

Bienvenue dans le monde du prototypage simplifié !

A mesure que les composants électroniques se miniaturisent, il peut sembler difficile aujourd'hui de savoir comment évaluer et construire des prototypes avec des circuits qu'on ne peut quasiment plus souder. Toutefois des technologies clés (pour une connexion filaire ou sans fil, pour du contrôle/commande ou de la mesure) sont désormais proposées sous la forme de cartes d'extension faciles à utiliser et compatibles avec tout un éventail de cartes de développement sur microcontrôleur.

Si vous entendiez un groupe de personnes parler de « HATs », de « Shields », de « PICtails » et de « Clicks », vous penseriez sûrement qu'elles utilisent un langage codé. En réalité, il est fort probable qu'il s'agisse plutôt d'ingénieurs spécialisés dans le développement embarqué qui se demandent comment prototyper au mieux leur prochain projet. Au cours des deux dernières décennies, l'éventail de cartes de développement et d'évaluation mis à la disposition des ingénieurs a connu d'importants changements, eux-mêmes liés à l'évolution de l'industrie des semi-conducteurs. Premièrement, les boîtiers sont devenus plus petits et ont perdu leurs broches. La zone de prototypage à pas de 0,1 pouce de style Veroboard des anciennes cartes de développement est malheureusement devenue la plupart du temps inutilisable à l'ère des composants QFP (Quad Flat-Pack) et QFN (Quad Flat No-lead) à pas fin. Deuxièmement, beaucoup de fournisseurs de microcontrôleurs ont élargi leur offre avec des solutions de conversion de puissance, de détection, de connexion sans fil et réseau. Cherchant à vendre des systèmes complets, ils conçoivent donc leurs cartes de développement avec des systèmes de connectique plug and play. Cela permet à leurs autres solutions de semi-conducteurs d'être facilement interfacées et évaluées avec le microcontrôleur choisi.

La carte Explorer 16/32 de Microchip

Un exemple parlant de cette approche est la carte de développement Explorer 16/32 de Microchip



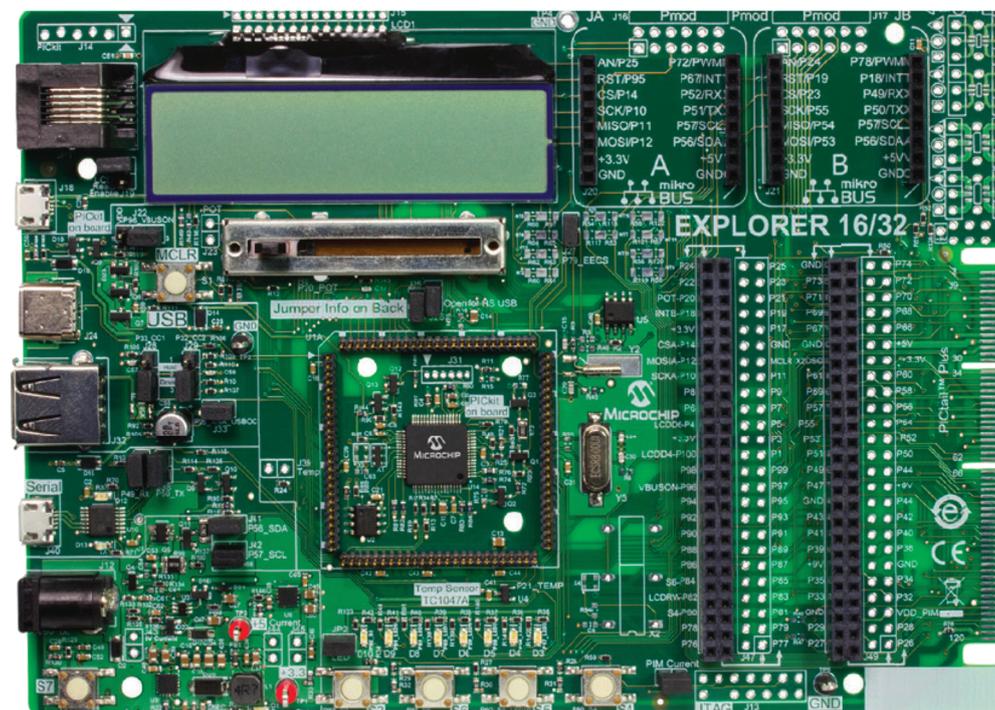
Mark Patrick,
Technical
Marketing
Manager,
EMEA, Mouser
Electronics.

