

E-blocks ? Passons

Le bus CAN est un bus solide à taux de transfert de données élevé pour la communication entre périphériques électroniques dans des situations requérant une fiabilité des données extrêmes. L'industrie automobile est l'un des domaines de prédilection du bus CAN, il s'y substitue aux faisceaux de conducteurs de cuivre présents dans tout véhicule. Nous allons nous intéresser ici aux bases du bus CAN et vous montrer comme la paire E-blocks + Flowcode vous permet d'implémenter le bus CAN.

CAN est l'acronyme de *Controller Area Network*. Physiquement, le bus CAN prend la forme de paires de conducteurs torsadés utilisant des tensions différentielles pour la transmission de données - CAN ne connaît pas de conducteur de terre (masse) et les tensions différentielles protègent bien le système à l'encontre du bruit. CAN étant conçu à l'origine pour la commande pure, ce qui explique que les messages utilisés soient courts, ne

dépassant jamais 8 octets au maximum.

Comme l'illustre la **figure 1**, la structure de base d'un message se subdivise en 2 parties : un identificateur de message et ses données. La structure réelle est plus complexe que cela, comportant une détection d'erreurs, une synchronisation et d'autres bits, le tout inclus dans chaque message. L'un des avantages majeurs de CAN est que les circuits intégrés se chargent de ces détails, et fournissent à l'utilisateur les informations de message et de données.

Fonctionnalités

La **figure 2** montre un noeud CAN typique dans un réseau. Tous les noeuds comportent un microcontrôleur avec circuiterie d'E/S, un contrôleur CAN et un pilote (driver) de ligne qui interface les connexions différentielles CAN-L et CAN-H au contrôleur CAN. Certains microcontrôleurs incorporent le contrôleur CAN (à même leur puce), ce qui réduit les coûts par noeud. On les voit sur la photo de la carte **E-block EB018** en début d'article. Vous pouvez constater que les lignes allant au noeud CAN sont *Power*, *Ground*, *CAN-H*, *CAN-L*, auxquelles s'ajoutent des lignes additionnelles en fonction des Entrées/Sorties (E/S ou I/O) requises.

Examinons, pour mieux comprendre le fonctionnement de CAN à haut niveau, la **figure 3** qui montre quelques noeuds possibles dans une voiture. Dans ce contexte, l'endroit où un noeud constitue une unité fonctionnelle complète, le noeud est souvent appelé ECU (*Electronic Control Unit*). Nous découvrons 5 ECU ici : un capteur de température moteur, un tableau de bord, un commutateur sur la pédale de frein et un ECU pour chacun des blocs de feux arrière. Bien que le câblage ne soit pas représenté, toutes les lignes d'alimentation et de masse sont interconnectées et tous les terminaux CAN-H et CAN-L sont interconnectés par des paires de câbles torsadés terminées par une résistance de 100 Ω. Dans la pratique, il se peut que vous trouviez la pédale de frein reliée à l'ECU du tableau de bord, etc., mais pour illustrer le fonctionnement du CAN, supposons que le système est tel que représenté ici.

La fiabilité est l'une des caractéristiques majeures de CAN, ce que l'on obtient en réduisant au minimum le trafic sur bus CAN. Dans un réseau classique on pourrait penser que la pédale de frein signalerait au processeur

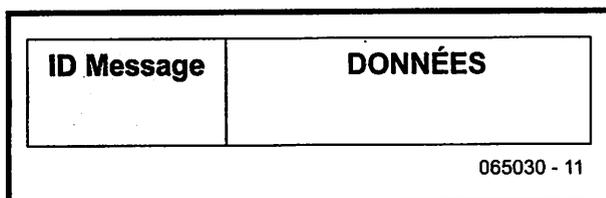


Figure 1.
Structure des données
CAN dans son plus
simple appareil.

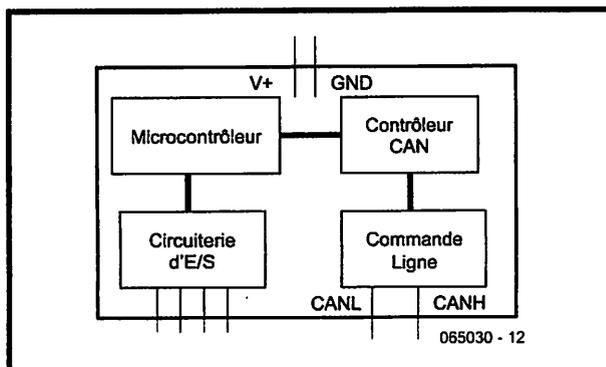


Figure 2.
Noeud CAN typique.

