

retour des petits circuits - XXL

Quelques bonnes petites pépites

Eric Bogers

Depuis quelques mois, nous publions régulièrement de petits circuits sur notre site et dans notre lettre d'information. Tous ces circuits peuvent être soudés facilement à la main, avec des composants courants, sur une plaque d'expérimentation. Il s'agit tantôt d'un schéma classique, tantôt d'une idée récente, issue de notre labo ou proposée par un lecteur. Certains schémas suscitent d'intéressantes discussions, et c'est bien notre objectif de faire participer nos lecteurs ! Voici une sélection extraite de la première vingtaine d'épisodes.

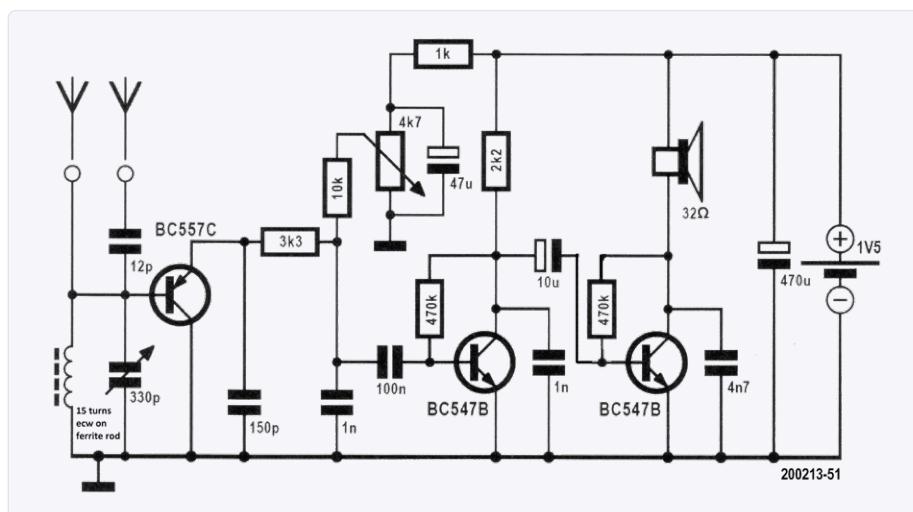


Figure 1. Schéma du récepteur : il est simple et sa construction n'a rien de bien critique.



idée : Burkhard Kainka (Allemagne)

Pour l'électronicien débutant, la construction d'un récepteur radio fait peur. Fréquences élevées, bobines intimidantes... Voici justement le schéma d'un récepteur expérimental d'ondes courtes qui fonctionne très bien avec une poignée de composants standard. Chiche ?

Récepteur d'ondes courtes (OC) Audion

Outre le condensateur de syntonisation, le récepteur d'ondes courtes à trois étages décrit ici (fig. 1) dispose d'un régulateur pour la rétroaction. Le premier étage est un oscillateur dont le point de fonctionnement est réglable, ce qui permet de réduire le gain.

L'astuce consiste à ajuster le gain de façon à compenser à peu près toutes les pertes dans la boucle de l'oscillateur, de sorte que l'ensemble soit à la limite de l'auto-oscillation. C'est ainsi que le récepteur présente sa plus grande sensibilité et sa meilleure sélectivité. L'étage oscillateur PNP (monté en collecteur commun) fonctionne simultanément comme *audion* et comme démodulateur pour le signal HF. Les deux étages BF qui suivent garantissent une puissance audio suffisante pour attaquer directement un petit HP. C'est l'amortissement de l'étage d'entrée par l'antenne raccordée qui détermine si le récepteur *audion* OC pourra être accordé au point limite de l'oscillation. C'est pourquoi ce circuit est équipé de deux connexions d'antenne (au

choix). Lorsqu'il est connecté via le condensateur de 12 pF, il n'y a guère de couplage et l'amortissement est faible. En revanche, la connexion directe convient (également) avec une antenne très courte, sachant qu'une antenne longue rayonne aussi de l'énergie HF qui amortit le circuit de l'oscillateur. Bien réglé, l'*audion* est extrêmement sensible ; aux débuts de la radio, ce type de récepteur faisait partie de l'équipement standard. Même des émetteurs faibles pouvaient être reçus à des milliers de kilomètres.



idée : Elex

Les interrupteurs crépusculaires sont devenus des produits de consommation courante, à des prix qui découragent le bricoleur le plus motivé de s'y mettre lui-même. Et pourtant, il y a tant à apprendre d'un petit circuit qui ne compte que 10 composants.

