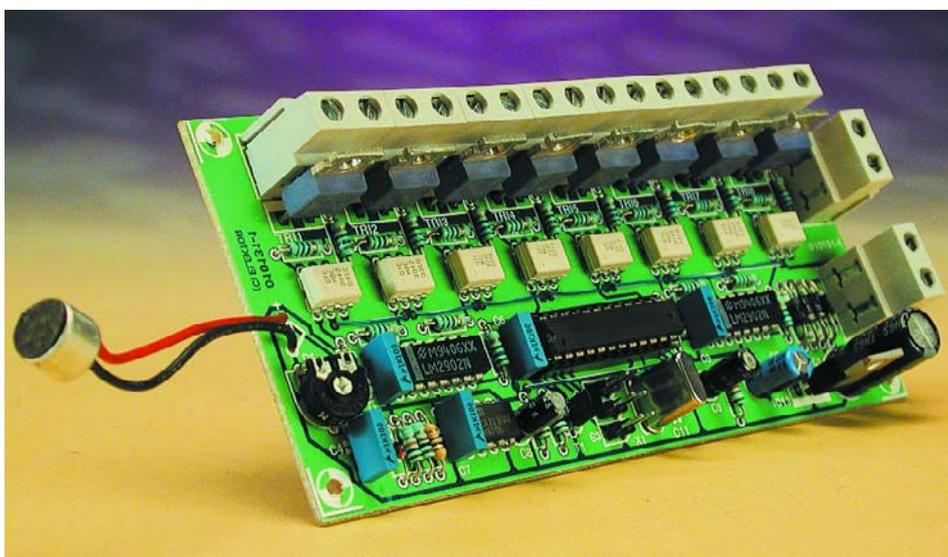


# Pilote d'éclairage disco à 8 canaux

Jusqu'à 500 watts par voie

Projet : Tom Varley

Si ce projet a été conçu à l'origine en tant qu'unité de commande d'éclairage disco autonome, rien n'interdit d'envisager de l'utiliser à d'autres fins, pour la commande d'une série de 8 sapins de Noël ou celle de l'éclairage d'une vitrine par exemple. Son activation se fait par signal sonore; ce montage peut fonctionner en autonome. Il connaît plusieurs effets, Blackout, Flood, VU-mètre, streak et succession de patrons.



Les organes de commande nécessaires se résument à une triplette de boutons-poussoirs. Son coeur et son cerveau prennent la forme d'un 87C750, un microcontrôleur OTP populaire de Philips. À l'origine, ce projet a été conçu à l'intention d'un DJ (Disc Jockey) ou d'un petit groupe de musiciens ayant besoin de piloter 8 dispositifs d'éclairage PAR-56 de 500 watts avec le moins de complications possibles. Ce projet devrait satisfaire, un certain temps

du moins, tous ceux d'entre nos lecteurs qui nous ont demandé l'une ou l'autre unité d'effets de lumière disco.

Il semblerait que les unités du commerce pouvant se targuer de spécifications sérieuses soient non seulement rares mais aussi relativement coûteuses, ce qui explique (et justifie pensons-nous) notre idée de vous proposer une unité à réaliser vous-

## Caractéristiques

- Effets : Flood, Blackout, Succession de patrons (Pattern Sequence), Détection rythmique (Beat Detect), VU-mètre, Suivi rapide après détection rythmique (Fast Chase on Beat Detect)
- Pilotage par microcontrôleur
- Détecteur de rythme (Beat detector) à microphone intégré et sensibilité ajustable
- Commande 8 (sets de) lampes de scène d'une puissance maximale de 500 watts chacun(e)
- Isolation électrique entre les circuits de commande des lampes et l'électronique du microcontrôleur
- La réalisation ne nécessite qu'une platine
- Commande à l'aide d'une triplette de boutons-poussoirs

même qui aura, nous l'espérons, un bon succès. Ne vous méprenez pas sur ce « nous l'espérons », il s'agit de fausse modestie. Comme c'est le cas de tous les projets présentés avec des platines des logiciels dispo-

