

# Le système LEDBUS

## Avec plusieurs pilotes

Jörg Prim

**Tout le monde connaît la possibilité de piloter des LED par le biais de résistances de limitation. Pourquoi un éclairage innovant anéantirait-il le rendement élevé des LED par l'implantation de résistances de limitation ? Il est intéressant en outre de disposer d'une fonction de gradateur et de pouvoir utiliser une télécommande.**

Ce projet baptisé LEDBUS répond exactement à ce cahier des charges étant de plus en mesure de piloter un nombre quasi-illimité de LED. Il est en outre possible de mémoriser un maximum de 10 programmes d'éclairage qu'il est possible d'appeler par action sur une touche d'une télécommande IR courante. Un programme d'éclairage contient le paramétrage de la luminosité des différents modules à LED. On peut ainsi avoir un programme donnant la lumière suffisante pour lire, un autre tirant plus au rouge pour se décontracter.

### Principe

Le montage comporte deux platines : une unité centrale et un module de puissance (figure 1). Une telle unité

centrale est en mesure, au travers du « LEDBUS », de piloter plusieurs modules de puissance capables chacun d'alimenter jusqu'à 6 LED de 1 W. La luminosité de chaque module de puissance se laisse régler en 256 pas. Le LEDBUS fonctionne comme un registre à décalage. Il n'est pas nécessaire, par conséquent, d'entrer d'adresse. L'unité centrale peut, outre la luminosité, piloter d'autres paramètres.

La figure 1 illustre, à titre d'exemple, une unité centrale attaquant une chaîne de 3 modules de puissance. L'unité centrale comporte un registre de décalage en entrée et un autre en sortie, chacun des modules de puissance disposant lui d'un registre à décalage en entrée. En sortie on a transfert du signal en aval, ce qui implique la présence d'une fiche de terminaison de ma-

nière à pouvoir renvoyer le signal.

Normalement, un registre à décalage requiert des signaux d'horloge, de données et d'échantillonnage (*strobe*). Dans le cas du LEDBUS la transmission des signaux se fait en sériel sur une seule ligne, le logiciel se chargeant de leur décodage.

On voit, dans le bas de la **figure 1**, la transmission d'un octet. Le bit de départ long d'un demi-bit en premier, puis un signal « 0 » de même taille. On a ensuite le bit de commande de la longueur d'un bit suivi des bits 7 à 0. Le bit de commande indique s'il s'agit d'une instruction (1) ou de données (0). En sortie, une instruction est envoyée immédiatement de manière à atteindre tous les modules de puissance quasi-simultanément. Dans le cas de données, on transmet le contenu du registre à décalage interne. On ne procède pas alors à une saisie complète du registre à décalage, mais les données sont retransmises à la sortie immédiatement après le bit de départ. Ceci se traduit par un décalage de la durée d'un bit par module de puissance, situation expliquée dans l'encadré « Bits au détail ».

### Les électroniques

On retrouve en **figure 2** le circuit de l'unité centrale. Un LCD à 2 lignes de 20 caractères (2x20) donne des informations sur l'état du système et du programme en cours d'exécution. Un menu permet d'accéder à toutes les fonctions. La présence d'une embase I<sup>2</sup>C permet une extension facile du montage (l'auteur travaille sur une pla-

