

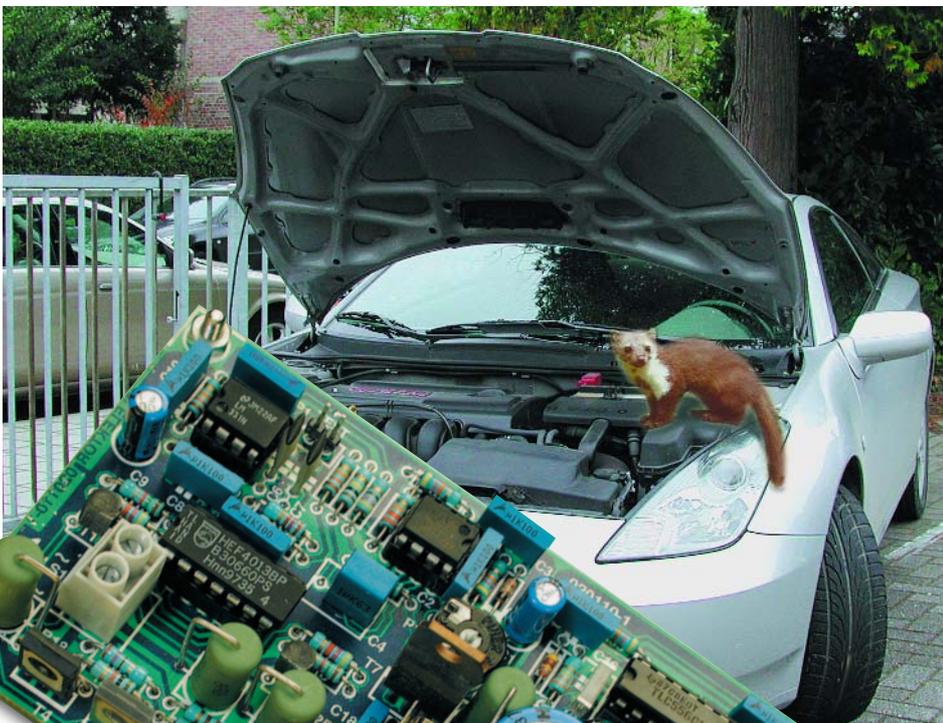
# Chasse-nuisibles

Respecte la nature sous tous ses aspects

À la batterie : Ton Giesberts

Au clavier : Sjef van Rooij

La fouine ne cesse d'étendre son territoire. Elle le déplace progressivement de la campagne vers la ville où elle peut être la source de gros problèmes. Ce rongeur aime changer de régime et planter à l'occasion ses incisives dans le câblage ou les canalisations de véhicules en tout genre, avec tous les inconvénients que cela présente. Il est temps de prendre les mesures qui s'imposent. Impossible de contourner la fée « électronique ».



Notons que ce ne sont pas uniquement leurs dents acérées qui font des fouines des nuisibles. De plus en plus souvent elles élisent domicile dans le soubassement ou le grenier des maisons. Cet hébergement forcé se traduit par tant de gêne auditive et olfactive que rare sont les personnes à être charmées par la perspective d'avoir à héberger de tels hôtes. Comment se fait-il que la fouine ait cette nette tendance à vouloir s'« urbaniser » ? Depuis toujours, ce rongeur appréciait de se trouver à proximité des habitations. Outre les arbres creux, les amas de branchages et les terriers, la fouine aime utiliser les vieilles remises et les fermes abandonnées pour s'y établir. L'urbanisation croissante a sensiblement réduit le nombre d'étables et de fermes « disponibles ». De plus, les fermes qui existaient encore ont, pour un grand nombre d'entre elles, subi des rénovations de sorte que les vieux hangars ont quasiment disparu. La fouine adorant les environnements tièdes et secs, elle se voit forcée, de nos jours, à trouver refuge dans des hangars, remises, bâtiments scolaires, voire greniers et soubassements de maisons -de préférence en bordure de ville ou de village, encore que l'on ait signalé des

## Caractéristiques techniques résumées :

Tension d'alimentation :	9 à 15 V max.
Courant consommé (1 tweeter PH8)	400 mA (lors d'une impulsion)
Courant consommé max. (4 PH8 en parallèle)	900 mA (lors d'une impulsion)
Courant de veille (K2 ouvert)	< 1 mA
Rapport impulsion/pause	1 mn toutes les 4 mn
Fréquence de sortie	19 à 38 kHz
Fréquence de sortie (JPI implanté)	9,5 à 19 kHz
Fréquence de balayage	2 à 19 Hz
Fréquence de clignotement	3 Hz
Courant de LED	6 à 40 mA
Entrée LL	> 2,5 V
Entrée OC	< 1 mA (≈ 15 V / 15 kΩ max.)