Interrupteur crépusculaire simple

Comme son nom l'indique, l'interrupteur crépusculaire allume automatiquement une lampe, ou un autre appareil, dès que l'obscurité s'installe. C'est confortable quand vous êtes dans les parages, et quand vous n'êtes pas là, c'est dissuasif pour les cambrioleurs en maraude.

Le schéma (fig. 2) montre que ce n'est pas bien compliqué. L'élément le plus important, c'est le composant sensible à la lumière, ici une photorésistance, qui détectera le crépuscule. R2 est appelé LDR pour *Light Dependent Resistor*. Moins elle est éclairée, plus sa résis-

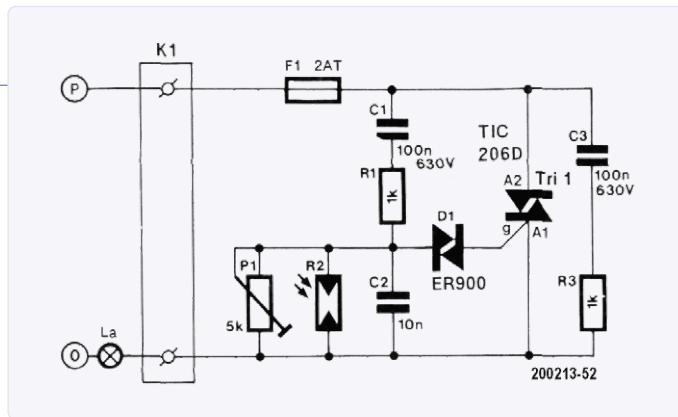


Figure 2. Le composant le plus exotique est sans doute le diac.

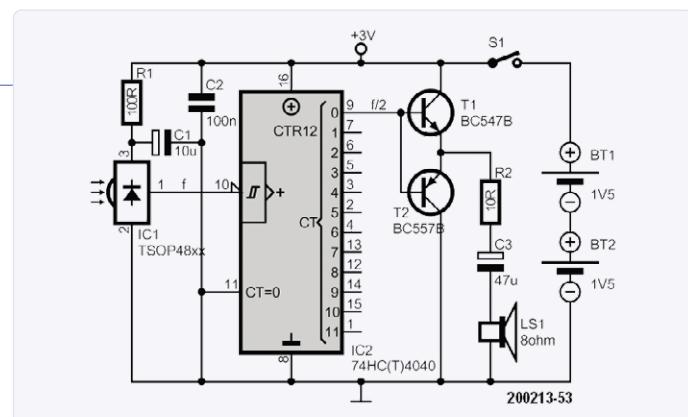


Figure 3. Pour rendre audibles des signaux IR, il suffit d'en diviser la fréquence.

tance est forte. C'est simple comme bonsoir. La résistance au courant alternatif présentée par le réseau que forment C1, R1, C2, R2 et P1 dépend de la lumière qui frappe R2. La tension de 230 V du réseau électrique règne aux bornes de ce réseau. Au fur et à mesure que la lumière incidente baisse, la résistance de R2 augmente, et de ce fait la tension à la jonction de R1 et C2 aussi.

Vient le seuil, réglable avec P1, où la tension alternative présente à ce point de jonction atteint environ 30 V, de sorte que le diac D1 devient conducteur. Aussitôt, le triac Tri1 reçoit une impulsion de déclenchement et commence à conduire : la lampe s'allume. Comme l'ensemble du circuit est sous la tension du réseau électrique de 50 Hz, le triac reçoit une impulsion de déclenchement à chaque demi-période de la tension alternative. Le triac se bloquera donc à chaque passage par zéro de l'onde, puisque si la tension devient nulle, il ne circule plus de courant et il sera réamorcé dès que la tension remonte après le passage par zéro. Ce cycle d'allumage et d'extinction se répète cent fois par seconde (50 Hz).