Technology (photo A). La carte de développement DM240001-2, initialement développée pour les gammes de microcontrôleurs 16 bits PIC24 et dsPIC33 du fabricant, prend aussi en charge sa gamme 32 bits PIC32. La décision de Microchip de rendre le microcontrôleur interchangeable via son module plug-in (PIM) a permis cette compatibilité. Ces modules PIM, qui mesurent 38x38mm, disposent d'un minimum d'éléments matériels. Pour un microcontrôleur standard, on trouve seulement auprès du microcontrôleur des condensateurs de découplage et le quartz nécessaire à l'horloge. Pour les composants plus complexes offrant davantage d'options, on peut trouver plusieurs cavaliers pour

sélectionner les interfaces, ainsi que des attaches pour les sondes d'oscilloscope conçues pour les microcontrôleurs destinés à des applications de puissance numérique ou de commande moteur.

La carte dispose également d'entrées/sorties basiques avec un écran LCD alphanumérique, un potentiomètre, des LED, des boutons poussoirs et un capteur de température. Toutefois, si l'on souhaite prototyper rapidement des applications plus complexes, il est préférable d'utiliser l'interface standardisée PICtail Plus de Microchip. En conjonction avec la carte d'extension PICtail Plus, il existe une gamme de cartes ou modules qui offrent une connectivité sans fil et filaire, des écrans e-paper

- A.- Sur la carte de développement Explorer 16/32, Microchip propose un module d'extension PICtail Plus pour y ajouter, via des cartes filles, connectivité filaire ou sans fil, afficheurs e-paper, détecteurs de mouvement...



et couleur et des capteurs de mouvement.

L'interface a également été implémentée par TE Connectivity sur sa Weather Board. Cette carte intègre le capteur d'humidité I2C HTU21D de TE Connectivity, l'altimètre industriel MS5637-02BA03, le capteur de température numérique TSY01 et le capteur de pression, d'humidité et de température MS8607-02BA01. La carte dispose de pilotes écrits en C pour chacun des différents capteurs et un exemple d'application. Le code permet aux développeurs de tester chaque capteur et d'afficher les résultats de mesure sur l'écran LCD de l'Explorer 16/32. Un guide d'utilisateur clair est également fourni. Il porte sur l'installation et explique les fonctionnalités du code de l'application donnée en exemple.

Un standard ouvert pour le prototypage : mikroBUS

Bon nombre de capteurs et modules, et même les solutions complexes destinées au Wi-Fi ou à l'Ethernet, requièrent seulement une interface série simple comme SPI pour se connecter au microcontrôleur. Malgré cela, les acteurs de l'industrie ne se sont jamais vraiment accordés sur un brochage ou un facteur de forme standardisé pour lancer une solution de prototypage standard sur le marché. Cela commence toutefois à changer : Microchip et d'autres fournisseurs de microcontrôleurs comme NXP soutiennent en effet mikroBUS. Ce standard développé par MikroElektronika définit les fonctionnalités de 16 broches d'interface ainsi que les dimensions et les sérigraphies de la carte. Les cartes de MikroElektronika reposant sur ce standard sont appelées cartes Click.

Toutes ces cartes présentent la même largeur de 25,4 mm (1 000 mil) mais sont disponibles en trois longueurs : petite (28,6 mm/1 125 mil), moyenne (42,9 mm/1 690 mil) et grande (57,15 mm/2 250 mil). Cette flexibilité permet d'avoir toujours la même interface mais aussi d'aménager une zone de prototypage ou un espace pour les antennes ou les connecteurs. Le standard prend en charge les interfaces SPI, UART et I²C, les broches réservées aux signaux ana-



• B.- Le module de mesure de courant Click Hall Current 2 de MikroElektronika est compatible avec le bus d'extension mikroBUS que l'on trouve notamment sur l'Explorer 16/32.

logiques et PWM, une ligne d'interruption et une broche de réinitialisation. Il définit aussi des broches d'alimentation +5,0V et +3,3V.

La toute dernière carte Explorer 16/32 intègre également deux jeux d'embases prenant en charge les cartes mikroBUS Click et offrant ainsi aux développeurs un éventail encore plus large d'options de prototypage au sein de la gamme de MikroElektronika. Au besoin,

deux embases supplémentaires sont fournies avec la carte d'extension PICtail Plus.

