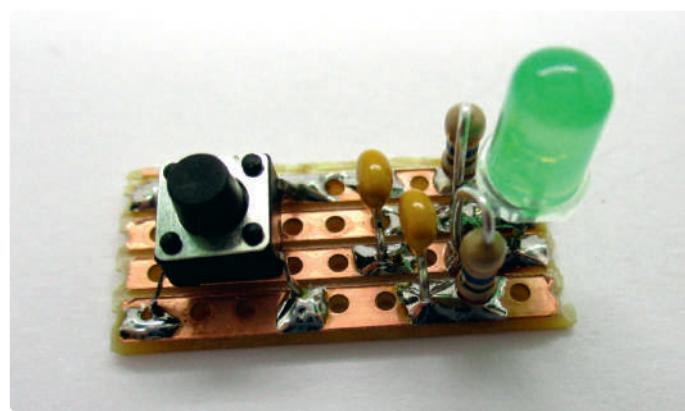
La vérité est en fait assez simple : chaque LED est également une photodiode et peut jouer le rôle d'une petite cellule solaire. Une LED verte peut générer une tension de 2 V , mais avec un courant très faible. Cela signifie que la LED convertit la lumière en énergie électrique, qui charge lentement les condensateurs. En plein soleil, il est possible d'obtenir une tension allant jusqu'à 2 V , suffisante pour que la LED



220227-002

s'allume faiblement, mais cela n'est visible que dans l'obscurité. Dans des conditions normales, la différence d'intensité lumineuse est si importante que vous ne pouvez pas voir la faible lumière de la LED. C'est pourquoi nous faisons quelque chose de spécial ici.

Les condensateurs ne sont pas connectés directement à la LED, mais plutôt à travers des résistances de $10\text{ M}\Omega$. Les deux condensateurs sont effectivement en parallèle, ils sont donc chargés à la même tension d'environ 2 V . Lorsque nous appuyons sur le bouton, nous connectons les condensateurs en série pour obtenir une tension plus élevée (jusqu'à 4 V), ce qui fait circuler un courant plus important dans la LED et génère un flash de lumière. Les condensateurs sont en grande partie déchargés très rapidement. En même temps, les résistances sont en parallèle avec les condensateurs et les déchargent complètement, mais la majeure partie de l'énergie stockée passe dans la LED. Avec le niveau de lumière ambiant dans un lieu de travail, la recharge prend une à deux minutes, mais en plein soleil, elle ne prend qu'une seconde. Nous pouvons alors déduire une estimation du courant de charge que la LED peut fournir. Si nous supposons que la LED a besoin approximativement de 2 V pour s'allumer, chaque condensateur doit être chargé à 1 V . Le courant de charge I est égal à $(U \times C) / t$, c'est-à-dire que que $I = 1\text{ V} \times 100\text{ nF} / 1\text{ s} = 100\text{ nA}$ ($0.1\text{ }\mu\text{A}$) en plein soleil. La pleine lumière du soleil a une luminance de $100\,000\text{ lux}$. La lumière typique d'un lieu de travail a une luminance d'environ 1000 lux , soit un facteur de 100 de moins. Cela signifie que le processus de charge prendra approximativement 100 secondes, car le courant de charge n'est que d'environ 1 nA .



220227-04

Le détecteur de métaux d'Elektor

« Nous sommes informés de manière fiable que l'or donne en fait une double impulsion sous la forme d'un écho. »

Larry Kossek (Elektor)

Si le numéro de novembre 1981 d'Elektor a été rapidement épousé, ce n'est probablement pas à cause de son extravagante illustration de couverture, mais plutôt parce qu'il comportait un — non, **le** — détecteur de métaux tant attendu. À en juger par le succès fulgurant de cette édition, la demande pour un tel appareil devait être forte et l'offre parfaitement adéquate.



La couverture de l'édition de novembre 1981 d'Elektor. La recherche de trésors a dû connaître un vigoureux regain d'intérêt au début des années 80. Quarante ans plus tard, ce détecteur reste l'un des projets les plus célèbres mais aussi les plus controversés d'Elektor.