La fonction du diac est d'assurer que le triac reçoive une impulsion de déclenchement bien définie, ce qu'il fait avec l'aide de C2. Au moment où le triac commence à conduire, le condensateur agit comme un court-circuit de sorte que la tension aux bornes du diviseur de tension photosensible est réduite à zéro.

Construction

Comme ce circuit est raccordé au secteur, il présente un danger mortel. Il ne faut pas vous lancer dans la construction qui si vous êtes conscient des risques et si vous connaissez toutes les précautions à prendre. Un tel montage doit impérativement être logé dans un coffret en plastique, fermé, avec éventuellement une fiche secteur moulée. En cas de doute, montez votre circuit à un électricien/électronicien expérimenté avant de le connecter !



idée : Ton Giesberts (Elektor Labs)

Vous êtes-vous déjà demandé à quoi ressemble le son d'une télécommande infrarouge ? Avec ce petit circuit, vous pourrez le découvrir ! Et ça sert à quoi ? Ça sert à mieux à tester et à comprendre ce qu'on ne voit pas, mais dont on aurait du mal à se passer.

Testeur acoustique de télécommande IR

Ce circuit utilise le signal de sortie d'un récepteur de signaux infrarouges ordinaires (IC1 dans la **fig. 3**) pour piloter un mini haut-parleur. Le récepteur IR de Vishay utilisé ici est disponible pour différentes fréquences de 30 à 56 kHz. Un grand nombre de télécommandes IR fonctionnent selon le protocole RC5, sur une fréquence de 36 kHz. Pour notre prototype, nous avons utilisé un TSOP4836 ; comme le suggèrent les deux derniers chiffres de la référence du composant, il est conçu pour fonctionner sur 36 kHz. Toutefois, si elles ne sont pas trop éloignées il fonctionnera aussi à d'autres fréquences, certes avec une sensibilité moindre.

La fréquence du signal de sortie du récepteur est trop élevée pour être audible ; c'est pourquoi nous la divisons à l'aide d'IC2. Vous pouvez aussi utiliser le signal d'une autre sortie de ce circuit intégré, selon votre préférence ; la sortie «0» (broche 9) délivre le signal d'entrée divisé par deux, la fréquence des signaux qui sortent des autres broches est plus basse (et conviendra mieux aux limites de votre ouïe si elle a déjà plusieurs décennies au compteur). Le signal divisé est désormais dans la plage audible et peut attaquer un étage de sortie *push-pull* très simple (T1/T2), assez puissant pour piloter un petit HP. Le circuit est alimenté sous 3 V (deux piles AA) ; sa consommation ne dépasse pas 13 mA (0,66 mA au repos). R1 et C1 découpent la tension d'alimentation du récepteur IR pour éviter toute interférence potentielle avec l'étage de sortie.

Grâce à ce circuit (que vous pouvez, au choix,

assembler sans le souder sur une plaque d'expérimentation, ou soudé sur un circuit imprimé à pastilles), vous pouvez désormais vérifier facilement si une télécommande IR fonctionne ou pas, mais vous pourrez aussi comparer différentes marques et différents modèles et, si vous avez l'ouïe assez fine, vous « entendrez » les différences entre les signaux. L'utilité pratique de ce circuit est faible, son intérêt pédagogique appréciable.



idée : Elex

On utilise un sifflet à ultrasons pour faire fuir un chien menaçant ou pour dresser son propre chien. On peut aussi beaucoup apprendre soi-même avec un tel circuit, basé sur un des principes fondamentaux de l'électronique analogique : le multivibrateur astable.

Sifflet électronique pour chien

Généralement on utilise un sifflet à ultrasons quand on souhaite donner des ordres à son chien sans pour autant casser les oreilles à tout le monde. On peut aussi l'utiliser comme signal répulsif pour des chiens errants et les inciter à s'éloigner. Dans ce cas, il faut un circuit qui produise un volume sonore assez fort pour que les chiens le trouvent désagréable.