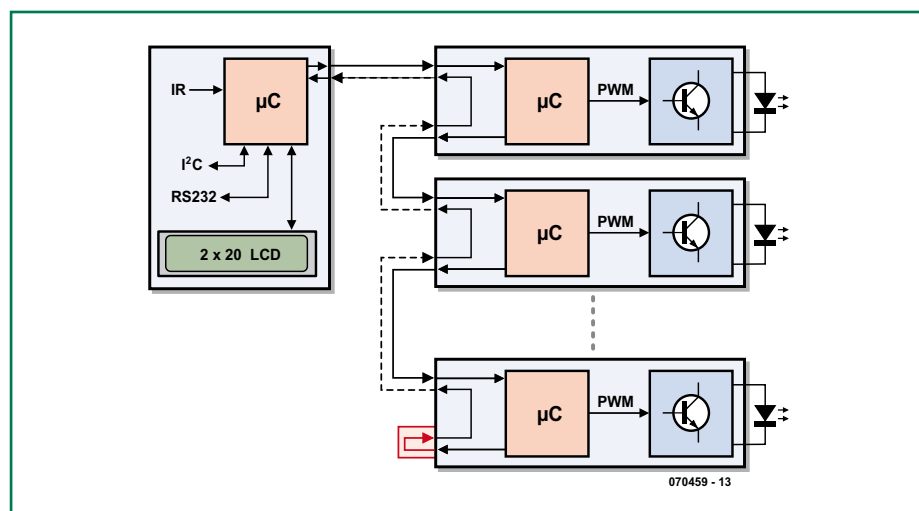


Figure 1. Synoptique d'un système complet. Une triplette de modules de puissance est reliée à une unité centrale.