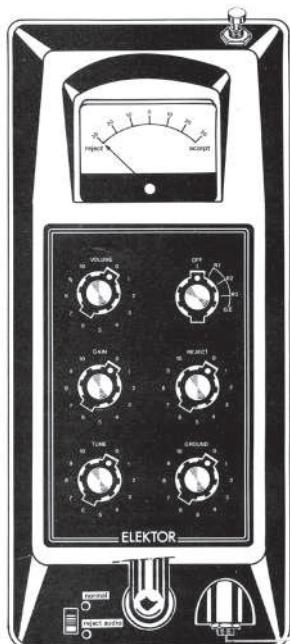


La tête de recherche, peut-être la pièce la plus importante, était incluse dans le kit complet alors disponible chez Elektor. Son fonctionnement était pour le moins discutable.

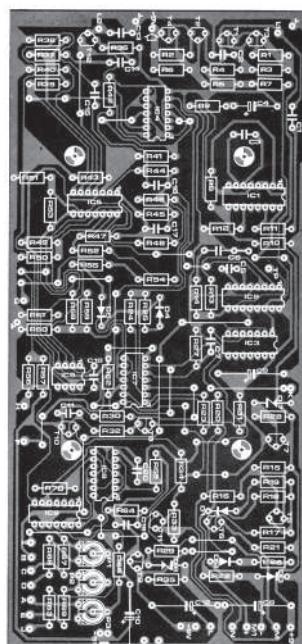
En totale conformité avec une règle en vigueur à l'époque dans le laboratoire et les rédactions d'Elektor, cet article, comme tous les projets conçus et développés en interne, ne portait pas de nom d'auteur. Présenté comme une production collective, l'article n'était tout simplement pas signé. Aujourd'hui, 40 ans plus tard, le moment est venu de créditer à titre posthume et de révéler l'auteur/concepteur : Jan Barendrecht, l'ingénieur RF excentrique et au franc-parler du laboratoire d'Elektor et le *Gourou des Bobines et des Antennes de l'entreprise*.

VLF + PLL

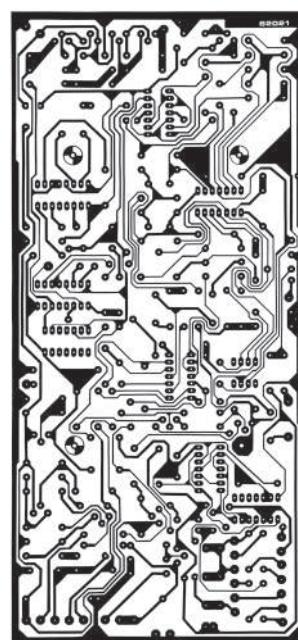
M. Barendrecht semble avoir travaillé sur ses schémas beaucoup plus longtemps que le calendrier de publication ne le permettait. En effet, l'article original s'ouvre sur une phrase qui suggère que le développement a dû être pour le moins délicat : « L'un des projets en tête de notre liste des plus demandés est un détecteur de métaux depuis un certain temps. Le retard dans la publication d'un article sur le sujet est dû au fait que construire un bon



Panneau avant.



Vue de dessus du circuit imprimé.



Vue de dessous du circuit imprimé.

détecteur est une proposition très difficile. » Le principe utilisé est le modèle à très basse fréquence (VLF) utilisant des techniques de boucle à verrouillage de phase (PLL) pour la stabilité, une bonne discrimination entre les métaux et l'élimination de l'insaisissable « effet de sol ».

En lisant entre les lignes de la publication initiale de 1981, on peut même se demander si tous les problèmes avaient été réglés. Ces conjectures sur les incertitudes du développement sont cependant éradiquées par les promesses d'Elektor : « La conception présentée dans cet article est à la fois sensible et très stable et ne présente aucun problème de construction. Il est professionnel en apparence et son fonctionnement et ses performances sont meilleures que celles de nombreux détecteurs commerciaux au prix élevé. ».