On peut aussi utiliser un tel circuit pour découvrir les charmes de l'électronique analogique. Le schéma est limpide (**fig. 4**). C'est un exemple d'oscillateur de relaxation. Les transistors T3 et T4 forment ensemble un classique multivibrateur astable dont la fréquence est d'environ 21 kHz avec les valeurs des composants indiquées. Cette fréquence se situe hors du spectre de l'ouïe humaine. Du fait de sa configuration symétrique, le circuit délivre une onde carrée symétrique (ainsi nommée parce que la durée des impulsions est égale à celle des intervalles qui les

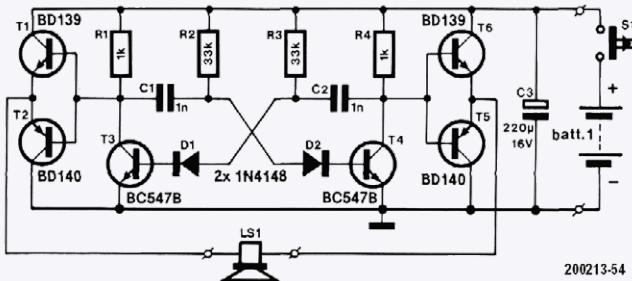


Figure 4. Ceci n'est rien d'autre qu'un multivibrateur astable avec étages de puissance.

séparent). Les diodes D1 et D2 empêchent le circuit de produire d'autres sons que l'onde carrée de 21 kHz souhaitée.

L'onde carrée de 21 kHz est considérablement amplifiée par les deux étages de sortie *push-pull* (T1/T2 et T5/T6) qui attaquent le tweeter piézo LS1.

Conçu pour une alimentation par batterie de 9 V (PP3/6LR22), le circuit d'origine faisait appel à un tweeter Monacor de type KSN1001A ou équivalent. On en trouve sur l'internet de nombreuses variantes «modernes».

Avertissement : le volume sonore est très fort, il ne faut donc pas l'utiliser à proximité des oreilles sensibles d'un chien – sauf si vous êtes attaqué, bien sûr.

Ce montage vous invite aussi à expérimenter à votre guise. Essayez p. ex. avec différentes valeurs de composants et un HP normal. Ça pourrait donner une sirène de vélo ou un autre engin sonore de votre invention !



idée : Burkhard Kainka (Allemagne)

Avec ce multivibrateur, vous pouvez maintenir en forme vos accus au plomb pendant qu'ils ne servent pas.

Gardez en forme vos accus au plomb inutilisés

Ce circuit super simple (fig. 5) montre un vieux principe qui consiste à produire un signal en dents de scie à l'aide d'une lampe au néon (le composant à droite) et d'un condensateur (C1). Ce circuit est un des nombreux exemples de multivibrateurs (ou oscillateurs) astables dits de « relaxation » parce qu'on y voit alterner un phénomène d'élaboration d'une tension avec un phénomène de relâchement soudain. Il fonctionne aussi avec, à la place de la lampe au néon, un transistor PNP comme le montre la publication originale dans Elektor de juillet-août 2011 (p. 76). Ce qui est moins connu, c'est le fait que cet oscillateur fonctionne également avec un transistor NPN

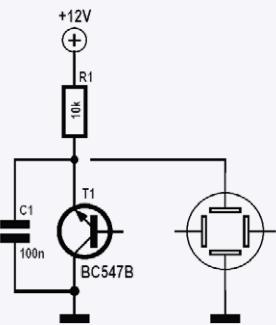


Figure 5. L'oscillateur de relaxation et son équivalent à transistors.

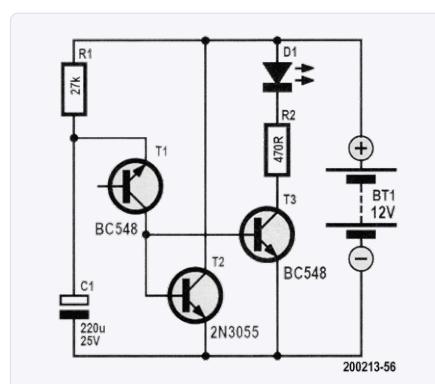


Figure 6. Il suffit de trois fois rien pour entretenir la charge d'une batterie.

plus courant (ici un BC547).

Les batteries au plomb-gel ont la désagréable propriété de se mettre à présenter une résistance élevée si elles restent longtemps inutilisées. Il n'est pas impossible de ramener à la vie une telle batterie ankylosée, mais c'est fastidieux et le résultat est incertain. Il serait donc nettement préférable de ne pas en arriver là. Une mesure de précaution éprouvée consiste

à demander à la batterie de très brèves impulsions de courant d'assez forte intensité. Cela peut se faire avec le circuit suivant. Mais oui, vous reconnaissiez l'oscillateur du circuit multivibrateur mentionné au début.