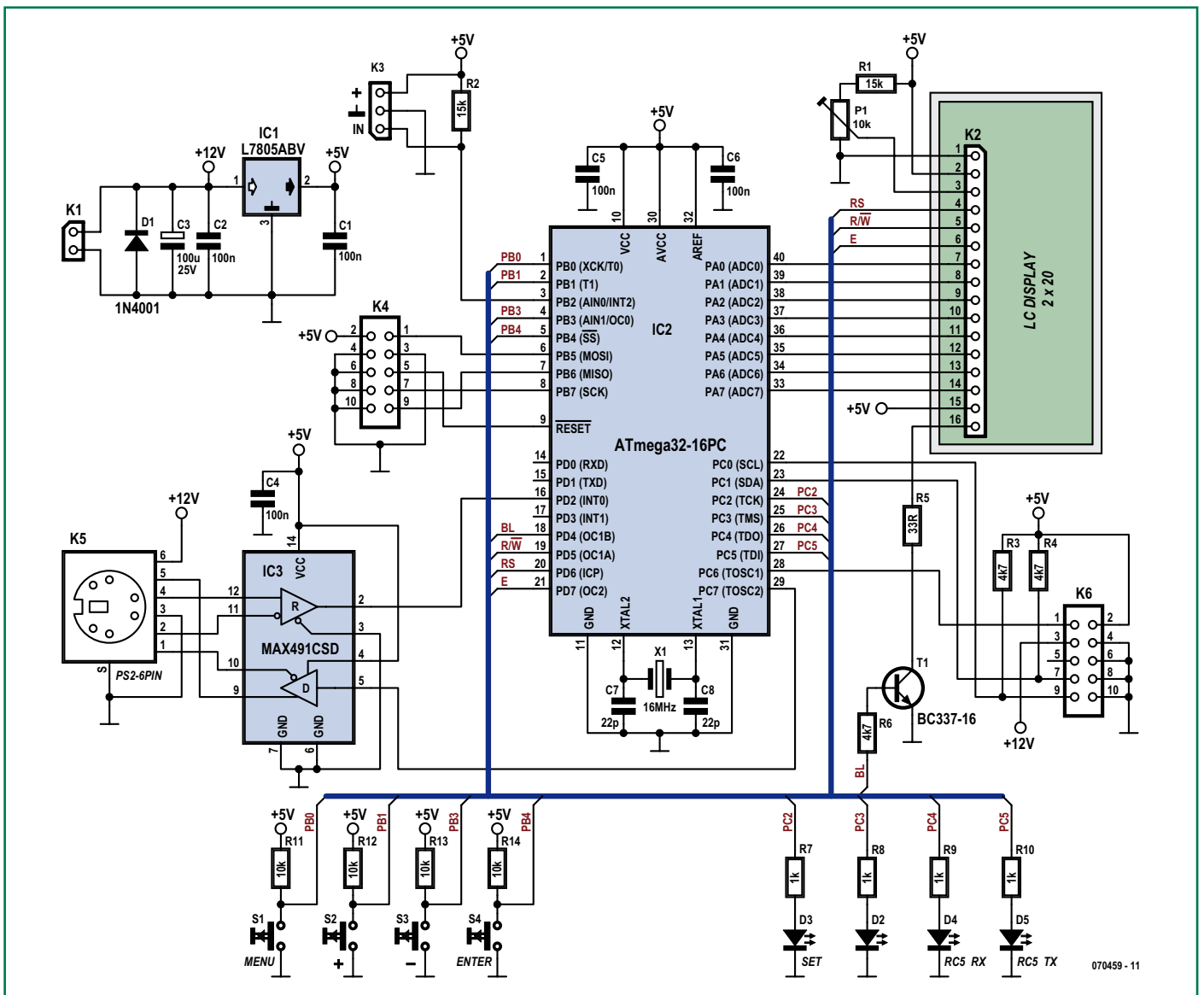
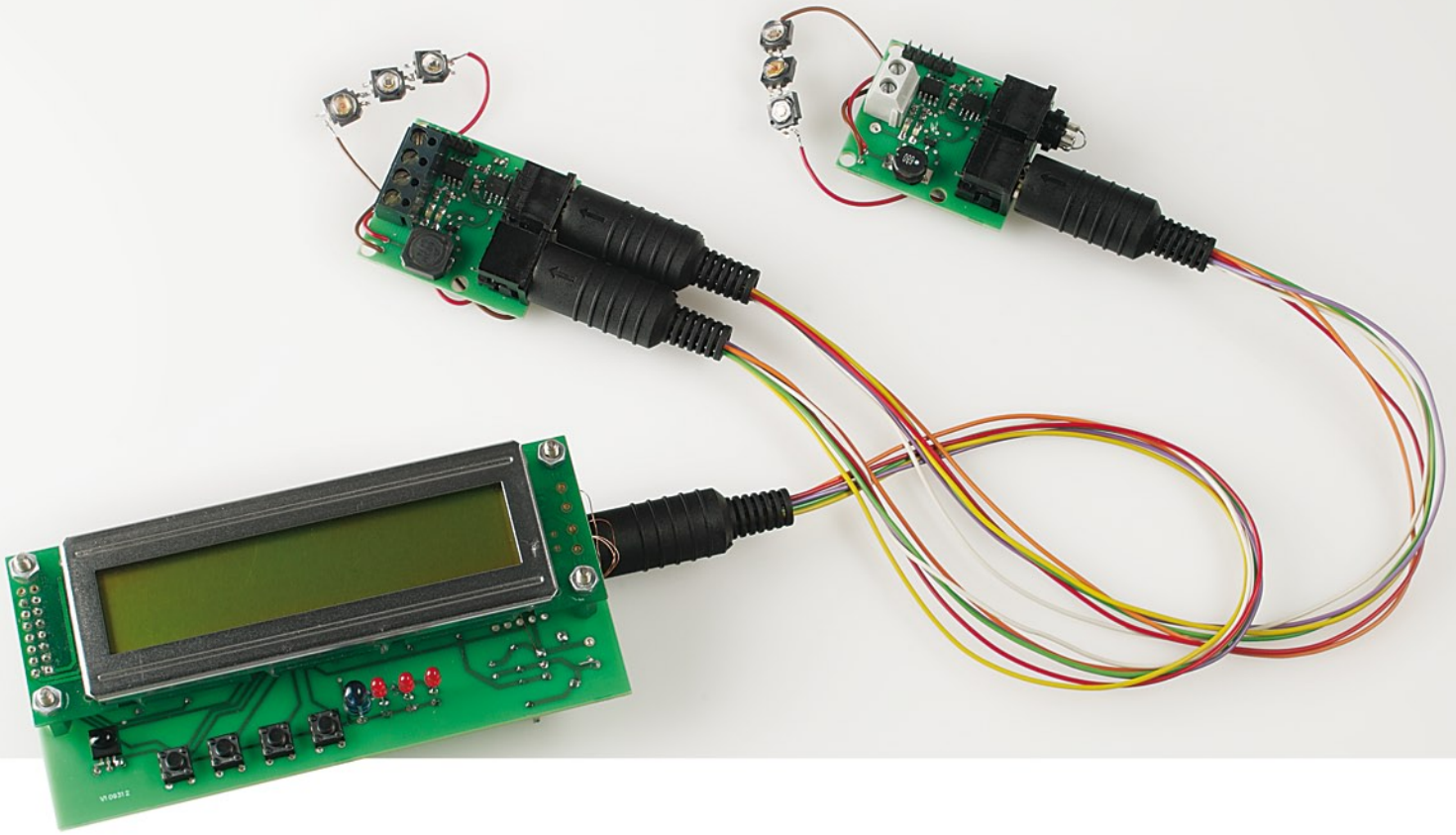