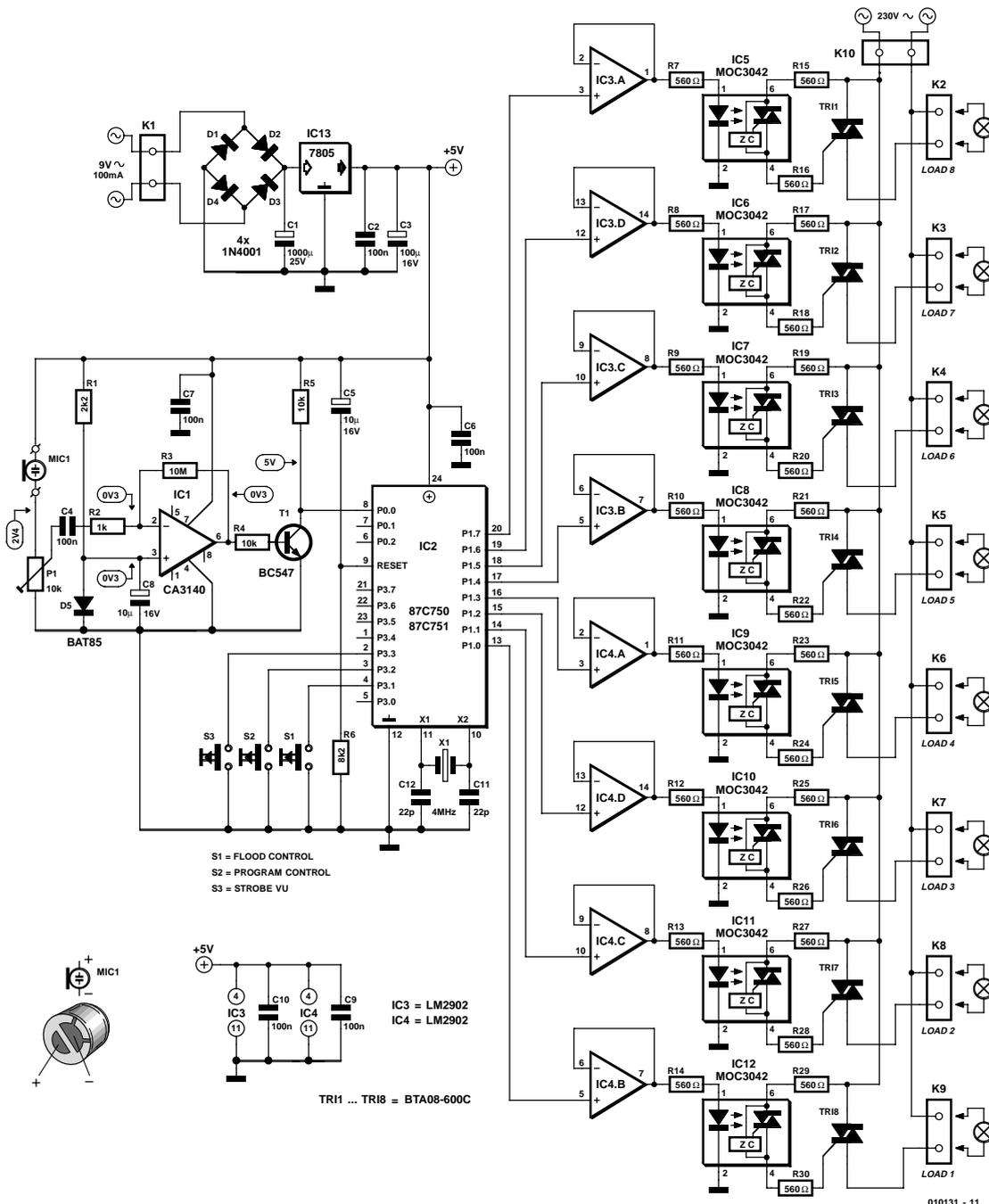


Figure 1. L'électronique de notre pilote d'éclairage disco à 8 canaux.

nibles aux adresses habituelles, celui-ci a également passé avec succès sous les fourches caudines de notre laboratoire de développement en coopération étroite avec l'auteur Tom Varley qui a soumis ce montage aux feux de la rampe et l'a essayé en « live » avec un groupe de musiciens.