La batterie au plomb BT1 (fig. 6) ne s'endort pas, même si elle reste longtemps inutilisée et reste donc en forme. L'oscillateur autour de T1 commande la base du transistor de puissance T2, qui, avec les valeurs spécifiées, applique toutes les deux secondes à la batterie une très brève (2 ms) impulsion de décharge de 1 A. Il n'y a pas lieu de s'inquiéter, car cela correspond à un courant moyen d'environ 1 mA, une intensité qui correspond grossièrement à l'autodécharge spontanée d'une batterie plomb-gel. Le circuit formé par T3, D1 et R2 sert d'indicateur visuel (approximatif) de l'état de charge : moins la LED s'allume, plus la tension de la batterie est faible.



idée : Elex-team

Quand il faut percer quelques trous dans un mur pour y suspendre une étagère, on court toujours le risque de toucher une conduite. Comment savoir ce qui se cache sous la couche lisse de cet apprêt ? Mieux vaut prévenir que guérir. Voici un moyen simple de vérifier... et de s'instruire !

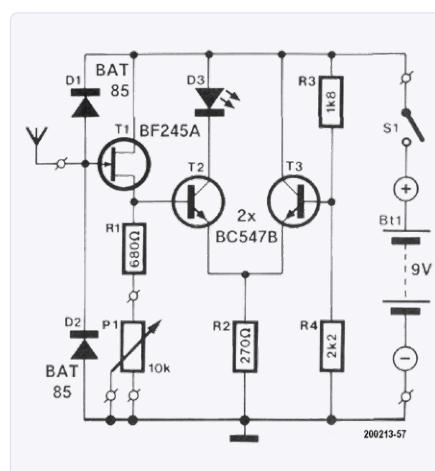


Figure 7. Moins raffiné que les détecteurs de conduite modernes, celui-ci est aussi plus facile à faire soi-même très rapidement.

Détecteur de câbles encastrés

Le risque couru quand on perce un trou dans un mur n'est pas seulement celui d'un (dangerous !) choc électrique possible, et du court-circuit massif très probable, consécutifs au perçage accidentel d'un câble, mais il y a aussi les fastidieuses conséquences techniques d'un tel accident et les réparations. Dans tous les cas, le câble endommagé doit être remplacé. Ce qui n'est déjà pas très agréable, même si ce câble passe dans une gaine bien disposée, devient un cauchemar quand on tombe sur des fils enfouis à cru sous le plâtre. Avant toute intervention, il est

donc indiscutablement préférable de mettre toutes les chances de votre côté. Toute caisse à outils digne de ce nom devrait donc contenir un détecteur de câbles et de conduites. Un appareil que l'on peut aussi construire soi-même, pour éviter les mauvaises surprises, mais aussi pour s'instruire (fig. 7).

Une sorte d'«antenne» est connectée à la grille du FET T1. Pour cela, un morceau de fil de cuivre rigide d'environ 20 cm fera l'affaire ; sa fonction est de capter le bourdonnement de la tension alternative du secteur à 50 (ou 60) Hz. Grâce à la très haute impédance d'entrée du FET, la charge que le circuit en aval pourrait constituer pour l'antenne est faible. Les diodes BAT85 D1 et D2 sont du type Schottky, elles protègent la grille du FET contre des pointes de tension trop élevées susceptibles de détruire ce composant.

Tamponnée par le FET, la tension d'antenne est alors disponible sur la source de T1, où le niveau de tension continue peut être ajusté avec P1. Cette tension continue polarise la base de T2 à laquelle est appliqué aussi le signal venu de l'antenne. Le transistor T2 fonctionne comme comparateur, entre la tension sur sa base et la tension sur son émetteur. Cette dernière est déterminée par T3. Avec les valeurs des composants indiquées ici, la tension aux bornes de R2 est d'environ 4,25 V, de sorte que T2 commencera à conduire lorsque sa tension de base dépassera 4,95 V. Ce qui aura pour effet d'allumer la LED D3, qui signale ainsi la présence d'un signal capté par l'antenne.