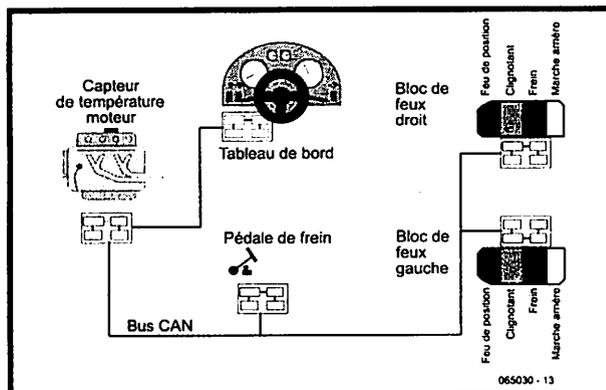


Figure 3.
Exemple de
l'interconnexion de
plusieurs ECU
dans une voiture.

au CAN

Un système complexe devient transparent

du tableau de bord qu'elle a été actionnée et que le tableau de bord ordonnerait aux ECU des blocs de feux arrières d'allumer les feux de stop et ainsi de suite. Surprise -CAN travaille différemment. Lors de la pression sur la pédale, l'ECU de la pédale de frein émet un message signalant « *pédale de frein actionnée* ». Ce message est envoyé à tout le bus. Les ECU des blocs de feux sont programmés de façon à ce qu'à la « lecture » du message « *pédale de frein actionnée* » sur le bus CAN, ils allument l'ampoule correspondante. Ceci a limité au minimum le flux de messages et si l'ECU du tableau de bord ou toute autre ECU ne fonctionne pas, les fonctions principales du réseau restent quand même actives. Ceci est un exemple d'un type d'échange de données pour des données « *mission critical* » : si vos feux de stop ne s'allument pas vous risquez des problèmes voire de vous faire rentrer dedans !

Cependant, si cette méthode était utilisée par tous les périphériques connectés au bus, le trafic deviendrait important, un trafic plus important ayant un impact (négatif) sur la fiabilité. Pour cela, on fait appel à une seconde technique d'échange de données. Prenons l'exemple de la surveillance de la température : le bloc d'instruments central désire savoir quelle est la température du bloc moteur de manière à pouvoir afficher « température » sur la console d'instruments et, si nécessaire, produire l'allumage du témoin d'avertissement. Les concepteurs du système auront décidé de l'intervalle séparant 2 mesures, disons 5 secondes. Par conséquent, toutes les 5 secondes, la console centrale émet un message disant « *Y a-t-il quelqu'un qui puisse me dire quelle est la température du bloc moteur ?* ». L'ECU montée sur le bloc moteur a été programmée pour détecter le message « *Y a-t-il quelqu'un qui puisse me dire quelle est la température du bloc moteur ?* », pour ensuite mesurer la température et répondre ensuite par un message disant « *la température du bloc moteur est* » suivi par la donnée de température.

Un problème-clé

Une fois que l'on a compris les principes de base de CAN, la question qui se pose ensuite est « quelle est exactement la structure de message basique utilisée pour communiquer toute cette information ? C'est là une difficulté-clé de CAN. Si la méthodologie d'ensemble de CAN, les connexions électriques, la structure de paquet, la correction d'erreur et le logiciel de bas niveau sont parfaitement spécifiés, le reste est laissé à votre bon plaisir. Dans la pratique, cela signifie que tout « créateur d'automobiles » (pour citer le slogan de Renault) a choisit ses propres protocoles propriétaires. Massey Ferguson diffère de Audi qui lui aura un protocole différent de celui de BMW et ainsi de suite. Cette situation a sans doute une double raison d'être : les fabricants de voitures n'aiment pas trop que des personnes non autorisées puissent se connecter au bus qui pilote tous les systèmes électroniques si critiques quant à la sécurité; secundo, les équipements de diagnostic et l'apprentissage de leur

mise en oeuvre constituent des sources de revenus non négligeables.