### Description du circuit

Le schéma représenté en **figure 1** combine en un seul ensemble les sec-

tions numérique et analogique qui constituent cette réalisation. C'est à dessein que nous avons opté pour cette approche vu que ces 2 sections se retrouvent toutes deux sur un même circuit imprimé simple face. Au centre de cette électronique règne un microcontrôleur, un 87C750 (ou un 80C751), programmé de façon à garder à l'oeil à la fois les organes de commande, S1 à S3, et la sortie du comparateur IC1. Comme l'électronique se doit de

répondre à des stimuli acoustiques (haut-parleur de graves expressif, etc.) il nous faut un préamplificateur chargé de signaler au microcontrôleur la présence d'un tel signal. Nous avons utilisé à cet effet une capsule de microphone à électret miniature standard présentant une impédance en CC de 2 kΩ. La sensibilité du microphone est réglée par le biais de la résistance ajustable P1 dont le trajet CC fournit en outre la tension de polarisation de la capsule. On pourra adopter, au niveau du préamplificateur, un facteur d'amplification (gain) de plusieurs milliers de fois vu que l'on

n'a pas à s'inquiéter ni de la distorsion ou ni de la réponse aux fréquences aiguës. Comme l'amplificateur opérationnel n'amplifie que des signaux alternatifs, son gain en continu (CC) est unitaire (1x). Par conséquent, les entrées et la sortie de l'amplificateur opérationnel se trouvent à un niveau de tension continue égale à la chute de tension directe induite par la diode Schottky D5, c'est-à-dire de l'ordre de 0,3 V. Si l'on avait utilisé à cet endroit une diode au silicium « ordinaire », le niveau obtenu aurait été de quelque 0,6 V, tension suffisante pour faire entrer le transistor T1 en permanence en conduction, état qui n'est pas souhaitable. En l'absence de détection de signal sonore, le collecteur de T1 devrait se trouver à une tension proche de +5 V. En résumé, un signal acoustique de niveau suffisant capté par le microphone est converti en un signal rectangulaire présentant des changements d'état logiques qu'un microcontrôleur est en mesure de détecter et de traiter; il utilise à cet effet sa ligne de port P0.0.

On pourra utiliser pratiquement n'importe quel type de bouton-poussoir vu que le programme tournant sur le microcontrôleur a été doté d'un algorithme anti-rebond à toute épreuve.

Les lignes de port P1.0 à P1.7 du contrôleur attaquent des tampons présents dans des amplificateurs opérationnels de type LM2902, il s'agit de IC3 et de IC4. Chacune des sorties de ces amplificateurs tamponnés commandent à leur tour une LED intégrée à un circuit de commande d'opto-triac, IC5 à IC12. Le microcontrôleur requiert ce tamponnage pour éviter une charge trop importante des lignes de port. Les circuits de commande d'opto-triac constituent une méthode simple d'attaque lors du passage par zéro de la tension du secteur qui permet de réduire le bruit de commutation en assurant une isolation électrique de quelques kilovolts (kV) entre les circuits « chauds » des lampes et la circuiterie électronique bien plus délicate. Les triacs Tri1 à Tri8 pourront être reliés, par le biais des borniers présents sur la platine, K2 à K9, à une paire de prises multi-contacts Bulgin (très utilisées dans le monde professionnel de l'éclairage en Grande Bretagne) ou à 8 prises secteur individuelles auxquelles seront reliées elles-mêmes les lampes voire les unités d'éclairage. Nous reviendrons à ce sujet un peu plus loin.

L'auteur a expérimenté avec différentes valeurs de résistance pour la polarisation du circuit de commande de triac. En pratique, il s'est avéré qu'une valeur de 560 Ω convenait parfaitement et comme c'est également la valeur des résistances de limitation de courant des LED, cela diminue le nombre de valeurs de résistances. On pourra remplacer le MOC3042 par son équivalent légèrement

plus sensible, le MOC3043. On ne pourra pas utiliser ici le MOC3041. Les triacs n'ont, eux non plus, rien de critique. On pourra utiliser à ce niveau pratiquement n'importe quel composant de ce type capable de commuter 400 V à de l'ordre de 4 A. L'alimentation utilisée ici est on ne peut plus classique, faisant appel à un adaptateur secteur du commerce (9 VAC ou 9 VDC, 300 mA) mais on pourra également utiliser un transformateur standard associé à un pont de redressement constitué par les diodes D1 à D4 et un régulateur de tension intégré, IC13. Quelle que soit la solution adoptée, cette approche constitue un bon filtre passe-bas pour le bruit et les transitoires véhiculés par la tension du

secteur. De par la présence des 4 diodes du pont de redressement l'alimentation fonctionne quelle que soit la polarité de la tension fournie par l'adaptateur secteur.