Il faut régler P1 de sorte qu'au repos, c'est-à-dire en l'absence de conduite, la LED reste éteinte. On fera ce réglage en présence d'une conduite connue à proximité de laquelle on déplacera l'antenne.



idée : Kees van der Geer (Pays-Bas)

Le manque d'eau peut avoir des conséquences irrémédiables pour les plantes. Le spectacle de jeunes pousses qui dépérissent est désolant... dire qu'il aurait suffi d'un discret détecteur de sécheresse pour éviter le désastre !

Alerte sécheresse pour amateurs de plantes distraits

Le principe de ce circuit est la simplicité même : à mesure que le sol autour des racines de la plante perd son humidité, sa résistance électrique augmente. Mesurons cette résistance ; dès qu'elle sera devenue trop forte, il est probable que la terre du pot sera devenue trop sèche, il suffira de déclencher l'alarme.

À idée simple, schéma simple (fig. 8). L'essentiel, ce sont des deux comparateurs intégrés dans TLC3702. Le premier est configuré comme oscillateur (en fait un multivibrateur astable) dont la période est d'environ 2 s avec les valeurs de composants indiquées. De brèves impulsions positives et négatives arrivent à travers les condensateurs C2 et C3 à l'entrée inverseuse du second comparateur, qui lui est configuré comme un monostable (*one-shot* en anglais). Avec les deux électrodes fichées dans le sol, C2 et R5 fonctionnent effectivement comme un différentiateur. Selon que le sol est plus ou moins humide, une part plus ou moins grande de cette impulsion est déviée vers la masse (ici c'est bel et bien *la terre* !) par la paire d'électrodes. Autrement dit, à mesure que la terre du pot s'assèche, l'impulsion qui parvient au deuxième comparateur est de moins en moins atténuée.

Avant de poursuivre, notons qu'ici les impulsions positives n'ont d'effet que pour l'électrochimie des électrodes : en compensant l'effet

des impulsions négatives, elles empêchent en effet la corrosion. Cette alternance d'impulsions positives et négatives est une astuce cachée de ce projet. Lorsque la durée de l'impulsion négative à l'entrée inverseuse du second comparateur devient suffisante, le monostable est déclenché et la LED s'allume pendant environ 100 ms, tandis que retentit un bip qui attire votre attention... et ça durera tant que la plante assoiffée n'aura pas été arrosée. Un circuit simple, disons-nous, dont l'avantage réside dans sa très faible consommation. En effet, même si la LED et le buzzer devaient être activés sans cesse toutes les deux secondes, la batterie de 9 V tiendrait des mois. C'est grâce au circuit intégré utilisé ici en combinaison avec les valeurs de résistance très fortes.

NB : Une nouvelle version de ce schéma est en préparation au labo d'Elektor. Rendez-vous dans le prochain numéro.



idée : Friedrich Lischek (Allemagne)

La série «Le retour de petits circuits» avait commencé en ligne par un «relais éco-énergétique». Voici une variation sur ce sujet. Rien de tel pour améliorer un circuit qu'une simplification !

Relais à haut rendement énergétique

Le gros inconvénient du relais éco-énergétique décrit dans le 1^{er} épisode de cette série réside dans la nature des poussoirs à contact fermé au repos (*normally closed*). Ces interrupteurs ne sont pas courants et la plupart