fourines (et aussi des martres) au cœur de grandes villes (de par la présence de bois de grande superficie). Le compartiment moteur ô ! combien tiède des voitures est devenu l'un de ses refuges de prédilection. Si ce *squatting* ne constitue pas de problème en soi, l'ennui se faisant sentir, ces jolis rongeurs décident de faire honneur à leur nom et se font un plaisir de mettre la dent dans tout ce qui se trouve à leur portée. On trouve, sous le capot du moteur, nombre de tuyaux de transfert de liquide de refroidissement, câbles électriques de l'allumage qui ne manquent pas d'attirer son attention; même la courroie du ventilateur paraît être un met de choix (coriace il est vrai), mais il faut bien garder des dents bien aiguisées.

### À quoi reconnaître une fourine ?

Comment pouvez-vous savoir s'il y a une fourine dans les parages. Si vous avez des doutes, vous pouvez vous mettre à l'affût et armé d'une paire de jumelles essayer de voir si vous découvrez quoi que ce soit de suspect. La fourine fait partie, tout comme le blaireau, la loutre, l'hermine, le furet, le putois et la martre, du groupe des mustélidés. On notera que l'on connaît également la martre fourine, objet de toutes nos attentions et que la fourine est également connue sous la dénomination de martre du hêtre... Ce rongeur est étonnamment fin, mesure de 40 à 50 cm, possède une longue queue bien fournie. La fourine de couleur gris-

brun possède un joli jabot blanc qui descend souvent jusqu'aux pattes. Vu de loin, pour un non-spécialiste, la fourine pourrait ressembler à un chat, maigrichon il est vrai et plus bas sur pattes. Cet omnivore dort le jour et s'active la nuit.

S'il devait avoir choisi votre grenier comme l'un de ses lieux de séjour (il en a souvent plusieurs entre lesquels il se déplace) sa présence se traduit par des bruits de sautilllements. Lorsque la fourine a des petits, il se peut que l'on entende leurs couinements le tout souvent accompagné du « parfum » de leurs excréments. Si vous découvrez des traces de morsures inexplicables ou que vous trouvez de morceaux de plastique ou de caoutchouc sous votre voiture, inutile de vous faire un dessin, il est temps de prendre des mesures.

### Comment m'en débarrasser ?

Dans de nombreux pays d'Europe, la fourine est un animal protégé qu'il est partant interdit de capturer ou de tuer.

Que puis-je faire alors ? Vous pouvez commencer par essayer de découvrir l'endroit par lequel la fourine entre chez vous et le fermer par exemple à l'aide d'un grillage. Cette opération devra bien entendu se faire pendant une absence certaine de l'animal. Si la fourine a pris votre voiture comme cible, vous pouvez disposer sous le compartiment moteur une vieille couverture que vous aurez aspergée d'ammoniac, la fourine déteste ce parfum, de sorte qu'avec un peu de chance, vous pourrez en être débar-

rassé au bout de quelques jours.

On peut également envisager d'utiliser un spray anti-fourine spécialement prévu pour cet usage, voire faire énormément de bruit. Le problème est que ces solutions ne sont que temporaires : dès que les choses sont redevenues normales, la fourine rentre de nouveau « chez elle ».

La seule technique au succès assuré pour chasser définitivement les fourines est d'utiliser un petit appareil produisant un signal relativement puissant et dont la hauteur dépasse la limite d'audition de l'oreille humaine. Les fourines n'apprécient pas du tout ces signaux sonores et ne tardent pas à changer de domicile. Autre avantage de ce genre d'appareil : il gêne aussi d'autres nuisibles au nombre desquels les souris, les rats et même les blattes et autres cancrelats qui détestent tant les signaux ultra-sonores qu'ils vont voir ailleurs.

### Le concept

Un chasse-nuisible électronique tel que celui-ci est non seulement le moyen le plus efficace et le plus respectueux de la nature pour se débarrasser de ces nuisibles mais de plus sa réalisation est parfaitement dans nos cordes. Intéressons-nous au concept de l'appareil décrit ici.