Allons un peu plus loin

Pour mieux comprendre la structure des messages circulant sur un système CAN, reprenons le dialogue de température évoqué plus haut. Chaque message possède un identificateur (ID). Le concepteur du système se doit d'attribuer une fonction à chaque ID. Supposons que l'on ait attribué à l'ID « *Y a-t-il quelqu'un qui puisse me dire quelle est la température du bloc moteur ?* » l'étiquette ID400, et que l'ID pour « *la température du bloc moteur est* » soit ID401. Le concepteur du système doit ensuite décider comment utiliser les octets de données transmis pour véhiculer de l'information. Disons, pour ne pas compliquer les choses, que le premier octet de donnée sera 0 pour les températures positives et 1 pour les températures négatives. Nous pourrions supposer que les 3 octets suivants servent à $C \times 100$, à $C \times 10$ et aux unités de degrés. Dans la pratique il est peu probable que ce soit le cas, mais comme nous voulons apprendre quelque chose à des techniciens de l'automobile inutile de les noyer avec des notions aussi « bizarres » que la notation hexadécimale et les nombres à 16 bits, n'est-ce pas ? Ainsi, si la température est de 76 °C, les données du message devraient être 0076. Pour ce dialogue, les transactions sur le bus prendraient la forme suivante :

	ID	Données
ECU Console	400	-
ECU Block moteur	401	0076

Nous pouvons voir ainsi que l'ECU de la console demande la température et que le bloc moteur répond par les données que la console visualise ensuite sur le tableau de bord.

Flowcode et E-blocks peuvent-ils CANner ?

L'exemple simple ci-dessus montre qu'à très haut niveau, le mode de fonctionnement de CAN est l'enfance de l'art. L'une des vraies forces du logiciel Flowcode épaulant les E-blocks est de permettre de s'occuper en arrière-plan de ce que CAN a de complexe et de n'exposer l'utilisateur qu'aux parties messages de CAN.

Au coeur de Flowcode il a été écrit des macros propriétaires pour la carte à contrôleur CAN de la famille des E-blocks qui lui permet d'être piloté même par quelqu'un qui n'a peu d'expérience de programmation. Les macros fournies permettent l'implantation de l'ID et des données dans l'écran de transmission (**figure 4**), qui est appelé par le biais d'une simple icône de Flowcode. De la même façon, dans l'écran de dialogue de réception (**figure 5**), il est facile de récupérer l'ID et les données à l'aide d'une simple icône de Flowcode pour les placer dans des variables utilisateur. Dans ce dernier écran, les

utilisateurs expérimentés pourront cliquer sur le bouton « Details » pour avoir accès à des fonctions plus avancées telles que filtres et masques voire obtenir une visualisation de la chaîne de données CAN, détails qui ne présentent guère d'intérêt pour la plupart des utilisateurs.

Plaçons les pièces du puzzle

La copie d'écran de la **figure 6** montre un programme en Flowcode pour une pédale de frein de voiture imaginaire. Nous utilisons ici le Multiprogrammer

doté d'un PIC16F877A à 40 broches doté d'un UART interne. À son port C nous connectons la carte CAN et notre contact de pédale frein attaque le bit0 du port B. La première icône du programme initialise la carte CAN. Nous trouvons ensuite une boucle sans fin. Dans cette boucle nous avons l'entrée de la pédale de frein qui, si elle présente un « 1 » logique, est actionnée, situation qui se traduit par la transmission du message CAN correspondant à une action sur la pédale de frein. Un programme très proche implanté dans l'ECU de réception comporte une boucle sans fin qui surveille en permanence le tampon de réception et prend l'action appropriée.

Conclusion

La composante CAN de Flowcode est disponible au téléchargement gratuit sur le site Elektor (www.elektor.fr); elle tourne sur toutes les versions Professional de Flowcode.

(065030-1)

Articles précédents de cette série

- Un meccano pour électroniciens, n°329, novembre 2005, page 64 et suivantes
- E-blocks et Flowcode, n°330, décembre 2005, page 64 et suivantes
- E-blocks & Cyberspace, n°331, janvier 2006, page 60 et suivantes

S'ils vous intéressent et que vous ne les possédez pas, ces articles sont tous téléchargeables depuis notre site.

Figure 4. Écran de dialogue de transmission.

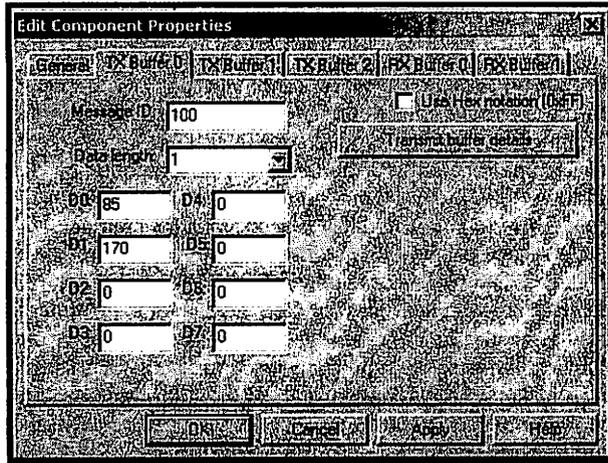


Figure 5. Écran de dialogue du récepteur.