De nombreux lecteurs semblent avoir été convaincus par cette approche de conception analogique classique. L'utilisation possible de « microprocesseurs et autres qui feront des merveilles » est mentionnée dans l'article, mais immédiatement écartée car elle « nécessitera de trouver des louis d'or tous les jours pendant une semaine pour couvrir ses coûts ». Quelle prose !

Haute performance, construction simple

Au début des années 1980, la Chine n'exportait pas grand-chose au-delà des petits livres rouges, et encore moins des détecteurs de métaux. Concernant les modèles bon marché

disponibles, l'article est catégorique : « Les détecteurs de métaux économiques sont notoirement instables et souffrent d'un manque de sensibilité tandis que les bons sont très chers. ». Cela a rendu l'offre d'Elektor opportune et presque miraculeuse. Elektor était bien établi en ce qui concerne les circuits imprimés.

qu'il en soit, la tête de recherche du détecteur avec ses bobinages complexes, compensés, en email torsadé, a contre-phase, bifilaires (ouf ?) s'est avérée être une pierre d'achoppement et la cause directe de centaines de lettres furieuses au Rédacteur pendant de nombreuses années. Mais de l'or il a trouvé, ce détecteur de métaux. ↗ 22021-04

Après une certaine période d'utilisation et de familiarisation avec le détecteur de métaux, vous finirez par connaître de petites astuces comme faire la différence entre les matériaux ferreux et non ferreux à partir des seules indications données par le détecteur.

Le magazine fournissait à ses lecteurs des dessins reproductibles ainsi que des cartes gravées, percées et sérigraphiées prêtes à l'emploi. Pour ce détecteur de métaux, Elektor avait concocté la promesse ultime à ses lecteurs : un assemblage matériel complet, y compris la tête (redoutée), prêt à l'emploi. Selon les mots de l'époque : « Le détecteur de métaux Elektor a une apparence très professionnelle et ne souffre en aucun cas de l'aspect habituel de boulonnnerie, rafistolage et boîte à tabac qui ornent généralement les projets de construction domestique de ce type ». Quoi

À propos de l'auteur

C'est principalement par son penchant musical que Larry Kossek s'est intéressé à l'ascension du Mont Electronique avec la corde Elektor. Pris dans le groupe, il a découvert les techniques numériques au fur et à mesure de leur apparition, en compagnie de collègues et de nombreux auteurs devenus compagnons.

LIENS

- [1] « Le détecteur de métaux d'Elektor » Elektor 11/1981:
<https://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-198111/51656>

e-choppe Elektor

des produits et des prix surprenants

L'e-choppe Elektor a évolué. D'abord simple commerce de proximité pour nos productions (livres, magazines, kits et modules), c'est désormais une boutique en ligne bien rodée qui propose des produits surprenants à des

prix très étudiés. Ce sont les produits que nous aimons et testons nous-mêmes. Si vous avez une suggestion, n'hésitez pas : sale@elektor.fr. Seule exigence :
jamais cher, toujours surprenant !



Multimètre numérique DT4256 de Hioki (6000 points)

Prix : 199,95 €

Prix spécial : 169,95 €

 www.elektor.fr/20208

PeakTech 1404 Oscilloscope à 2 voies (100 MHz)

Prix : 299,00 €

Prix (membres) : 269,10 €

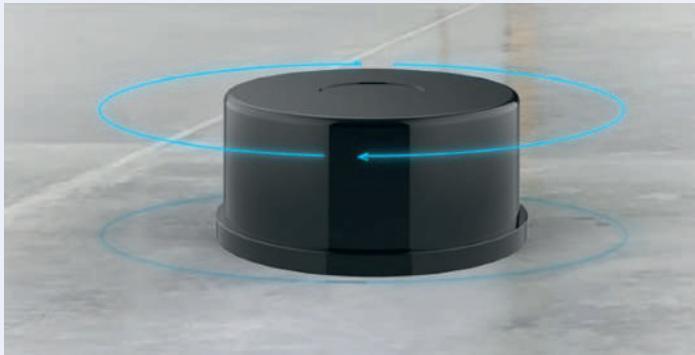
 www.elektor.fr/20229





YDLIDAR TG30 Lidar

Télémètre laser à 360 degrés (30 m)