Nous sommes partis d'un oscillateur commandé en tension (VCO ou *Voltage Controlled Oscillator*) que nous modulons par le biais d'un second oscillateur de manière à ce que le signal de sortie varie continuellement entre 19 et 38 kHz. Nous aurions bien entendu pu opter pour une fréquence fixe mais comme personne ne sait très exactement quelle est la fréquence que les fourines détestent le plus, nous avons préféré opter pour un balayage de fréquence sur l'ensemble de la plage critique. Le signal de sortie subit une bonne amplification avant d'être reproduit par un tweeter piézo-électrique. Le résultat est émis à un niveau « terrifiant » de 105 à 110 dB, niveau insupportable pour tout animal capable d'entendre de telles fréquences. Le dimensionnement de l'étage de sortie est tel que l'on peut envisager de monter un maximum de 4 tweeters en parallèle, à supposer que l'on veille, par exemple, s'attaquer simultanément aux 4 coins d'un grenier.

La génération d'un niveau sonore aussi élevé se traduit bien entendu par une consommation de courant importante. Nous avons, de manière à pouvoir envisager une alimentation portable, par le biais d'une batterie de voiture par exemple, opté pour un fonctionnement discontinu du montage : 1 minute de fonctionnement suivie de 3 minutes de repos. Nous évitons ainsi de vider une batterie en

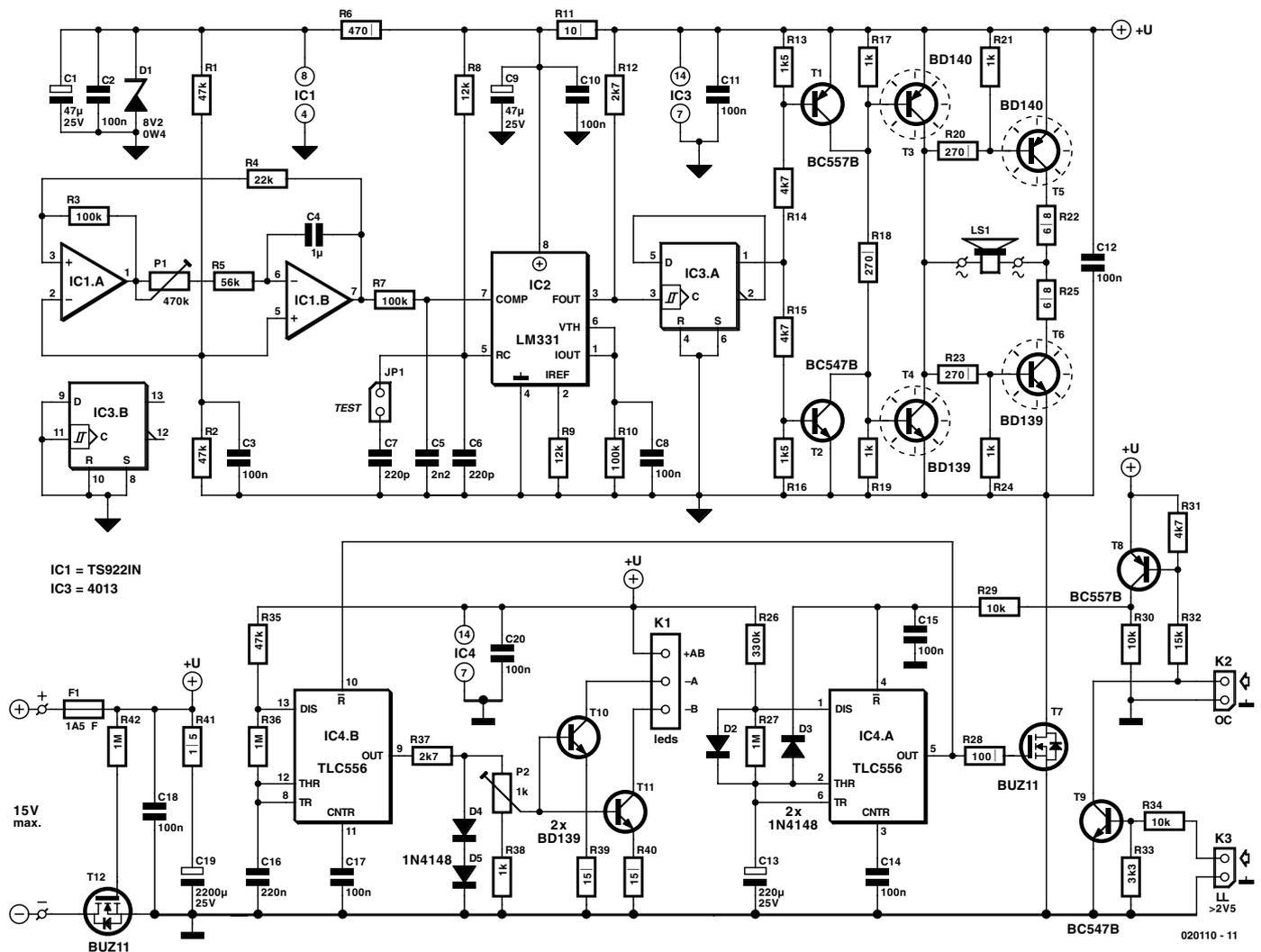


Figure 1. L'électronique de notre chasse-nuisibles. La partie supérieure du schéma se charge de la production du signal sonore.