Figure 2. L'électronique de l'unité centrale régie par un ATmega32.

## Bits au détail

Un octet de commande se subdivise en deux quartets (nibble) de 4 bits chacun. Le quartet de poids fort différencie les 16 groupes d'instructions :

- 0 : Groupe 0 Cf. plus loin
- 1 : Écriture du registre, quartet de poids faible = adresse
- 2 : Lecture du registre, quartet de poids faible = adresse
- 3 à F : non implémentés

### Instruction du groupe 0 :

- 0: Effacer registre à décalage de données
- 1 : Sélection de périphérique : si registre de données = 0 le périphérique est désélectionné, sinon il est sélectionné
- 2 : Activation du périphérique
- 3 : Sélection de demande : le registre de données passe à 1 en cas de sélection
- 4 à E : non implémentés
- F : Sauvegarde permanente

Un périphérique (= module de puissance) est sélectionné ou ne l'est pas. S'il l'est la LED verte s'allume et il participe à l'échange de données. S'il ne l'est pas, il ne participe pas à l'échange de données sur le LEDBUS, la sortie étant identique à la sortie. Lorsqu'un périphérique n'est pas sélectionné, seules sont exécutées des instructions du groupe 0.

L'instruction 02 (Device Activate) active toujours un périphérique - l'instruction 01 (Device Select) ne le fera qu'à condition que la valeur du registre à décalage de données soit différente de 0. Ceci permet à l'unité centrale de différencier les différents périphériques et d'échanger des données, il est superflu ainsi d'avoir à cadencer la totalité du LEDBUS.

### Les groupes d'instructions 1 et 2 permettent la lecture et l'écriture de 16 registres :

0:	Aktuelle Helligkeit: Beim Schreiben wird die Helligkeit sofort umgeschaltet.
1:	vitesse de commutation : 0 = rapide, 1 = lente
2:	Luminosité actuelle : en cas d'écriture le changement de luminosité se fait progressivement (à la vitesse de commutation du registre 1.
3...12	non utilisées
13:	0 : 0 = éteint, FF = luminosité maximale, 1 : inversion
14:	Luminosité minimale
15:	Fréquence MLI : 0 = 8 kHz, 1 = 2 kHz, 2 = 500 Hz.

Si l'on veut mettre un module de puissance à sa luminosité maximale il faut commencer par écrire FF dans le registre de données, l'instruction 10 recopiant alors la valeur dans le registre 0, le PIC mettant ainsi le module de puissance à pleine luminosité.

Si l'on veut passer doucement à mi-luminosité, ce sera la valeur 80 qu'il faudra écrire dans le registre de données avant d'envoyer l'instruction 12. Le signal MLI varie alors lentement (en fonction du registre de données 1) pour une luminosité de 80.

Il est possible de calibrer le PIC pour pouvoir l'utiliser avec toutes sortes de pilotes de LED de puissance. Lorsque le registre 13 est à 0, FF représente la pleine luminosité et 0 une extinction complète. T1 inversant le signal MLI, il faut que l'on ait un « 1 » à cet endroit.

Le registre 14 définit la luminosité minimum. Selon le module de puissance utilisé, la LED ne s'allumera qu'à partir de 05 environ alors qu'elle devrait s'allumer à 01. Pour cette raison on peut paramétrer par le registre 14 la luminosité minimale.

Le registre 15 paramètre la fréquence MLI à 500 Hz, 2 ou 8 kHz.

