Contrôleurs de puissance hybrides : des ponts entre les domaines analogique et numérique

Auteur : Arild Rodland, Marketing Produits, Microchip

Vous n'êtes pas sans avoir remarqué que de plus en plus d'appareils électroniques font partie de votre vie. Des appareils autrefois assez simples et banals évoluent vers des technologies plus évoluées et plus complexes. Même votre simple brosse à dents a désormais une cousine électronique motorisée et connectée à Internet - avec détection de pression et temps de brossage contrôlé - pour un sourire parfait.

Certains appareils utilisent des batteries, tandis que d'autres se branchent directement sur secteur, mais leur point commun à tous est qu'ils ont besoin d'une alimentation électrique. Si nous élargissons notre vision du monde, le nombre d'appareils à alimenter se chiffre en milliards. Il va de soi qu'il y a un énorme intérêt à ce que chaque appareil utilise et gaspille le moins d'énergie possible.

Les contraintes imposées aux alimentations par les appareils connectés sont plus importantes que jamais, car les applications d'aujourd'hui peuvent souvent passer d'une consommation de quelques milliwatts en mode veille, à plusieurs centaines de watts en fonctionnement.

Pour supporter des modes de fonctionnement aussi différents, une alimentation traditionnelle à découpage n'est pas suffisante. Il faut une alimentation capable de changer de mode à la volée.

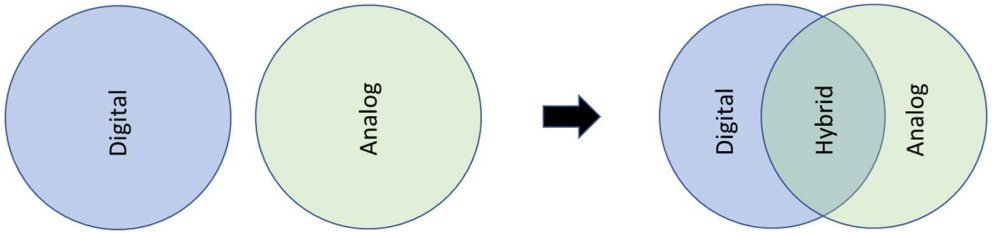
Historiquement, les alimentations étaient implémentées comme des solutions analogiques, soit à l'aide de composants discrets, soit en utilisant des dispositifs de puissance analogiques associés à des composants complémentaires. Ainsi l'ensemble du système de commande était implémenté sous la forme d'une boucle fermée analogique. L'avantage est que ces systèmes sont relativement économiques et assez faciles à concevoir. Il existe de très nombreuses solutions à découpage à base d'ASIC, adaptées à la plupart des utilisations courantes, mais nombre d'entre elles sont incapables de répondre aux besoins des dispositifs intelligents actuels.

D'un autre côté, les alimentations numériques sont extrêmement puissantes. Les alimentations "tout numérique" convertissent tous les signaux d'entrée au format numérique, et ensuite tout le traitement des signaux se fait dans le domaine numérique. Ces alimentations nécessitent une puissance de calcul considérable, et font traditionnellement appel à des DSP (Digital Signal Processor, ou processeur de signaux numériques) dédiés, et à des microcontrôleurs dotés de capacités de calcul importantes. Les alimentations numériques présentent de nombreux avantages par rapport à leurs homologues analogiques. Elles s'adaptent facilement aux différentes topologies et peuvent être facilement ajustées pour un rendement maximal. Le

principal inconvénient d'une solution tout numérique est son coût et sa complexité de développement.

Ainsi, d'un côté nous avons des alimentations analogiques bon marché et rapides, mais pas très souples ; et de l'autre côté, nous avons des alimentations numériques très souples et très puissantes, mais aussi plus complexes et assez chères.

Ne serait-ce pas formidable s'il y avait une troisième option, qui combinerait les avantages des alimentations analogiques et numériques ?



La Figure 1 illustre la relation entre alimentations analogiques, numériques et hybrides.

C'est là qu'entrent en jeu les systèmes de puissance hybrides. Dans une alimentation hybride, la boucle d'asservissement est analogique, mais améliorée numériquement. Ainsi les systèmes de puissance hybrides combinent logique numérique et circuits analogiques pour profiter du meilleur des deux mondes dans un même dispositif. Disposer d'une boucle analogique améliorée numériquement, permet de modifier facilement la topologie ou la durée d'exécution du mode de commande pour ajuster l'application et obtenir les meilleures performances possibles.