l'espace de 24 heures.

Nous avons ajouté, en petit extra, une possibilité de doter le montage d'un « épouvantail optique » qui prendrait la forme de quelques LED de forte luminosité clignotantes : à la place de la fouine nous irions fouiner ailleurs !

### De la théorie à la pratique

Un coup d'oeil au schéma représenté en **figure 1** nous permet d'identifier le VCO sous la forme de IC2, un LM331. Ce composant, qui se contente de très peu de composants connexes, est en mesure de fournir des signaux de sortie rectangulaires d'une fréquence allant de 1 Hz à 100 kHz. Les composants qui déterminent la fréquence fournie par IC2 sont les résistances R8 à R10 et les condensateurs C6 (en combinaison avec C7) et C8.

Le signal de commande servant à la modulation de fréquence du VCO est appliqué à la

broche 7 de IC2. Il arrive de l'oscillateur triangle/rectangulaire que constituent les portes IC1.A et IC1.B. Cet oscillateur fournit une tension de sortie triangulaire dont l'amplitude varie entre 3 et 5 V. La vitesse de la modulation (la fréquence de balayage, *sweep*) se laisse ajuster entre 2 et 19 Hz par une action sur l'ajustable P1. Il est peut-être possible d'influer quelque peu sur l'effet de ce chasse-nuisibles en jouant sur ce composant.

Le dimensionnement de l'ensemble constitué par le VCO et l'oscillateur triangle/rectangulaire est tel que la fréquence obtenue varie bien entre 19 et 38 kHz. On pourra, si l'on veut s'assurer du fonctionnement du circuit, fermer momentanément le cavalier JP1, ce qui se traduit par un abaissement d'un octave de la fré-

quence de l'oscillateur; le signal sonore produit est alors également audible par un être humain (si tant est qu'il ne soit pas sourd).

Comme le rapport cyclique du signal de sortie du LM331 n'est pas constant, on trouve en aval de ce dernier un diviseur par 2, IC3.A. Dans ces conditions le rapport cyclique se trouve toujours être de 50% quelle que soit la fréquence. La prise d'un diviseur par 2 entraîne bien évidemment pour conséquence qu'il faut choisir une fréquence de VCO 2 fois supérieure : dans ces conditions IC2 fournit une fréquence variant entre 38 et 76 kHz.

Lors de la définition du cahier des charges de l'amplificateur de sortie chargé d'attaquer le tweeter piézo-électrique, le facteur primordial a été de lui faire fournir la tension de sor-

tie la plus élevée possible pour le haut-parleur LS1. Pour ce faire nous avons utilisé un amplificateur en pont tout ce qu'il y a de plus simple, amplificateur dont les paires T3/T6 et T4/T5 sont alternativement en conduction. Bien que d'aspect peu conventionnel, l'étage de sortie a un fonctionnement simple :

T3 et T4 utilisent une résistance de base commune, R18, pour entrer en conduction. T3 et T4 sont mis alternativement en conduction par le biais des transistors T1 et T2. Le dimensionnement du diviseur de tension, R14/R13 et R15/R16 selon le cas, repose sur le principe couper avant de rétablir le contact (*break-before-make* disent les anglais). Lorsque la sortie de IC3.A atteint un niveau égal à la moitié de la tension d'alimentation T1 et T2 sont tous deux en conduction. On évite ainsi que T3 et T4 ne puissent être en conduction simultanément. Il est possible ainsi, si le besoin devait s'en faire sentir, de sortir IC3 sans risquer de courant de court-circuit. Les sorties interconnectées de T3 et T4 attaquent les transistors de puissance T5 et T6 de façon à ce que l'on ait, selon le cas, conduction simultanée des paires T3/T6 ou T4/T5.