Le microcontrôleur travaille à une fréquence de 4 MHz définie par le quartz X1 et la paire de petits condensateurs céramiques C11/C12, classique. La paire C5/R6 constituent le réseau RC d'initialisation au démarrage et ont pour tâche de forcer la broche de remise à zéro (Reset) au niveau haut pendant au moins 2 cycles d'horloge lors de l'application de la tension d'alimentation à la platine. C'est la valeur recommandée lors d'un démarrage à froid des composants à base d'architecture 8051.

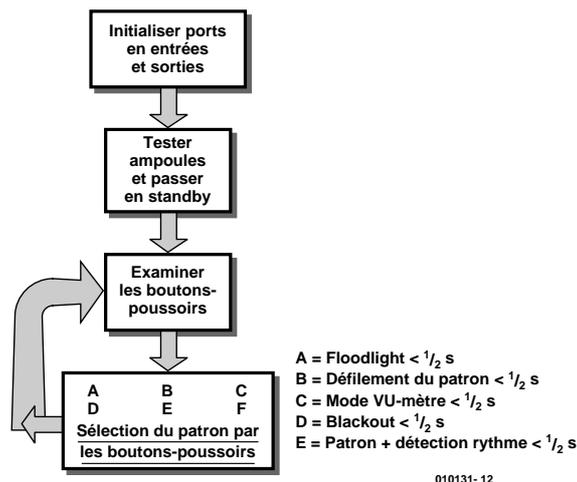


Figure 2. Ordinarogramme de la routine de scrutation des boutons-poussoirs.

### Liste des composants

#### Résistances :

- R1 = 2kΩ
- R2 = 1 kΩ
- R3 = 10 MΩ
- R4,R5 = 10 kΩ
- R6 = 8kΩ
- R7-R30 = 560 Ω
- P1 = ajustable 10 kΩ

#### Condensateurs :

- C1 = 1 000µF/25 V radial
- C2,C4,C10 = 100 nF
- C6,C7,C9 = 100 nF au pas de 7.5 mm
- C3 = 100 µF/16 V radial
- C5,C8 = 10 µF/16 V radial
- C11,C12 = 22 pF céramique

#### Semi-conducteurs :

- D1-D4 = 1N4001
- D5 = BAT43 ou BAT85 (Schottky)
- IC1 = CA3140, CA3130
- IC2 = 87C750 ou 87C751 (programmé EPS010131-41)
- IC3,IC4 = LM2902
- IC5-IC12 = MOC3042 (Motorola)
- IC13 = 7805
- T1 = BC547

#### Divers :

- K1 à K10 = bornier encartable à 2 contacts au pas de 7,5 mm
- MIC1 = capsule micro à électret
- S1 à S3 = bouton-poussoir unipolaire à contact travail
- TRI1 à TRI8 = BTA08-600C (BCR6 AM 8)
- X1 = quartz 4 MHz