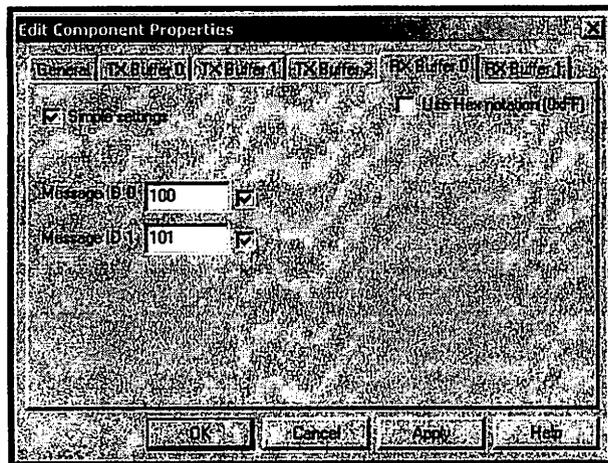
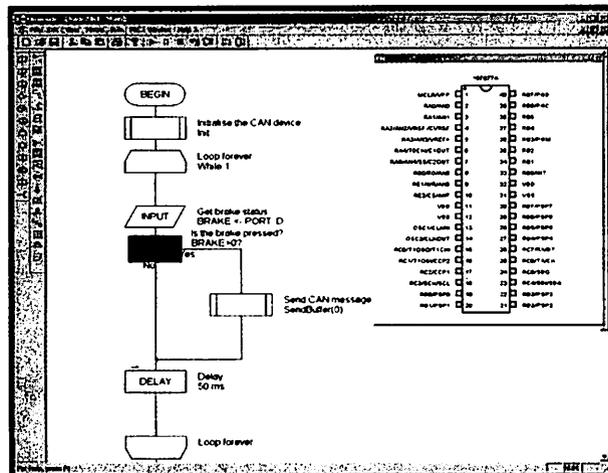


Figure 6. Un programme Flowcode simple envoyant des messages CAN en cas d'action sur la pédale de frein.



2 offres difficiles à refuser

Ce mois-ci nous avons une offre spéciale pour vous encourager à découvrir CAN et vous proposons un Easy CAN Kit comportant :

- 2 x PICmicro Multiprogrammer avec câbles USB
- 2 x microcontrôleur 16F877A PICmicro
- 2 x carte CAN
- 1 x carte Switch
- 1 x carte LED
- 1 x carte LCD
- Flowcode version 2.1 Pro

Tout ceci au prix incroyable de € 449.

De même, pour matérialiser l'article du mois dernier sur l'utilisation de microcontrôleurs enfouis pour développer des pages Web, nous vous proposons un Easy Embedded Internet Kit composé des éléments suivants :

- 1 x PICmicro Multiprogrammer avec câble USB
- 1 x microcontrôleur 16F877A PICmicro
- 1 x carte Internet avec câble croisé
- 1 x carte Switch
- 1 x carte LED
- 1 x carte LCD
- Flowcode version 2.1 Pro

Le tout au prix de € 349 seulement.

Vous pourrez trouver plus de détails au sujet des autres E-blocks dans la zone qui leur est réservée dans notre E-Shop à l'adresse www.elektor.fr.

Nos composants

Choix des composants des montages d'Elektor

Karel Walraven

Les nouveaux lecteurs nous envoient bien des courriels sur le choix des composants des montages d'Elektor. Les photos de nos modèles fournissent certes beaucoup d'informations mais il est impossible d'y distinguer tout. Nous allons donc donner quelques informations précises sur le sujet. Accrochez-vous, sur les composants, il y a beaucoup à dire.