En vue d'éviter, le plus simplement possible un court-circuit entre T5 et T6, chacun de ces transistors est doté, dans sa ligne de collecteur,

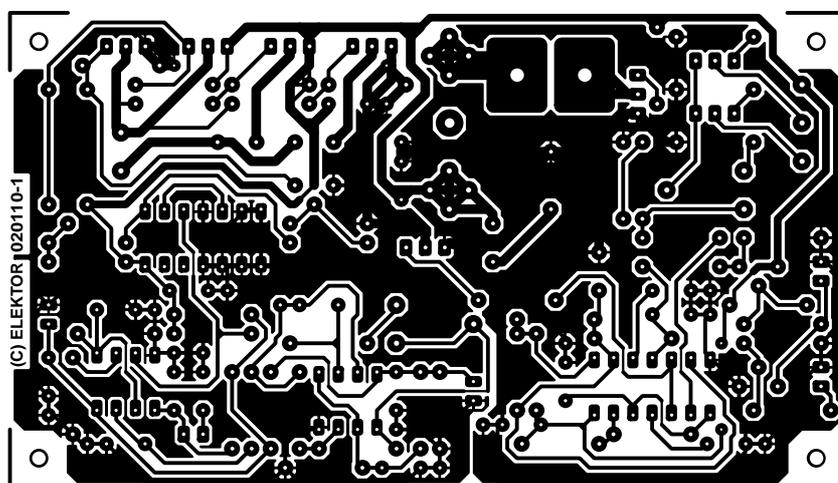
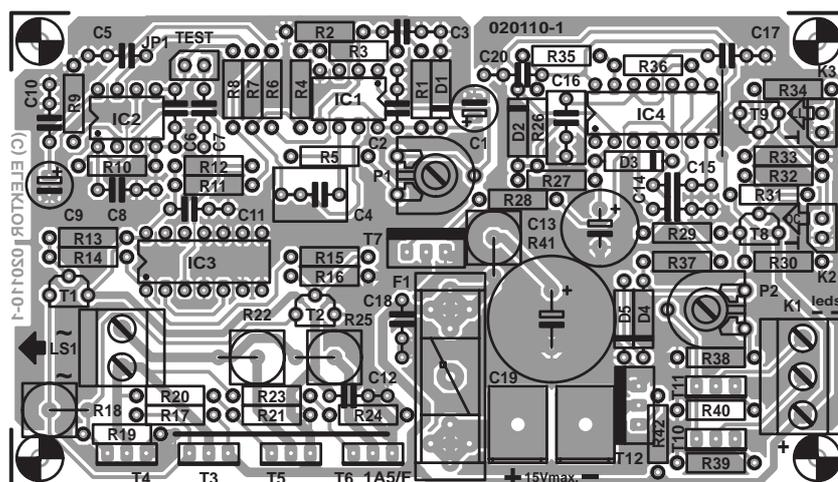


Figure 2. Un dessin des pistes bien pensé a permis de réduire à 2 seulement le nombre de ponts de câblage nécessaire.

## Liste des composants

### Résistances :

R1,R2,R35 = 47 k $\Omega$   
 R3,R7,R10 = 100 k $\Omega$   
 R4 = 22 k $\Omega$   
 R5 = 56 k $\Omega$   
 R6 = 470  $\Omega$   
 R8,R9 = 12 k $\Omega$   
 R11 = 10  $\Omega$   
 R12,R37 = 2k $\Omega$ 7  
 R13,R16 = 1k $\Omega$ 5  
 R14,R15,R31 = 4k $\Omega$ 7  
 R17,R19,R21,R24,R38 = 1 k $\Omega$   
 R18 = 270  $\Omega$ /5 W  
 R20,R23 = 270  $\Omega$   
 R22,R25 = 6 $\Omega$ 8/5 W  
 R26 = 330 k $\Omega$   
 R27,R36,R42 = 1 M $\Omega$   
 R28 = 100  $\Omega$   
 R29,R30,R34 = 10 k $\Omega$   
 R32 = 15 k $\Omega$   
 R33 = 3k $\Omega$ 3  
 R39,R40 = 15  $\Omega$

R41 = 1 $\Omega$ /5 W  
 P1 = ajustable 470 k $\Omega$   
 P2 = ajustable 1 k $\Omega$

### Condensateurs :

C1,C9 = 47  $\mu$ F/25 V radial  
 C2,C3,C8,C10 à  
 C12,C14,C15,C17,C18,C20 = 100 nF  
 C4 = 1  $\mu$ F MKT, au pas de 5/7,5 mm  
 C5 = 2nF2  
 C6,C7 = 220 pF  
 C13 = 220  $\mu$ F/25 V radial  
 C16 = 220 nF  
 C19 = 2 200  $\mu$ F/25 V radial