Il n'est pas nécessaire d'effectuer des calculs de bits la centrale pilotant l'ensemble des modules de puissance par le biais d'instruction simples.

Pour éviter d'avoir à refaire le paramétrage après chaque coupure de la tension d'alimentation, il est possible, par l'instruction 0F, d'enregistrer tous les paramètres dans l'EEPROM interne du PIC. Après une réinitialisation (reset) le PIC recharge les valeurs de l'EEPROM dans les 16 registres, définissant ainsi la luminosité à la mise en fonction.

tine à relais pour le secteur). Le coeur de l'unité centrale est un AT-MEGA32. On découvre, tout autour de lui une interface LCF, un bus I<sup>2</sup>C, 4 LED d'état, 4 touches, le LEDBUS, un récepteur IR et l'interface de programmation. L'affichage LCD attaque le PortA sous forme de bus de données. Les lignes

PD5 à PD7 fournissent les signaux R/W, RS et E(nable). Le transistor T1 pris dans la ligne PD4 permet au contrôleur de commander le rétro-éclairage, P1 servant au réglage du contraste. On retrouve, sur l'embase I<sup>2</sup>C K6, les lignes (SCL), PC1 (SDA) et PC6 du contrôleur. On y trouve également l'alimentation 5 V et la tension non régulée

de 12 V pour pouvoir attaquer des relais. PC6 sert en outre de signal d'activation additionnel. Si vous n'avez que faire d'extension par le bus I<sup>2</sup>C inutile de monter K6, R3 et R4. Le logiciel actuel ne supporte pas (encore) le bus I<sup>2</sup>C. PC2 à PC5 pilotent les LED d'état. D5 sera une LED IR vu que l'unité centrale