Résistances

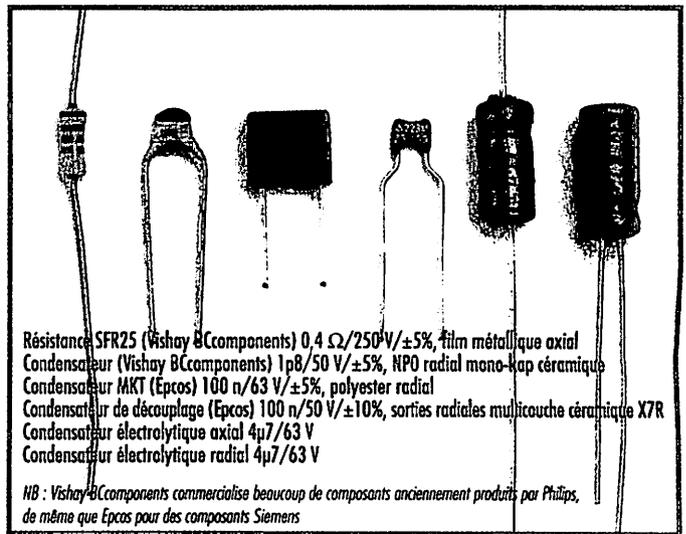
Nous utilisons de façon standard des résistances à film de carbone à 5% de tolérance, dissipant $1/2$ W qui supportent une tension maximale de 200 V. Vous pouvez sans problème les remplacer par des composants de meilleure qualité mais non de qualité inférieure: résistances à film métallique, à 2% ou 1% de tolérance ou résistances qui tiennent 250 V, 300 V ou plus. Des résistances de $1/3$ ou $1/2$ W de puissance conviennent également si vous n'oubliez pas de tenir compte de leur encombrement! Un mot encore sur la façon dont nous indiquons la valeur des résistances: la notation des nombres diffère d'un pays à l'autre. Les Anglo-Saxons utilisent le point, là où nous préférons la virgule et réciproquement. Elektor est lu dans le monde entier et nous avons cru malin de résoudre le problème en le contournant. Nous avons donc remplacé point ou virgule décimale par Ω , k ou M. Nous y avons gagné, avantage certes secondaire, une bonne lisibilité tout en évitant les risques d'erreurs que peut poser l'oubli d'une virgule ou d'un point par un mauvais copiste ou une mauvaise copie. Voilà pourquoi, au lieu de 4700 ohms, vous lisez 4k7 et non 4,7 k ou 4.7 k.

Condensateurs

Nous pouvons les diviser en trois groupes, en fonction de leur valeur. Le premier groupe se compose

des condensateurs céramique radiaux d'une valeur de (presque) zéro pF (picofarad) à 1000 pF. Sauf autre indication, ils doivent supporter au moins 50 V et le coefficient de température n'est pas important. Les tolérances de ce groupe sont grandes, jusqu'à $\pm 20\%$. Leurs broches sont toujours séparées de 5 mm. Le deuxième groupe commence à 1 nF (1 nanofarad soit 1 000 pF) jusqu'à environ 1 μ F (microfarad). Nous prenons ici des condensateurs radiaux à diélectrique en polyester dont la tolérance est de $\pm 10\%$. Leur tension de service est encore de 50 V. De nombreux fabricants les proposent et leur qualité est toujours assez bonne. Sur nos platines, nous implantons des condensateurs polyester dont l'empattement (distance entre broches) est de 5 ou 7,5 mm. S'il arrive que nous n'implantions que des condensateurs de 5 mm d'empattement, la liste des composants le précise.

Le troisième groupe est celui des condensateurs électrolytiques, de capacité supérieure à 1 μ F. Les tolérances, ici, sont très grandes, de l'ordre de -20 à $+50\%$. La tension de service peut varier de 3 à quelques centaines de volts. Une règle empirique: la tension de service d'un condensateur électrolytique n'a pas besoin d'être supérieure à celle de la tension d'alimentation du circuit (ce qui s'applique du reste à tous les composants). Nous essayons de concevoir nos projets de telle



façon que vous puissiez implanter n'importe quel modèle de condensateur électrolytique. Cette règle connaît peu d'exceptions, celle des alimentations à découpage, en particulier. Le circuit d'une alimentation à découpage connaît de forts courants de pointe et des fréquences de commutation élevées. La trop grande résistance interne d'un 'mauvais' condensateur électrolytique provoquera ici une forte ondulation de la tension de sortie. De plus, il chauffera. Et croyez-le ou non: la durée de vie de certains condensateurs électrolytiques est prévue: elle est de 1 000 heures seulement à 80 degrés... Inutile pourtant de vous inquiéter puisque, si comme ici, des caractéristiques spéciales sont nécessaires, nous le précisons toujours. Comme nous l'avons dit, nous spécifions des valeurs minimales,

10 μ F/10 V, par exemple. Il n'est pas rare que vous ne trouviez pas ces valeurs mais, en revanche des condensateurs de 10 μ F/35 V ou 10 μ F/63 V. Ces condensateurs conviennent parfaitement et une tension plus grande n'a rien de gênant. Attention toutefois à l'encombrement! Si le condensateur est trop grand, il risque de ne pas tenir sur la platine. Lorsqu'il achète des composants, notre laboratoire veille toujours à ne choisir que des condensateurs électrolytiques à boîtier relativement gros. Un modèle de marque différente tiendra ainsi toujours sur la platine. Si la liste des composants ne précise pas qu'ils sont radiaux, les condensateurs électrolytiques sont toujours de type axial. Leur empattement dépend de leur valeur.

(050315-1)