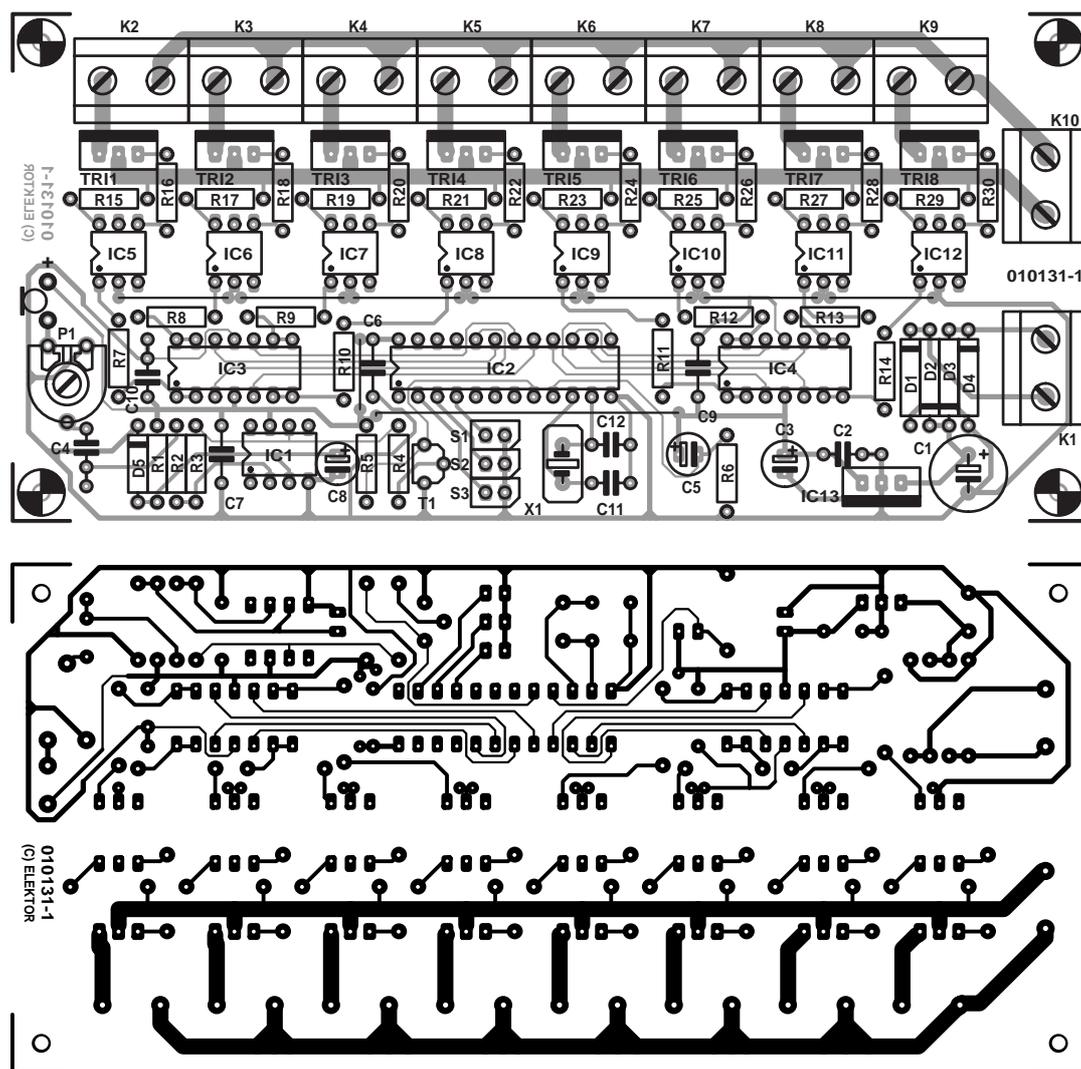


Figure 3. Dessin des pistes et sérigraphie de l'implantation des composants de la platine dessinée à l'intention de cette réalisation.

## Logiciel et fonctionnement

Le programme stocké dans cette « boîte noire » qu'est le 87C750 (ou 87C751) a été écrit en assembleur. Il comprend de l'ordre de 150 lignes de code; le reste de la mémoire de programme (1 Koctet dans le cas du 87C750) est utilisé par une table de référence dont la seule fonction est de déterminer quelles sont les lampes allumées. Après mise sous tension de la carte, on a initialisation du microcontrôleur de manière à échantillonner brièvement le port 1, ce qui se traduit par un allumage successif de toutes les lampes, traduisant ainsi visuellement la mise sous tension (réussie). Une fois l'exécution de l'échantillonnage terminée, le composant entre