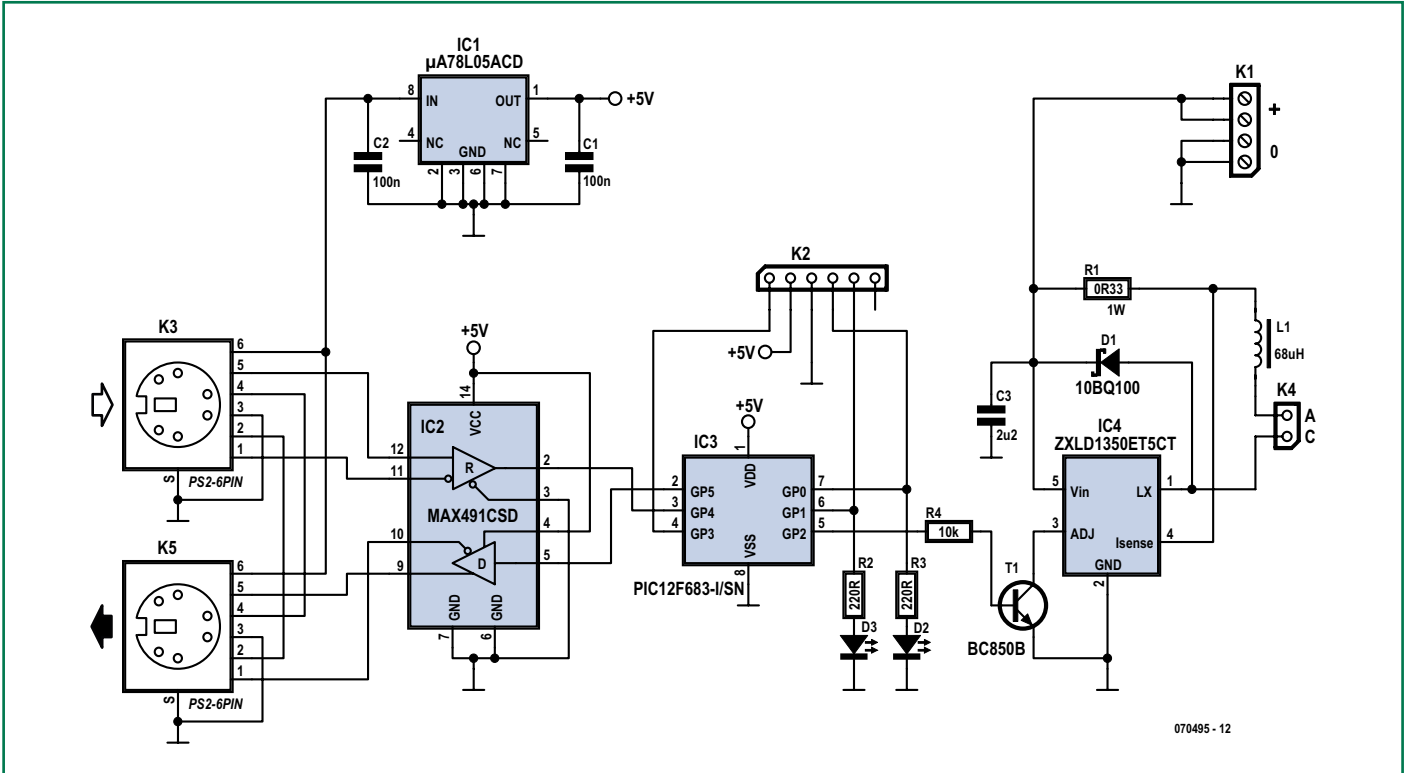


Figure 3. L'électronique du module de puissance. Ici encore, un microcontrôleur (PIC12F683) se charge du traitement des informations.

peut générer des signaux de télécommande RC5 utilisables pour la programmation de télécommandes intelligentes (lire programmables). PB0, 1, 3 et 4 sont reliés à des touches qui restent inutilisées en fonctionnement normal. Elles permettent de choisir la langue ou de configurer le code RC5. Le reste des fonctions est activé par le biais de la télécommande. Le LEDBUS prend la forme d'un MAX491, IC3, qui convertit les signaux à la norme RS-422, la transmission différentielle étant moins sensible aux parasites. Le LEDBUS véhicule égale-

ment le 12 V non régulé de manière à pouvoir, dans la foulée, alimenter les PIC des modules de puissance. L'entrée télécommande prend la forme d'un TSOP1736 relié à PB2 et chargé de convertir en impulsions les signaux IR à 36 kHz. Ce circuit pourra être monté directement sur la platine mais, si besoin en était, être relié à la platine par câble. Sur notre prototype, le signal passe par un jack stéréo. On peut ainsi placer l'unité centrale dans un tiroir pour le voir que le récepteur IR. L'utilisation d'un jack 2,5 mm permet de se servir d'un capteur IR récu-

péré sur une carte TV Hauppauge. Sur le prototype, un capteur de ce type est connecté simultanément (alimentation découplée par diode) à l'unité centrale et à la carte TV, pilotant ainsi l'une et l'autre, mais on peut également utiliser un TSOP1736 et un rien de gaine thermorétractable. L'embase ISP à 10 broches K4 est compatible avec le standard Atmel et par conséquent également avec USBprog. Le module de puissance (figure 3) utilise, pour le pilotage des LED, un ZXL1350, IC4, de Zetex, un convertisseur abaisseur à régulation de cou-

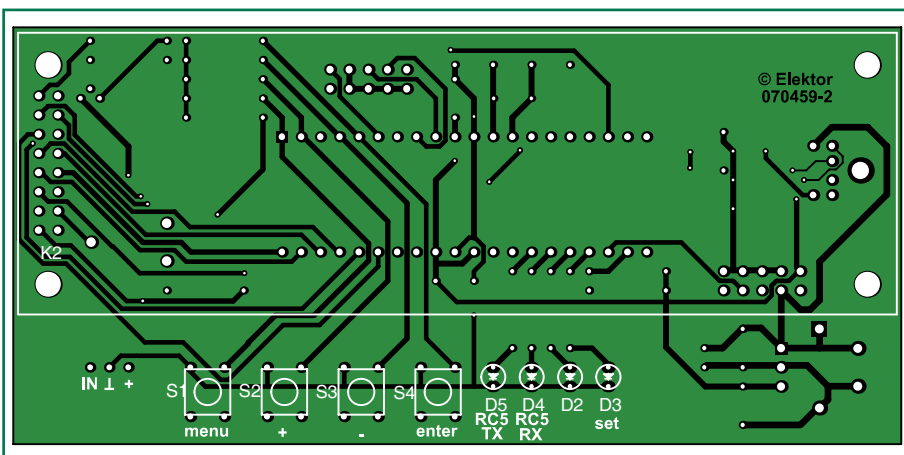


Figure 4. Sérigraphie de l'implantation des composants de la platine de l'unité centrale.

