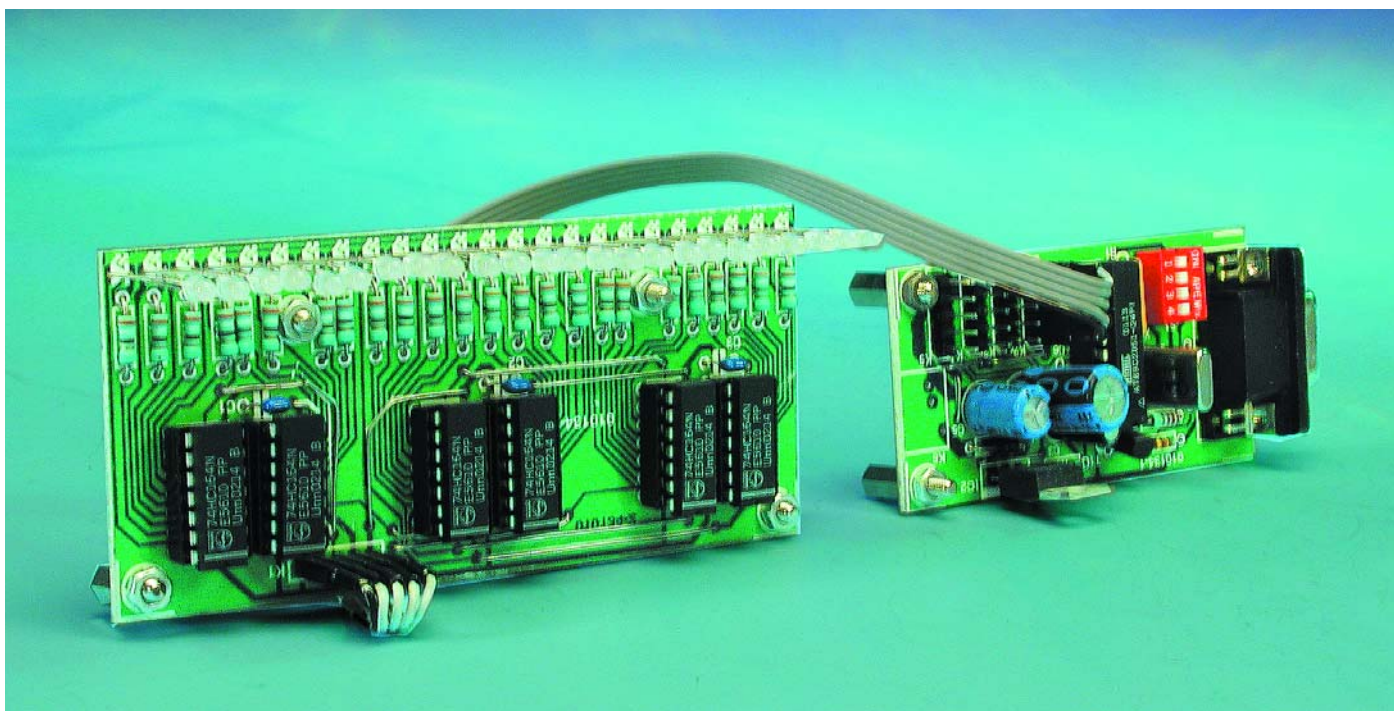


Chenillard à duo-LED

À pilotage par μC

Projet : Dipl.-Ing Andreas Köhler

S'il est une catégorie de montages appréciés par nos lecteurs et partant à retrouver dans nos colonnes ce sont bien les réalisations ayant trait aux effets de lumière. Nous vous proposons un montage qui utilise un microcontrôleur pour piloter jusqu'à 96 duo-LED pour leur faire afficher nombre de patrons (motifs). Cette électronique met à contribution la persistance rétinienne de l'oeil humain.