La Click Hall Current 2 (photo B) qui utilise un capteur à effet Hall ACS711 d'Allegro Microsystems est une carte de ce genre. Elle mesure des courants allant jusqu'à +/- 12 A pour des tensions jusqu'à 100 V en courant alternatif (AC) et continu (DC). Cet équipement particulier s'appuie sur l'interface I²C pour la configuration et les mesures numériques, la broche analogique fournissant une autre option de sortie. Via le convertisseur analogique-numérique (CAN) intégré, la mesure est fournie au microcontrôleur en tant que valeur 12 bits avec une sensibilité définie à 110 mV/A. Une sortie d'interruption et une entrée de réinitialisation sont

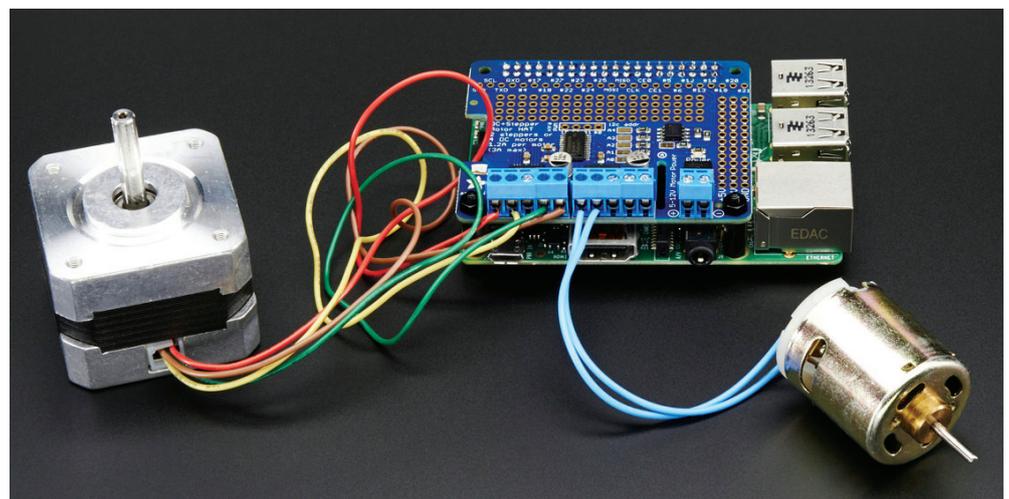
également disponibles pour gérer le circuit de détection des erreurs de l'ACS711. Ainsi, en cas de surcharge de courant, le microcontrôleur peut détecter le défaut et réinitialiser l'appareil.

Les cartes de prototypage ne se limitent pas à de simples tâches de mesure et d'interfaçage. La Click Grid-EYE met ainsi l'imagerie thermique à disposition des développeurs. S'appuyant sur une grille infrarouge AMG8853 de Panasonic, cette carte Click fournit 64 sorties depuis une matrice thermique 8x8. Elle est capable de mesurer des températures comprises entre -20°C et +100°C sur une distance de détection de 5 m. Afin d'empêcher que la température ambiante n'interfère avec les résultats de mesure, l'appareil compense à l'aide d'une thermistance interne. Une simple interface I²C suffit donc pour donner la vision, même à des microcontrôleurs 8 bits !

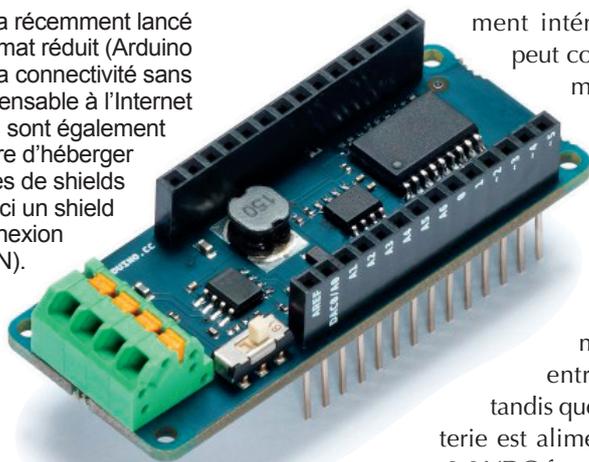
A l'autre bout du spectre, la Raspberry Pi 3