Prix : 449,00 €

Prix spécial : 399,00 €

www.elektor.fr/20211

Andonstar AD1605

Microscope numérique
4K HDMI



Prix : 399,00 €

Prix spécial : 339,00 €

www.elektor.fr/20183

Ersa i-CON PICO

Station de soudage (80 W)



Prix : 249,00 €

Prix (membres) : 224,10 €

www.elektor.fr/20186

Sensepeek PCBite

Loupe 3x



Prix : 74,95 €

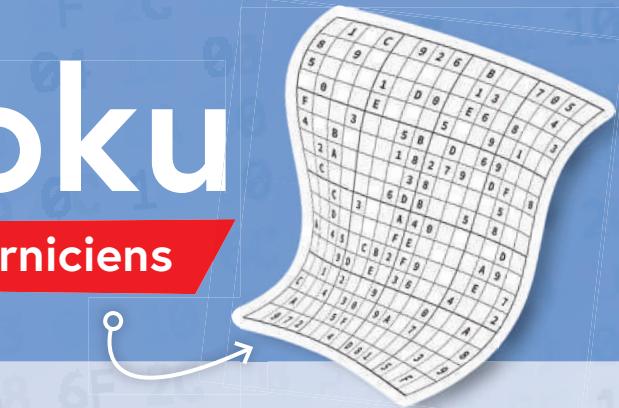
Prix (membres) : 67,46 €

www.elektor.fr/20175

Hexadoku

casse-tête pour elektorniciens

La dernière page de votre magazine propose toujours une grille de sudoku particulière. Éteignez le fer à souder, oubliez les écrans, rangez les pinces et les fils. Faites travailler votre matière grise d'une autre façon : attrapez un crayon pour remplir la grille d'hexadoku. N'oubliez pas d'envoyer votre réponse pour tenter de gagner un bon d'achat.



Une grille hexadoku est composée de chiffres du système hexadécimal, de 0 à F. Remplissez le diagramme de 16 x 16 cases de telle façon que **tous** les chiffres hexadécimaux de 0 à F (0 à 9 et A à F) n'apparaissent **qu'une seule et unique fois** dans chaque rangée, colonne et carré de 4 x 4 cases (délimités par un filet gras). Certains chiffres, déjà placés dans la grille, en définissent la situation de départ.

Pour participer, inutile de nous envoyer toute la grille, il suffit de nous donner **la série de chiffres** sur fond grisé.



Participez et gagnez !

Nous tirons au sort cinq des réponses internationales correctes reçues dans les délais ; leurs auteurs recevront chacun un bon d'achat Elektor d'une valeur de 50 €.

Où envoyer votre réponse ?

Envoyez votre réponse (les chiffres sur fond grisé) avec vos coordonnées par courriel, avant le **15 septembre 2022** à l'adresse **hexadoku@elektor.fr**

La solution et la liste des gagnants sont publiées ici : www.elektormagazine.fr/hexadoku.

			2	1	C					D						
3	8	9		7	A	E		D	5							
F			8		0		7	A	3	9	E					
1	C		D	4	5	6	E	F	B							
			3		B	2	4	E	8		5					
		6	C			3	8	A		1						
8	F	A			6	5			B	3	0					
		3		8		B	C	6	F							
		D	F			2	7		8	3						
		E			F				9							
9	2		7	6		4			E	A	B					
	B	F		7	C	8		3		2	4	6				
6			5	8		C	7	2			9					
7	C		F			5	9				B					
0	3	D		E		A		5			6					
2	4		B	D		6		A	C	1						

Tout recours est exclu, de même que le sont, de ce jeu, les personnels d'Elektor International Media et leur famille. Un seul gagnant par foyer.

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

elektor
design > share > earn

electronica fast forward is back!



New Logo, New Concept

*Do you want to see the best of
the best start-ups and scale-ups
within the electronics scene?*

*Visit us at booth
B4.440 to get to
know them.*