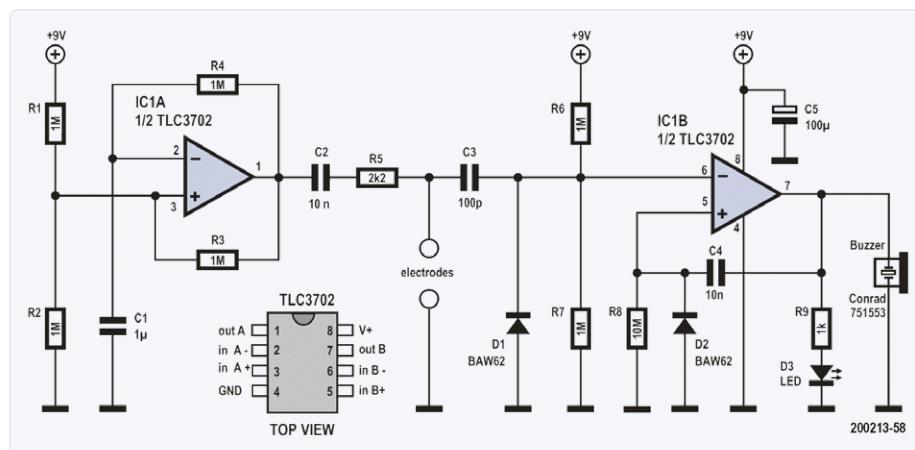


Figure 8. Deux comparateurs sont l'essentiel du circuit de cette alarme.

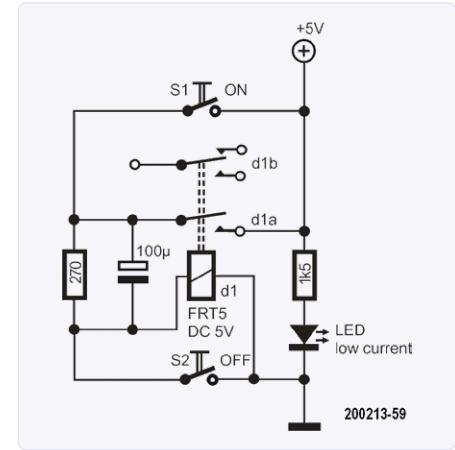


Figure 9. Le relais monostable fonctionne ici en relais bistable.

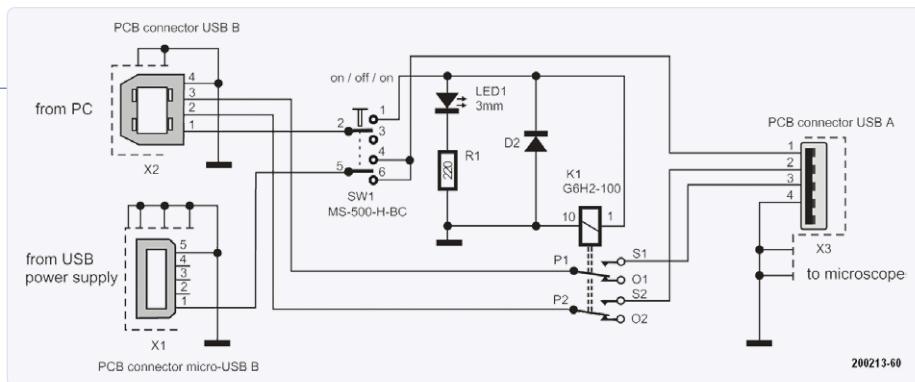


Figure 10. Attention : l'inverseur doit être du type marche-arrêt-marche à trois positions !



@ WWW.ELEKTOR.FR

➤ **Livre en français : L'électronique pour les débutants - Rémy Mallard**
www.elektor.fr/l-electronique-pour-les-debutants

➤ **Microscope numérique Andonstar ADSM302**
www.elektor.fr/18374

➤ **Microscope numérique Andonstar AD407**
www.elektor.fr/19079

des électroniciens n'auront probablement pas ça sous la main. Le petit circuit ingénieux que nous vous proposons d'examiner maintenant fait appel à des boutons courants, des pousoirs dont le contact est ouvert au repos. Le contact est fugitif. Dès qu'on relâche le bouton, le contact est rompu. Il commande un relais monostable 5 V standard muni de deux contacts (inverseurs) (fig. 9). La caractéristique intéressante de ce circuit est que le relais **monostable** d'origine (c'est-à-dire un relais dont le contact normalement ouvert n'est fermé que tant que la bobine est excitée ; sans courant de bobine, le contact revient à l'état de repos) est utilisé ici comme un relais **bistable** : après avoir appuyé sur «ON», le contact normalement ouvert reste fermé jusqu'à ce qu'on appuie sur «OFF».