Plutôt que d'utiliser des LED « ordinaires », notre chenillard fait appel à des duo-LED, des LED bicolores, en rouge et vert le plus souvent. Il existe 2 modèles de ce type de LED, à 2 et 3 pattes (cathode commune, anodes distinctes). Dans le premier cas, c'est d'ailleurs le type de LED utilisé ici, les LED sont montées en tête-bêche (on trouve également la

notion de montage en anti-parallèle), ce qui se traduit, en fonction du sens de circulation du courant, par l'allumage de l'une ou de l'autre des LED. La commande des duo-LED requiert un commutateur de sens de circulation de courant adéquat. Vu que les LED ont normalement besoin d'un

courant compris entre 5 et 20 mA pour atteindre une luminosité suffisante, notre commutateur n'a pas besoin de commuter des courants trop importants, de sorte que l'on peut, sans arrière-pensée ni battements de coeur, choisir des circuits intégrés de la famille HCT capables

de fournir ou de drainer à l'état haut ainsi qu'à l'état bas, un courant de 8 mA au minimum. Chaque duo-LED est prise entre 2 sorties de ce type. Si les 2 sorties présentent un même niveau les 2 LED restent éteintes; si au contraire, les sorties se trouvent à des niveaux logiques différents, la LED s'allumera en rouge ou en vert en fonction du sens du courant.

Comme chaque LED « occupe » 2 sorties, la commande ne peut pas se faire directement par le biais des lignes de port d'un microcontrôleur. Ceci explique que le pilotage se fasse sériellement par le biais d'une paire de lignes seulement. Une unique ligne de données et un signal d'horloge suffisent elles à la commande de plusieurs LED. La conversion série-parallèle est l'affaire de quelques registres à décalage HTC. Au cours d'une première phase on a transfert vers les registres à décalage d'une grande quantité de données et ce à très grande vitesse, à une vitesse telle que l'oeil humain est incapable de suivre ce processus. Au cours de la seconde phase, les données restent un certain temps à la sortie des registres à décalage et deviennent partant stables et visibles. Après un court intervalle, on a transfert d'un nouveau patron dans les registres à décalage. Le choix d'une disposition graphique des LED peut améliorer l'effet très sensiblement.

Un microcontrôleur

Le montage se compose d'une unité de pilotage centrale à microcontrôleur et d'un maximum de 4 modules à duo-LED. Le sous-ensemble de commande se résume à un montage à microcontrôleur tout ce qu'il y a de plus classique à base de 89C2051, l'un des microcontrôleurs d'Atmel les plus utilisés. On pourra en trouver la fiche de caractéristiques à l'adresse : www.atmel.com/atmel/acrobat/doc1045.pdf.

C3 et R4 constituent le réseau d'initialisation à la mise sous tension classique (*power-up reset*). La broche 2 sert à réaliser une sorte d'interface RS-232 primitive, capable uniquement d'une lecture par le biais de la broche 2 mais dans l'incapacité d'émettre par l'intermédiaire de la ligne TxD (broche 3). Le