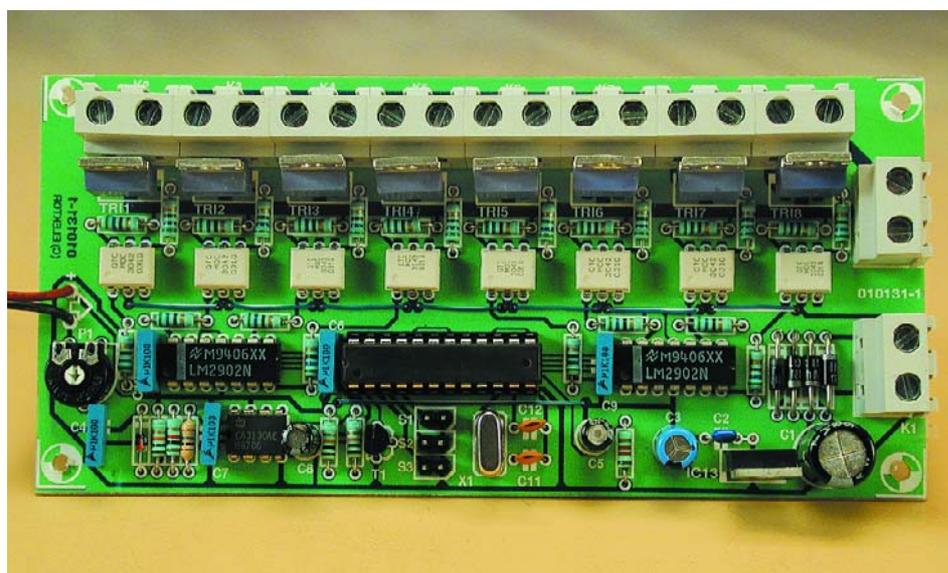


Figure 4. Voici ce à quoi devrait ressembler votre montage. Notez que les 3 boutons-poussoirs, invisibles sur la photo, sont reliés aux picots correspondants à l'aide de câblage souple.

dans une boucle de scrutation des boutons-poussoirs. Chacun de ces boutons remplit une fonction double. La première fonction est sélectionnée par une action d'une durée inférieure à une demi-seconde : ce sont les fonctions A, B et C. On passe au second niveau de fonction des boutons-poussoirs par une action sur l'un d'entre eux pendant une durée supérieure à 1 demi-seconde. Notez qu'une action ininterrompue sur le bouton-poussoir en question se traduira par le passage d'un niveau de fonction à l'autre. Le tableau grisé intégré dans l'ordinogramme de la **figure 2** récapitule les différentes fonctions disponibles. Une fois l'une des fonctions choisies, le contrôleur continuera de fonctionner dans le mode concerné jusqu'à ce que l'on choisisse une nouvelle fonction. L'auteur recevant des royalties sur chaque circuit intégré programmé vendu, nous ne pouvons pas vous proposer le listage en assembleur du programme à programmer dans IC2. Ce composant programmé est disponible auprès des adresses habituelles sous la dénomination EPS010131-41.

## Construction

L'ensemble de l'électronique prend place sur une platine simple face dont on retrouve ne **figure 3** le dessin des pistes et la sérigraphie de l'implantation des composants. Il n'y a aucune raison de s'attendre à des problèmes à condition de travailler avec soin, de prendre son temps, de respecter la liste des composants et la sérigraphie. Nous vous proposons en **figure 4** l'un de nos prototypes fonctionnels. Notez la présence de 9 ponts de câblage, autant les compter pour vous assurer que vous n'en avez oublié aucun.

La capsule électret est reliée à la platine à l'aide d'un petit morceau de câble bifilaire. La sensibilité aux graves du microphone est fonction de l'étanchéité du boîtier et de la flexibilité de ses parois. Si le boîtier est aisément perméable à l'air le microphone sera sensible aux graves. Des essais au niveau du couplage mécanique du microphone avec la platine ou une paroi du boîtier se traduiront par des variations de la caractéristique de réponse acoustique. Le choix de la capsule électret n'a rien de bien critique, même les modèles les meilleurs devraient faire l'affaire. Normalement, la capsule comporte 2 îlots de soudage sur son arrière. L'îlot relié au boîtier métallique constitue la borne négative (-) (cf. le brochage représenté sur le schéma).