A l'autre extrémité de l'échelle, des dispositifs comme le nano-ordinateur Raspberry Pi 3 Model B+ – avec son processeur à quatre cœurs de 64 bits, ses fonctionnalités graphiques et sa prise en charge de l'écosystème Linux – constitue une plate-forme de prototypage intéressante. Avec des logiciels adaptés à tous les cas d'usage imaginables, la Raspberry Pi est idéale pour tester des idées et concepts liés à la numérisation d'applications industrielles et à l'interfaçage avec le cloud. Par rapport aux cartes de développement

• C.- Les HAT sont des cartes d'extension qui s'interfaçent avec l'embase à 40 broches des Raspberry Pi à l'instar du modèle HAT pour moteurs DC et pas-à-pas d'Adafruit, utile si l'application doit commander des moteurs.



• D.- Arduino a récemment lancé des cartes au format réduit (Arduino MKR) qui offrent la connectivité sans fil indispensable à l'Internet des objets et qui sont également en mesure d'héberger différents types de shields (ici un shield pour la connexion au bus CAN).



pour les micro-contrôleurs à la programmation de type bare-metal, les interfaces proposées par la Raspberry Pi sont assez limitées. Une embase à 40 broches offre une seule interface I²C et SPI, ainsi que 17 E/S numériques. Une bibliothèque Python permet aussi d'utiliser les broches numériques en tant que sorties PWM (Pulse Width Modulation, modulation de largeur d'impulsion). Pour exploiter cette interface et potentiellement ajouter une fonctionnalité d'entrée analogique, les développeurs peuvent faire leur choix parmi une gamme de HAT, des cartes d'extension qui s'interfacent avec l'embase à 40 broches. Par exemple, si l'application doit commander des moteurs ou des moteurs pas-à-pas, le modèle HAT pour moteurs DC et pas-à-pas d'Adafruit (photo C) est potentielle-

ment intéressant. Cette carte peut contrôler jusqu'à deux moteurs pas à pas unipolaires ou bipolaires, jusqu'à quatre moteurs DC ou diverses combinaisons des deux.

Les moteurs sont alimentés via leur propre entrée +5 à +12 VDC tandis que le reste de la circuiterie est alimenté sous la tension +3,3VDC fournie par la Raspberry Pi. On y trouve aussi deux pilotes de moteur intégrés TB6612FNG de Toshiba et un contrôleur PCA9685 de NXP. Cela permet d'obtenir 16 canaux de signaux PWM 12 bits commandés via I²C, 12 d'entre eux servant à contrôler le moteur. Les quatre canaux restants sont reliés à une embase et peuvent être utilisés à d'autres fins. Si le besoin de contrôler plus de moteurs se fait sentir, il est possible de cumuler jusqu'à 32 cartes HAT et donc, potentiellement, de contrôler 64 moteurs pas à pas ou 128 moteurs DC.

Un regard sur Arduino

Pour clore notre revue des plateformes de prototypage, nous nous devons d'explorer l'offre d'Arduino en la matière. Avec une architecture

de carte standardisée pour les micro-contrôleurs 8 bits et 32 bits, les cartes d'extension développées par Arduino sont appelées « shields ». La majorité des shields possèdent le facteur de forme de l'Arduino UNO plutôt que celui –plus long– des Arduino MEGA ou Due. Si Arduino propose de son côté quelques shields, les fabricants de composants électroniques ont utilisé le modèle du circuit imprimé standard pour en développer des centaines d'autres.

Arduino a récemment lancé des cartes au format plus réduit (Arduino MKR) qui offrent la connectivité sans fil indispensable à l'Internet des objets (IoT). Légèrement plus courtes et environ moitié moins larges que les cartes UNO, les cartes Arduino MKR sont également en mesure d'héberger différents types de shields. Si, par exemple, un développeur souhaite créer une passerelle entre la connectivité CAN et le cloud, il peut étendre sa carte avec le modèle Arduino MKR CAN Shield (photo D). Intégrant un contrôleur MCP2512 de Microchip, l'interface CAN est contrôlée via une interface SPI. L'émetteur-récepteur fourni est le modèle TJA1049T/3 de NXP. En fonction de la configuration de l'ensemble du réseau CAN, la résistance de tirage peut être active ou éteinte via un petit interrupteur situé sur la carte.



La force d'un média numérique intégré

Site Internet + Newsletter + eMagazine

ACCÈS ILLIMITÉ

1 an
120 € HT*

6 mois
60 € HT*

*TVA applicable : 20%

Abonnez-vous ici !