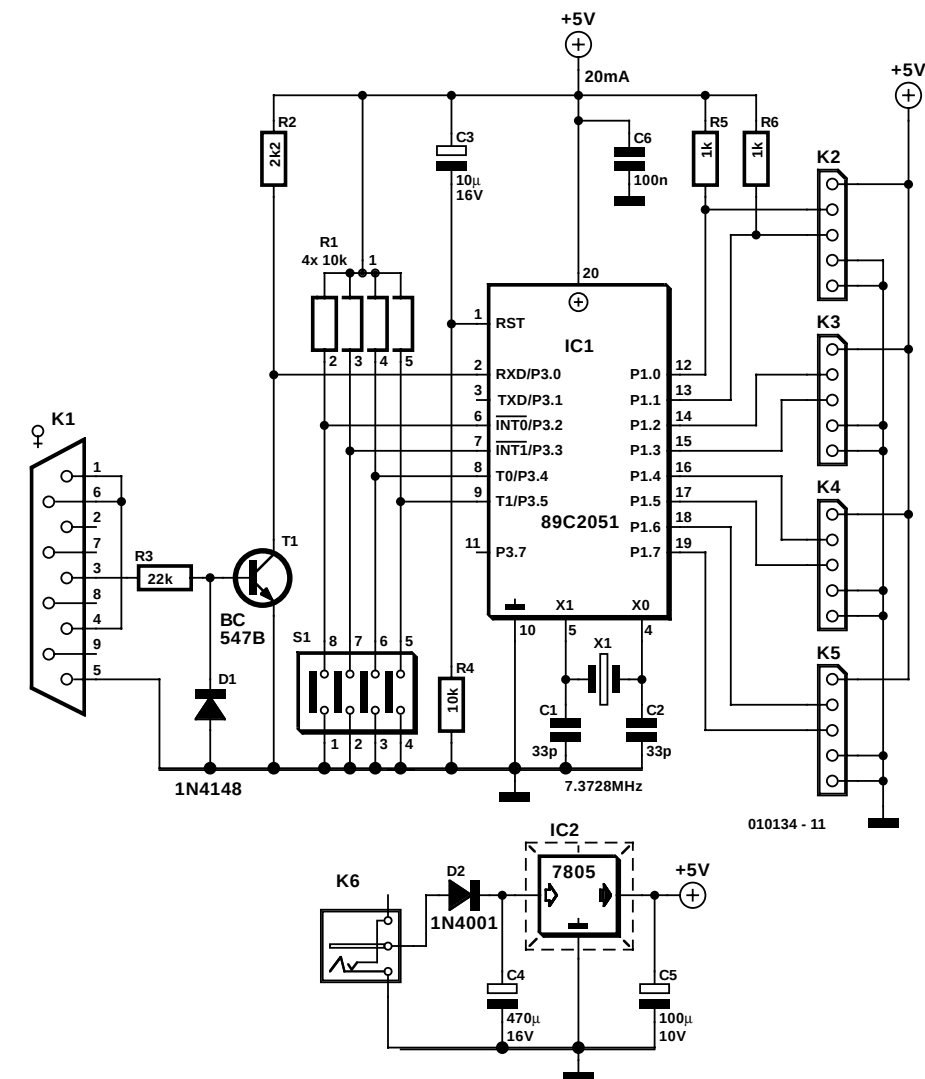


Figure 1. Cette configuration à microcontrôleur minimale est en mesure de piloter un maximum de 96 duo-LED.

transistor T1 sert à l'adaptation de niveau, la diode D1 servant elle à éliminer les niveaux négatifs. La résistance T3 limite le courant tant au niveau de la base de T1 que de la diode D1. Cette approche permet de se passer des pompes de charge normalement requises dans le cas d'une interface RS-232.

L'oscillateur pris entre les broches 4 et 5 utilise un quartz de 7,372 8 MHz que vous pourrez (peut-être) trouver dans votre réserve de composants. De par sa fréquence, ce quartz limite quelque peu les taux de transmission RS-232 disponibles, mais simplifie très sensiblement la programmation de boucles temporelles d'une certaine longueur. Il va sans dire (mais il vaut peut-être mieux de le

mentionner ?) qu'il est possible d'utiliser un quartz travaillant à une autre fréquence, choix qui implique cependant d'avoir à modifier certaines des constantes de temps du programme.

Les broches 6 à 9 sont reliées aux contacts d'un quadruple interrupteur DIL et à des résistances de forçage au niveau haut (*pull up*). Elles pourraient permettre, par exemple, après adaptation du programme, de choisir un patron d'illumination ou un autre, voire d'adapter le taux de transmission. Dans sa version actuelle, le programme ne permet cependant pas encore l'une ou l'autre de ces 2 options.