### Semi-conducteurs :

D1 = diode zener 8V2/400 mW  
 D2 à D5 = 1N4148  
 T1,T8 = BC557B  
 T2,T9 = BC547B  
 T3,T5 = BD140  
 T4,T6,T10,T11 = BD139  
 T7,T12 = BUZ11  
 IC1 = TS922IN (STMicroelectronics (chez

Farnell entre autres)

IC2 = LM331N  
 IC3 = 4013  
 IC4 = TLC556

### Divers :

JP1 = embase autosécable à 2 contacts + cavalier  
 K1 = bornier encartable à 3 contacts au pas de 5 mm  
 K2,K3 = embase autosécable à 2 contacts  
 LS1 = bornier encartable à 2 contacts au pas de 5 mm  
 tweeter piézo : PH8 (Visaton)  
 F1 = porte-fusible + fusible 1,5 AF  
 LED haute luminosité (pas sur la platine) telles que, par exemple, Sharp Super-luminosity LED Lamp GL0ZS042B0S (chez Conrad RFA n° 18 30 08)  
 2 languettes auto pour montage vissé sur platine, boulon et écrou 3 mm

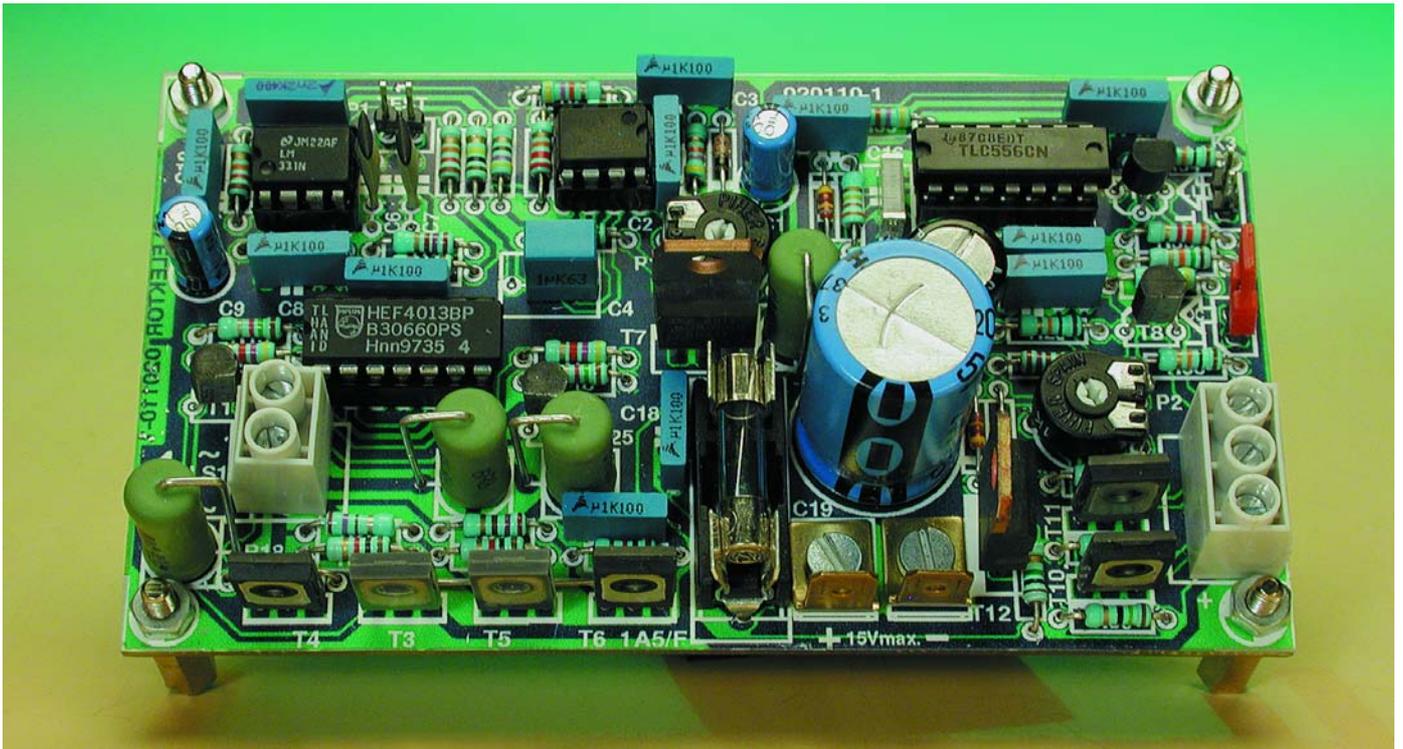


Figure 3. Voici à quoi devrait ressembler votre exemplaire une fois que vous en aurez terminé la réalisation. Nous avons prévu un refroidissement des transistors T3 à T6.

d'une résistance-talon, R22 et R25 respectivement, précaution qui se traduit par une limitation du courant.