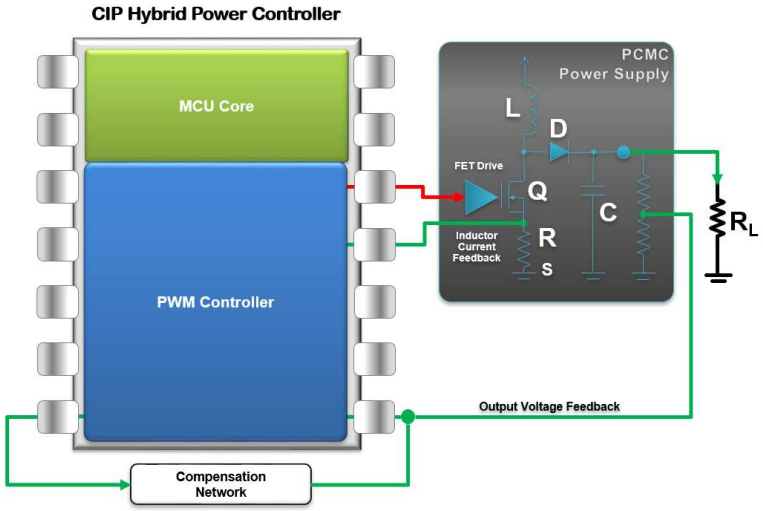
Voyons avec un exemple simple comment illustrer ses avantages.

Dans les chargeurs de batterie, il faut respecter des caractéristiques de charge très strictes pour un élément de batterie donné. Certains nécessitent une charge à courant fixe et régulé en début de charge, et lorsque la batterie approche de la pleine charge, il faut passer d'une commande en mode courant à une commande en mode tension, avec une tension régulée et un courant réduit.

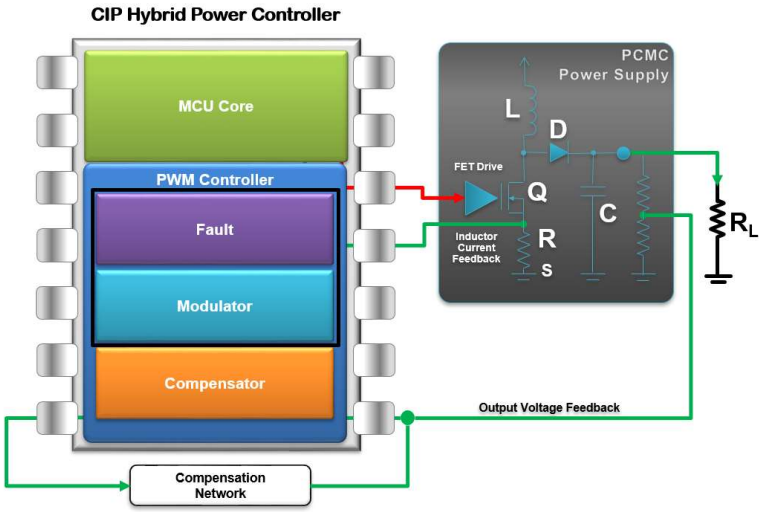
Pour une solution de puissance hybride, c'est une tâche très simple. Il suffit de démarrer avec une commande en mode courant, et le moment venu, de passer en mode tension. Le matériel et la topologie restent les mêmes, mais la détection est commutée.

Comme évoqué plus haut, la solution hybride s'appuie sur une boucle analogique améliorée numériquement. Tout ce système de puissance hybride est conçu pour fonctionner dans des périphériques CIP (Core Independent Peripheral, ou périphérique indépendant du cœur). Les microcontrôleurs à capacités de puissance hybride CIP disposent d'un contrôleur PWM (Pulse Width Modulation, ou modulation de largeur d'impulsion) autonome, évolué et complètement

configurable, capable de supporter un large éventail de topologies et de modes de commande différents.



La Figure 2 montre un schéma très simplifié de contrôleur de puissance hybride CIP. Il se compose d'un microcontrôleur universel et d'un contrôleur PWM capable de fonctionner indépendamment du microcontrôleur. Le contrôleur PWM est constitué de trois blocs principaux, comme illustré en Figure 3. Le bloc modulateur génère le signal de commutation des transistors de puissance externes. Selon le mode de commande, un signal retour de courant ou retour de tension permet de réguler le rapport cyclique. Le contrôleur dispose aussi d'une compensation de pente pour une meilleure stabilité. Le module de défaut est responsable de la mise hors-tension en cas de court-circuit ou de surintensité.



La configuration de l'ensemble du système en un seul module indépendant présente un énorme avantage d'un point de vue système car l'alimentation peut fonctionner indépendamment, et le MCU peut ainsi servir à des tâches plus complexes comme la communication avec le contrôleur principal, les différentes fonctions de commande de la carte, ou encore une commande plus sophistiquée du contrôleur PWM.

Dans le cas d'un éclairage à LED, obtenir la bonne température de couleur nécessite un contrôle très précis du courant. La température ambiante peut avoir une influence, mais si le microcontrôleur est associé à une solution de puissance hybride, il peut facilement surveiller la température ambiante et compenser en fonction.

On peut dire que commander une bande de LED RGBW nécessite quatre canaux indépendants, or vous serez heureux d'apprendre que certains contrôleurs de puissance hybrides CIP intègrent 4 contrôleurs PWM indépendants, qui peuvent être commandés individuellement. Ils ne sont pas non obligés de fournir la même tension de sortie. Un tel dispositif peut ainsi servir à fournir du 1,8V, du 3,3V et du 5V à votre système.