La commande des modules de LED se fait par le biais du port 1. Pour chacun d'entre eux, une ligne de donnée (P1.0, P1.2, P1.4 et P1.6) et une ligne de signal d'horloge (P1.1, P1.3, P1.5 et P1.7) attaquent un bloc de construc-



Figure 2. Chaque duo-LED requiert 2 sorties de registre à décalage.

tion de l'affichage avec son registre à décalage. Comme il est recommandé d'effectuer des connexions de faible longueur il n'a pas été prévu de circuit de protection. Il reste à mentionner les résistances de forçage au niveau haut (*pull up*) prises aux ports P1.0 et P1.1, qui font office d'entrée non inverseuse et inverseuse respectivement pour un comparateur interne. En l'absence de résistance de forçage ($< 2 \text{ k}\Omega$) la commande des LED ne se ferait pas correctement; il semble évident que les sorties du comparateur exercent une influence sur le comportement des sorties de port. Le courant reste en deçà des 15 mA par sortie de port admissibles. L'interconnexion entre l'unité de pilotage et les 4 modules de LED (au maximum) se fait par le biais de morceaux de câble plat à 5 conducteurs véhiculant les données, le signal d'horloge et la tension d'alimentation.

Cette dernière est fournie par une alimentation ayant à fournir une tension de ≥ 9 V à un courant de 200 mA par module de LED, intensité à laquelle il faut ajouter les 20 mA requis par la commande par microcontrôleur. Comme on le constate, cela peut se traduire par des intensités « intéressantes » dans

certaines conditions. Il n'y a pas de contre-indication à doter le régulateur intégré IC2 d'un radiateur...

Et 4 modules à LED

Un module à LED comporte, comme le montre un coup d'oeil au schéma de la **figure 2**, 2 douzaines de duo-LED et une demi-douzaine de registres à décalage du type 74HCT164. Les données sont appliquées aux entrées de données (broches 1 et 2) du premier registre à décalage, IC1 et transférées de la sortie de poids fort (broche 13) de ce dernier vers le second registre à décalage. On réalise de cette façon une chaîne de 6 registres à décalage qui sont attaqués par un même signal d'horloge appliqué à leur broche 8.

Les LED dotées de leur résistance de limitation de courant sont connectées aux sorties des registres à décalage. En cas d'utilisation d'une résistance de $390\ \Omega$ on a, avec une LED

rouge, un courant de 9 mA, intensité qui chute à quelque 7 mA avec une LED de couleur verte. Dans ces conditions, si l'on a bien atteint la limite de dissipation de puissance du circuit intégré logique on est cependant assuré d'une luminosité suffisante.

La réalisation

L'implantation des composants sur les 2 platines ne devrait pas poser de problème pour peu que l'on suive la recette éprouvée « les petits (composants) d'abord ! » et que l'on pense à implanter les 3 ponts de câblage. On pourra implanter dans un support le microcontrôleur de la platine de commande dont on retrouve le dessin des pistes en **figure 3**. Si vous n'avez pas l'intention d'établir de liaison avec un PC vous pourrez purement et simplement ne pas implanter l'embase sub-D ni l'adaptateur de niveau. On pourra, de même, ne pas implanter

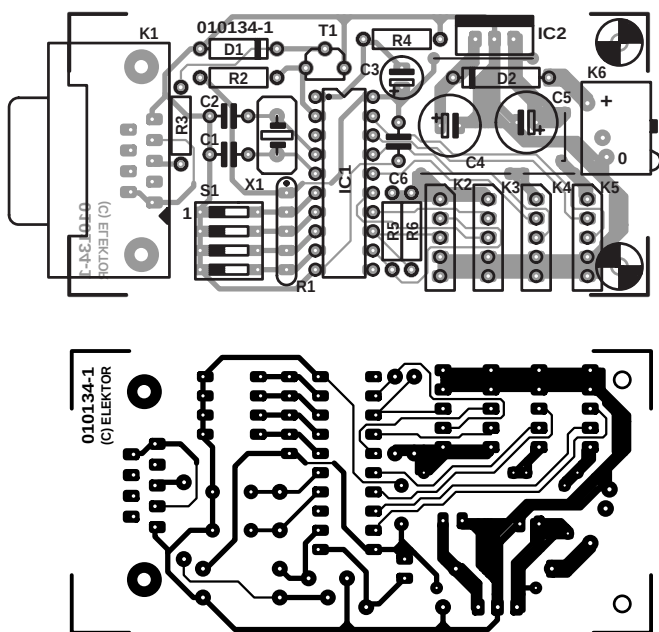


Figure 3. La platine du module de commande par microcontrôleur.

l'interrupteur DIL et ses résistances de forçage au niveau haut si l'on n'en a que faire. Les entrées libres doivent impérativement être forcées à un niveau logique fixe, RxD devant l'être au +5 V.