Avantage additionnel de cette précaution : l'ensemble de l'étage de sortie est protégé contre un court-circuit (pour une durée très brève il est vrai, sinon les résistances R22 et R25 partent en fumée). Troisième avantage que présente la mise en place de résistances de sortie : les crêtes de courant se voient limitées par la charge capacitive que constituent les tweeter piézo, ce qui ne peut avoir que des conséquences positives sur la durée de vie de ces derniers.

Bien qu'il soit possible, en principe, d'utiliser d'autres types de tweeters piézo, nous avons utilisé, pour notre prototype, un tweeter piézo du type PH8 (Visaton) pour LP1. Ce haut-parleur est doté d'un petit évent et fournit, à une puissance d'entrée 1 W, un niveau acoustique de 96 dB. L'amplificateur de sortie pouvant fournir de l'ordre de 20 W, il n'est pas difficile de calculer le nombre impressionnant de décibels produits par notre chasse-nuisible. Heureusement que le signal produit se situe au-delà du domaine d'audibilité par l'ouïe humaine.

## Les autres fonctions

La commutation périodique du signal ultrasonore produit est l'affaire d'un 556, IC4.A,

monté en multivibrateur astable. Tant que la sortie de IC4.A (sa broche 5) se trouve au niveau haut, le transistor T7 est passant de sorte que les circuits intégrés IC1 à IC3 et l'amplificateur de puissance reçoivent leur tension d'alimentation. Pendant la période de blocage, la sortie de IC4.A est au niveau bas, T7 bloque et la connexion à la masse de l'ensemble oscillateur/amplificateur est interrompue.

De manière à avoir, lors de l'activation du signal sonore, les pertes de tension les plus faibles possibles, nous avons choisi, pour T7, un FET-MOS de puissance du type BUZ11 qui possède une résistance de canal extrêmement faible ( $R_{DS(ON)}$  typique = 0,04  $\Omega$ ).

Nous avons en outre prévu, de manière à rendre le montage le plus universel possible, une possibilité de commande du temporisateur (*timer*) IC4.A par le biais d'un organe extérieur (par l'intermédiaire d'un capteur infrarouge passif par exemple). Il est possible, par le biais de T8, d'activer le montage à l'aide d'une sortie à collecteur ouvert (OC, K2). Nous avons ajouté T9 pour le cas où l'on ne disposerait que d'un niveau

logique (>2,5 V), la ligne LL sur K3. Lorsque T8 cesse d'être actif, la ligne de réinitialisation (*reset*) de IC4.A est forcée au niveau « bas » par les résistances R29 et R30. La présence de la diode se justifie pour éviter de rendre inopérante instantanément une sortie active.

Il se peut, en fonction de la charge de C13, qu'il faille un peu plus longtemps avant que n'ait lieu la réinitialisation de IC4.A. Il se passe un phénomène intéressant dans le cas d'une sortie inactive : le condensateur C13 se décharge alors au travers de la résistance R27. Mais lorsque T8 cesse de conduire la décharge de C13 s'accélère de sorte que la tension tombe en deçà de la valeur de seuil pour l'entrée de seuil (TRES) de IC4.A, ce qui se traduit par l'activation de la sortie, pendant quelques secondes, avant que la réinitialisation n'ait lieu.

Il nous reste à parler de l'extra « optique » évoqué plus haut. Il prend la forme d'un second temporisateur, IC4.B. montée en multivibrateur astable qui commande, par le biais d'une paire de sources de courant, les transistors T10 et T11, une paire de LED connectées à