Les borniers de sortie des triacs, K1 à K8, pourront être reliés à 8 fiches secteur séparées, ce qui permettra d'alimenter chaque lampe (ou série de lampes) par un câble distinct. Les connaisseurs (professionnels) pourraient

envisager d'utiliser une paire de prises « Bulgin » à 8 plots, une pour chaque ensemble de 4 lampes. La meilleure solution pour connecter les prises « Bulgin » et la prise d'entrée secteur ECC est de souder des longueurs de câble de section adéquate aux points correspondants de la platine avant de les passer par les orifices correspondants du boîtier. Une fois que la platine est fixée solidement dans le boîtier on pourra souder les autres extrémités des câbles aux connecteurs multi-contacts. Pensez, si vous utilisez un boîtier métallique, à mettre toutes les parties du boîtier à la terre par le biais du contact de terre de la prise secteur ECC.

Si vous utilisez des prises « Bulgin » voici le câblage à adopter :

Broche 1	Mise à la terre
Broche 2	Lampe 4 (ou 8)
Broche 3	Lampe 3 (ou 7)
Broche 4	Lampe 2 (ou 6)
Broche 5	Lampe 1 (ou 5)
Broche 6	non connecté
Broche 7	Neutre
Broche 8	Neutre

Quelle que soit la méthode utilisée pour la connexion de l'éclairage de scène au montage, il faudra prendre les précautions nécessaires, utiliser les composants et matériels adéquats pour éliminer tout risque d'entrée en contact avec la tension du secteur. Dans ce cadre, nous vous proposons de relire la page « Sécurité » publiée à intervalle plus ou moins régulier dans notre magazine.

## Essais

Attention

Il est impératif d'avoir débranché la tension du secteur du bornier K10 avant de procéder à quelque mesure ou essai sur le circuit. Tant que la tension du secteur est présente sur K10, les plaquettes métallique des triacs se trouvent elles aussi au potentiel du secteur. Quel que soit le type de boîtier que vous choisissiez d'utiliser, plastique solide (ABS) ou acier, il faudra impérativement établir la connexion requise à la borne de Terre adéquate. Les écartements d'isolation sur la platine étant inférieurs à 6 mm, le présent montage ne répond aux normes que de la classe I.

Sans avoir branché d'ampoule et avant d'avoir mis le microcontrôleur dans son support, mettez la tension par le biais de l'adaptateur secteur. Vérifiez la présence du +5 V à la sortie du régulateur; si tel ne devait pas être le cas, vérifiez la polarité des diodes D1 à D4 et qu'elles sont bien alimentées à la tension alternative ou continue requise.

Une fois que l'on se sera assuré de la présence du +5 V on pourra ajuster la sensibilité du microphone. La pièce dans laquelle se fera ce réglage doit être libre de bruit de fond de niveau trop important. À l'aide d'un petit tournevis on met l'ajustable P1 en butée dans le sens anti-horaire. Brancher ensuite la sonde d'un oscilloscope ou d'un multimètre numérique sur la broche 6 de IC1. On tourne ensuite le curseur dans le sens horaire pour arrêter ce mouvement lorsque la broche 6 bascule au niveau bas. Changer de sens de rotation (aller dans le sens anti-horaire) et arrêter le mouvement lorsque la sortie bascule au niveau haut. Frappez ensuite dans les mains ou émettez un court sifflement : la sortie devrait changer brièvement d'état lorsque le microphone capte le signal sonore. Jouez avec précaution sur le positionnement de P1 jusqu'à ce que le basculement se fasse de façon fiable au niveau acoustique requis. Il est bon de se souvenir que le niveau du bruit ambiant d'une discothèque est très élevé !

Coupez l'alimentation et mettez le microcontrôleur en place. Assurez-vous que la platine est bien fixée dans le boîtier et que les lampes d'éclairage sont bien connectées aux borniers K1 à K8. Si vous n'avez pas de lampes sous la main, vous pourrez connecter à cet endroit 8 sets de luminaires pour arbre de Noël ou 8 supports de test avec ampoule. Fermez le boîtier et connectez la tension du secteur au bornier K10.

Enfichez l'adaptateur secteur et testez les fonctions de commutation. Une action sur le bouton-poussoir S1 se traduira par un patron lumineux cyclique (en binaire) qui sera le suivant :

```
*****
*-----*
-----
```