Dès que l'on opte pour une approche simple face, la platine des modules à LED requiert inévitablement un certain nombre de ponts de câblage, ce qu'illustre éloquemment sa sérigraphie de l'implantation des composants et son dessin des pistes représentés en **figure 4**. Il faudra utiliser du fil de câblage souple isolé vu que certains ponts sont très rapprochés,

d'autres comportent des angles, voire passent sous les supports de circuit intégré (!). C'est pratiquement la seule remarque intéressante à faire en ce qui concerne la réalisation des 2 platines.

Variations logicielles

Après nous être rendus compte que l'aspect matériel de ce montage ne présentait rien de bien sensationnel, il est à penser que le clou du montage se situe au niveau du logiciel. Le programme est à votre disposition sur le site Internet d'Elektor

Liste des composants de la platine du contrôleur

Résistances :

R1 = réseau SIL de 4 résistances de 10 kΩ
R2 = 2kΩ
R3 = 22 kΩ
R4 = 10 kΩ
R5, R6 = 1 kΩ

Condensateurs :

C1, C2 = 33 pF
C3 = 10 μF/16 V axial
C4 = 470 μF/16 V axial
C5 = 100 μF/16 V axial
C6 = 100 nF

Semi-conducteurs :

D1 = 1N4148
T1 = BC547B
IC1 = AT89C2051-12PC (programmé **EPS010134-1**)
IC2 = 7805

Divers :

K1 = embase Sub-D à 9 contacts femelle en équerre encartable
K2 à K5 = embase autosécable à 1 rangée de 5 contacts
K6 = embase-jack d'alimentation encartable

(www.elektor.fr) sous la rubrique téléchargements du mois de parution et la référence **EPS010134-11**. Le programme vous est proposé sous la forme et d'un code hexadécimal à transférer dans le microcontrôleur et du code-source en assembleur. Il est également disponible, pour ceux d'entre nos lecteurs qui n'auraient pas accès au Web, sous la forme d'une disquette à commander aux adresses habituelles.

La version de base du programme n'utilise pas l'interrupteur DIL. Il pourrait vous permettre, par exemple, de choisir un patron unique (sélection que l'on pourrait également effectuer par l'interface série).

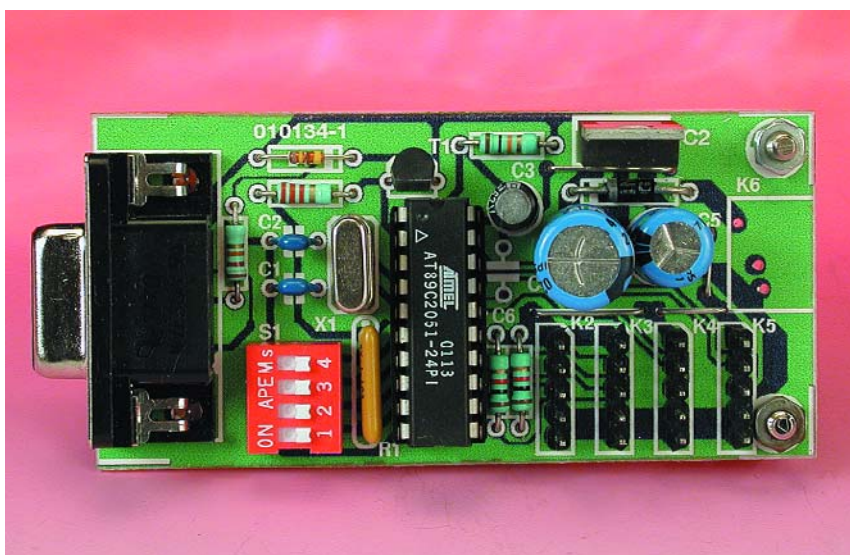
La version de base (listage **Lauli514.a51** en allemand) comporte les routines suivantes :

TAKT1 à TAKT4

Ces routines servent à créer les signaux d'horloge destinés aux registres à décalage. Il est prévu une routine pour chacun des 4 affichages de manière à pouvoir les actualiser séparément à des moments différents.