l'embase K1. La fréquence de clignotement est, nous le disions, de 3 Hz. Comme nous avons prévu une possibilité de jouer sur les références des sources de courant, D4 et D5, par action sur P2, le courant traversant les LED se laisse ajuster entre 6 et 40 mA. Notez qu'il faut veiller à ce que les 2 sources de courant soient pourvues d'une charge sachant que sinon, le transistor non chargé dérive la tension de référence de l'autre transistor. On peut, le cas échéant, envisager de prendre les sorties en parallèle, ce qui permet de disposer d'un courant 2 fois plus important (1 x 80 mA maximum). Pour ces dispositifs optiques nous avons pensé à des LED à très forte luminosité (*super-luminosity LED*) de Sharp par exemple. On pourra, en fonction de la tension d'alimentation, monter en série plusieurs de ces super-LED. La tension directe de ces variétés de LED est de l'ordre de 2,5 V de sorte que l'on pourra en prendre 4 en série pour chaque source de courant dans le cas d'une tension d'alimentation de 12 V et 5 si cette dernière est de 15 V. Les anodes des 2 chaînes sont reliées à la ligne commune +AB, les cathodes de chacune de chaînes étant elles reliées séparément aux 2 lignes -A et -B.

## L'alimentation

L'alimentation de notre chasse-nuisible pourra se faire par le biais d'une batterie de voiture 12 V ou d'un adaptateur secteur fournissant entre 9 et 15 V. Il faut que la tension de sortie de ce dernier soit régulée vu l'absence de régulation sur le circuit imprimé et qu'il soit en mesure de fournir un courant important. Normalement, lors de la génération d'un signal sonore, la consommation de courant de l'ensemble est de quelque 400 mA, mais si l'on monte 4 tweeters en parallèle celle-ci peut passer à de l'ordre de 900 mA !

Le fusible F1 protège l'électronique contre un court-circuit, le FETMOS T12 constituant une sorte de protection contre une inversion de polarité de la tension d'alimentation. Si on le compare à son homologue T7, on pourrait penser que nous avons, au niveau de ce FETMOS, interverti le drain et la source, mais rassurez-vous, cela n'est pas le cas. On a bel et bien ouverture du canal, peu importe que le courant circule de la source vers le drain vu que la tension de grille (*gate*) est positive par rapport à la source. La diode de canal inévitablement présente dans un FETMOS se trouve alors dans le sens passant. En cas d'inversion de la

tension d'alimentation lors de son application, la tension de grille se trouve être négative par rapport à la source et la diode de canal se trouve montée en sens inverse ce qui l'amène à bloquer. L'utilisation d'un FETMOS permet d'éviter les pertes qu'implique l'utilisation classique d'une diode de protection prise en série avec l'alimentation.

## La réalisation

Nous avons dessiné à l'intention de ce montage une belle platine dont nous vous présentons le dessin des pistes et la sérigraphie en **figure 2**. En dépit de la petite taille de la platine, elle ne mesure que 11 x 6,5 cm, la mise en place des composants prendra le temps nécessaire vu la densité d'implantation adoptée. On commencera par les composants de faible hauteur (les résistances et les supports) avant de passer aux autres (résistances verticales, transistors et condensateurs électrochimiques). Attention à ne pas oublier les 2 ponts de câblage. Pourquoi d'ailleurs ne pas commencer par eux ? Le premier se trouve à proximité des transistors T3, T5 et T6, le second sur la droite de IC4.

Les points de connexion sont clairement identifiés de sorte que nous ne nous attendons pas à des problèmes à ce niveau. On pourra utiliser des borniers pour la connexion du haut-parleur et des LED (K1), sachant que nous avons prévu des languettes de type automobile pour le branchement de l'alimentation.

Les transistors de puissance T3 à T6 n'atteignent pas des températures dramatiques, mais il n'en reste pas moins que l'on pourra les doter d'un petit radiateur (une petite plaquette d'aluminium convient parfaitement). Ceci explique que nous ayons placé ces transistors sur le bord de la platine. Le montage des transistors sur le radiateur se fera par le biais d'une plaquette d'isolation pour les isoler l'un de l'autre.

Signalons, pour être complets que, si vous n'avez que faire d'une signalisation optique, l'on pourra tout simplement ne pas monter la partie centrée sur IC1.B, y compris T10, T11 et K1.

Nous vous laissons le choix du boîtier. Il existe toutes sortes de coffrets dans lesquels cette platine pourra trouver place. Il est recommandé, surtout si on envisage de monter le chasse-nuisible dans un véhicule, de le doter d'un coffret métallique.

Une dernière remarque : il faudra, en cas d'utilisation d'un détecteur de présence, mettre un cavalier sur l'embase K2. L'émission se fera dans ce cas-là de façon intermittente.



Figure 4. Le tweeter piézo PH8 de Visaton possède une plage allant de 3 à 40 kHz, ce qui lui permet de travailler dans l'extrême-aigu et ce à des puissances importantes.

(020110)