Pour ce faire, on utilise une des paires de contacts du relais pour alimenter le relais. Ce n'est pas difficile à comprendre : la bobine du relais est excitée quand on appuie sur S1 ; les contacts **d1a** et **d1b** changent d'état, de sorte que la bobine du relais restera excitée à travers le contact **d1a** et la résistance de 270 Ω. Au moment de la mise sous tension et si on appuie sur S1, le condensateur électrolytique de forte capacité encore déchargé agit comme un court-circuit, le courant d'excitation initial à travers la bobine du relais suffit pour exciter le relais, maintenu ensuite à l'état excité comme nous l'avons dit. Pour couper le relais après la mise sous tension, il suffit d'appuyer sur S2 : la bobine du relais est court-circuitée ; les contacts du relais se décollent et l'état de repos est rétabli.

La LED indique si le circuit est prêt à fonctionner. Un détail agréable est que le relais ne se ferme pas dès l'application de la tension d'alimentation ; il faut donc appuyer sur S1. Et que se passe-t-il si quelqu'un a l'idée d'appuyer sur les deux boutons en même temps ? Pas de problème, il ne se passe rien car S2, qui court-circuite la bobine, est prioritaire.



idée : Martin Oppermann (Allemagne)

Le microscope USB ADSM302 d'Andonstar est un outil assez modeste d'apparence mais ô combien précieux pour les tâches très minutieuses dans un labo d'électronique. Ceci vaut aussi pour son grand frère, l'AD407. Il présente quelques faiblesses qui peuvent être corrigées par le petit circuit décrit ici.

Améliorer le microscope Andonstar ADSM302

Le microscope ADSM302 peut être utilisé soit comme appareil autonome, soit comme périphérique d'un ordinateur. Dans le premier cas, vous voyez des images en direct sur l'écran du microscope lui-même. Dans le second cas, l'image est affichée sur l'écran de l'ordinateur. Lorsqu'il fonctionne avec un ordinateur, le microscope est également alimenté par son port USB, et c'est là le premier problème. L'intensité du courant que peut fournir un port USB 2.0 est limitée à 500 mA, ce qui est insuffisant (même si l'éclairage du microscope est éteint). Il faut un port USB 3.0 pour satisfaire les besoins en courant de ce microscope. Pour passer du fonctionnement autonome au fonctionnement sur ordinateur, le câble entre le microscope et le PC doit être branché et débranché à plusieurs reprises – ce qui est peu propice à la longévité des fiches. Le petit circuit (fig. 10) résout ces deux problèmes. Il est doté d'une prise micro-USB, ce qui permet d'utiliser un adaptateur secteur USB ordinaire pour alimenter le microscope. Et d'une.

Un inverseur de mode permet de passer du fonctionnement *autonome* au fonctionnement *avec PC*. Et de deux !

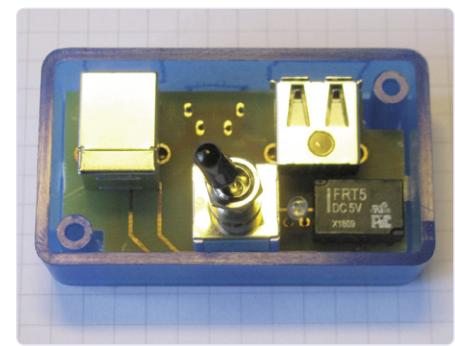


Figure 11. L'auteur a dessiné un circuit imprimé dont le tracé pourra être téléchargé grâce au lien indiqué.

Les contacts de commutation du relais miniature relient ou non les lignes de données USB du PC au microscope. Le type de l'interrupteur utilisé est important : on voit sur le schéma que l'ordre de commutation est marche-arrêt-marche ; lors de la commutation entre les deux modes de fonctionnement, la position *arrêt* intermédiaire assure que l'alimentation électrique du microscope est coupée brièvement afin d'initialiser le microscope et pour que l'électronique puisse reconnaître le mode de fonctionnement correct (autonome ou avec ordinateur). La LED s'allume en mode *avec ordinateur*. Ce circuit peut être assemblé sur une carte de prototypage ; pour les prises USB, vous pouvez cannibaliser quelques câbles USB bon marché. Vous pouvez aussi (comme l'a fait l'auteur) concevoir un vrai circuit imprimé et utiliser de vraies prises USB montées sur circuit imprimé, et tout monter selon les règles de l'art dans un petit boîtier (fig. 11). 

200213-04

LIEN

[1] **la page de cet article sur notre site** : www.elektormagazine.fr/200213-04