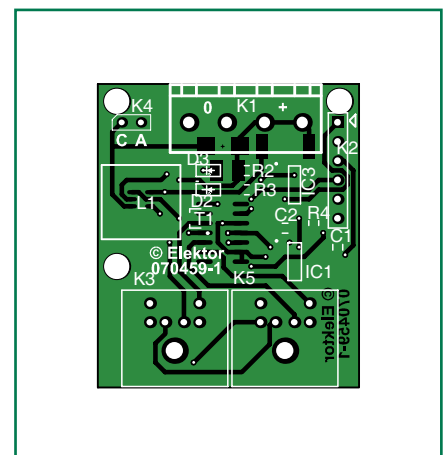


Figure 5. Sérigraphie de l'implantation des composants de la platine du module de puissance.

## Liste des composants

### du module de puissance 070459-1

#### Résistances :

R1 = 0Ω33/1 W (CMS 2515)

R2,R3 = 220 Ω (CMS 0805)

R4 = 10 kΩ (CMS 0805)

#### Condensateurs :

C1,C2 = 100 nF (CMS 0805)

C3 = 2μF2 (CMS 1210, diélectrique X7R ou X5R)

#### Semi-conducteurs :

D1 = 10BQ100 (Schottky)

D2,D3 = LED CMS (CMS 1206)

T1 = BC850

IC1 = μA78L05ACD

IC2 = MAX491CSD

IC3 = PIC12F683-I/SN (programmé : EPS070459-41)

IC4 = ZXLD1350ET5CT

#### Divers :

L1 = self CMS 68 μH 10x10; telle que, par exemple, B82464G4683M (Epcos)

K1 = bornier à vis encartable à 4 contacts au pas de 5 mm

K2 = embase autosécable à 1 rangée de 6 contacts

K3,K5 = embase Mini-DIN encartable à 6 contacts

jusqu'à 6 LED de puissance telles que, par exemple, Luxeon type 1 W (Cf. texte)

platine EPS 070459-1

logiciel et fichiers .pdf des platines via

www.elektor.fr

### de l'unité centrale 070459-2

#### Résistances :

R1,R2 = 15 kΩ

R3, R4, R6 = 4kΩ7

R5 = 33 Ω

R7 à R10 = 1 kΩ

R11 à R14 = 10 kΩ

P1 = ajustable 10 kΩ

#### Condensateurs :

C1,C2,C4 à C6 = 100 nF

C3 = 100 μF/25 V radial

C7,C8 = 22 pF

#### Semi-conducteurs :

D1 = 1N4001

(pas de D2)

D3,D4 = LED 3 mm faible courant

D5 = LD271 (LED IR)

T1 = BC337

IC1 = 7805

IC2 = ATmega32-16PC; CMS (programmé : EPS070459-42)

IC3 = MAX491CSD

#### Divers :

S1 à S4 = bouton-poussoir 6x6 mm

X1 = quartz 16 MHz

K4,K6 = embase HE-10 à 2 rangées de 5 contacts

K5 = embase Mini-DIN encartable à 6 contacts

récepteur RC-5 tel que, par exemple,

SFH5110-36 (à K3)

module LCD à 2 lignes de 20 caractères tel que, par exemple, Displaytech 202A (à K2)

platine EPS 070459-2

logiciel et mode d'emploi via

www.elektor.fr

rant. R1 définit le courant maximal passant dans les LED, 0,33 Ω se traduisant par un courant de 300 mA. Il est possible, avec une tension d'alimentation de 24 V, de piloter un maximum de 6 LED 1 W prises en série. En raison du rendement élevé de IC4, l'échauffement est insensible. Un PIC12F683 se charge du traitement des instructions.