MUAU1 à MUAU4

Cette routine se charge de la production des patrons. Les routines sont conçues pour des modules à LED dotés de 6 registres à décalage. R1 représente le compteur de bits. On prend un octet de la matrice de patrons et on



Liste des composants de la platine de LED

Résistances :

R1 à R24 = 390 Ω

Condensateurs :

C1 à C3 = 100 nF

Semi-conducteurs :

D1 à D24 = LED double 3 mm
à 2 contacts

IC1 à IC6 = 74HC164

Divers :

K1 = embase autosécable à 1 rangée
de 5 contacts

le décale à l'aide du bit de retenue (*carry bit*). Une fois que l'on a traité la totalité des bits de l'octet on passe à l'octet suivant de la matrice.

ZEIKO

Sachant que les différentes platines d'affichage doivent visualiser le même motif, il faut réactualiser le pointeur des éléments de la matrice après chaque nouvel affichage.

LOE1 à LOE4

Ces routines servent à mettre la valeur zéro dans tous les registres à décalage d'un module d'affichage. Dans ces conditions, toutes les LED sont éteintes.

ZEIT

Contient une petite boucle temporelle destinée à permettre de mieux suivre l'affichage.

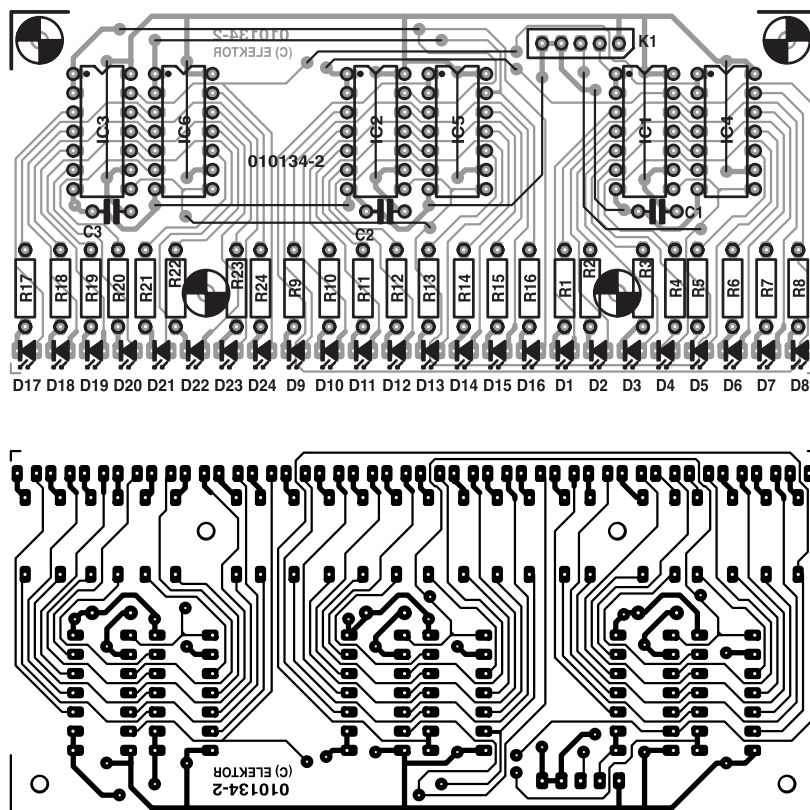


Figure 4. La platine des modules à LED comporte un bon nombre de ponts de câblage : évitez d'en oublier un !

On pourra à ce niveau procéder facilement à des modifications des durées d'allumage.

9 matrices de patrons constituent la partie la plus importante du pro-

gramme. Grâce aux commentaires (en anglais et allemand) des listages il devrait vous être possible de créer vos propres motifs.

(010134)