Le modulation de puissance dérive sa tension d'alimentation séparément, seul le PIC est alimenté par le LEDBUS au travers d'un 78L05. Le microcontrôleur génère un signal MLI (PWM) servant, par le biais de T1, de gradateur pour le circuit de commande, signal pouvant prendre 256 durées d'impulsions différentes soit autant de degrés de luminosité.

Le programme de l'unité centrale a été écrit sous la houlette d'AVR Studio 4 d'Atmel et du compilateur gratuit C/C++ WinAVR. Les routines d'interruption sont elles en assembleur, les

En cas d'utilisation d'un PICKit2 pour la programmation du PIC par le biais de K2, la broche 1 (repère triangulaire) doit être orienté vers le coin de la platine. Si vous achetez un contrôleur pré-programmé, inutile d'implanter K2. Il faudra, pour la programmation, garder K1 suffisamment libre pour permettre la connexion de l'interface de programmation. On réalisera autant de modules de puissance que nécessaire.

L'unité centrale ne comporte qu'un seul CMS, IC3. Attention : les touches, les LED, l'embase de l'affichage ainsi qu'un éventuel récepteur IR viennent s'implanter côté « pistes » !

Après mise en place des composants l'ATmega sera doté de son progiciel à l'aide de USBprog ou d'un autre programmeur adéquat. Nous mettons à votre disposition tous les fichiers de ce projet (EPS070459-11), mais le microcontrôleur programmé est également disponible auprès des adresses

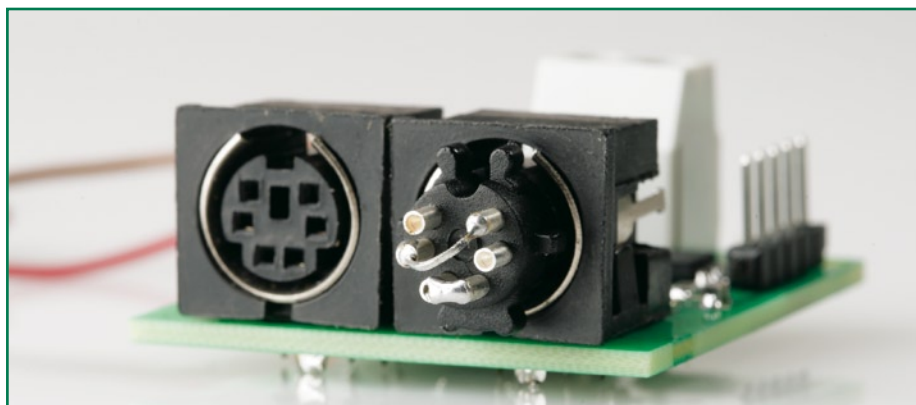


Figure 6. Une paire de platines en action.

fonctions de « haut niveau » étant écrites en C. Le programme du PIC a été réalisé sous MPLAB, un environnement gratuit proposé par Microchip. L'embase K5 permet la programmation du PIC. Le programme utilise des interruptions pour le traitement des signaux RS-232, infrarouge et LEDBUS, leurs routines ne comportant que des indicateurs (flag) que traite le programme principal.

## Réalisation

On voit, sur les figures 4 et 5, les platines de l'unité centrale et du module de commande, ce dernier à base de CMS. Le pilote de LED surtout est minuscule. Son soudage requiert un fer à souder à pointe fine et de la patience.

habituelles.

Tous les modules de puissance sont interconnectés par le biais de connecteurs Mini-DIN à 6 broches. Le premier câble relie l'unité centrale à l'embase K3 du premier module de puissance, un autre câble relie lui l'embase K5 du module à l'embase K3 du module de puissance suivant. Sur le dernier module, K5 est doté d'un connecteur de terminaison tel que le montre la figure 7.

L'auteur a rédigé un document concernant l'utilisation et la programmation de cet appareil. De par son embonpoint, il vous est proposé sous forme de fichier .pdf à télécharger depuis notre site.

(070459-1)