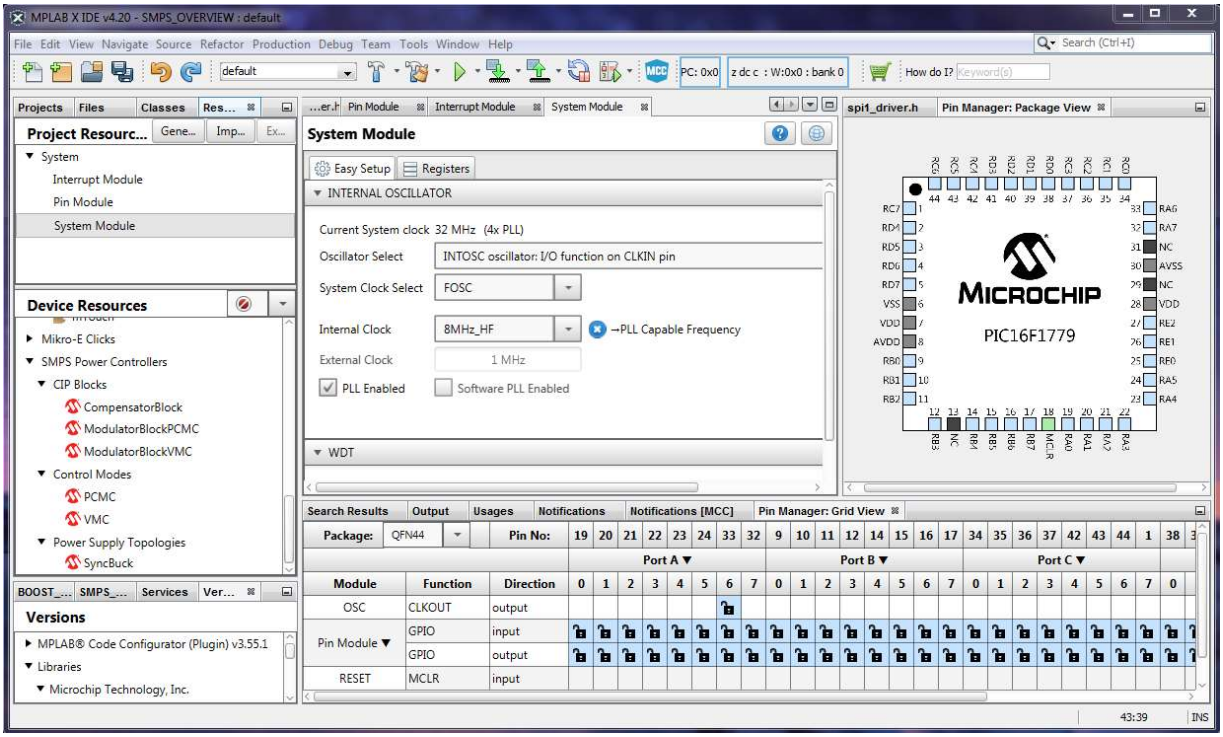
Défi de conception - Garder les choses simples

Les microcontrôleurs se programment généralement avec des langages de programmation de haut niveau comme C, alors que les concepteurs d'alimentations sont plutôt habitués à utiliser des outils de simulation analogiques pour concevoir et déboguer leurs conceptions. Traditionnellement, les développeurs de logiciels de microcontrôleurs ont peu, voire pas d'expérience de conception d'alimentations, et de la même manière, les concepteurs d'alimentations manquent souvent d'expérience dans l'écriture de code destiné à des microcontrôleurs. Cela constitue un véritable défi. Comment permettre à un concepteur d'alimentation expérimenté de programmer et de configurer un contrôleur de puissance hybride ?

La solution consiste à lui fournir des outils de développement graphiques qui réduisent toute la configuration du contrôleur PWM à quelques étapes simples. Dans les coulisses, l'outil de développement génère tout le code d'initialisation nécessaire à configurer le contrôleur PWM ; par exemple une topologie buck (dévolteur) synchrone à commande de courant crête, et toutes les fonctions de modulation, de compensation et de détection de défaut adéquates.

Microchip a lancé une telle gamme de microcontrôleurs, les PIC16F176x et PIC16F177x. Ces derniers fournissent jusqu'à 4 contrôleurs PWM indépendants et sont entièrement pris en charge par MPLAB® X dans le configurateur de code graphique illustré ci-dessous. Cet outil a été conçu en pensant aux concepteurs d'alimentations analogiques, aussi il se présente de la même façon que les outils qu'ils ont l'habitude d'utiliser. Au lieu d'écrire du code C et de configurer des registres, il suffit de sélectionner la topologie d'alimentation, le mode de commande, et de renseigner quelques valeurs comme la fréquence de commutation et le rapport cyclique PWM maximum. Ensuite le configurateur se charge du reste et génère le code d'initialisation.

Le point fort est que pendant le fonctionnement normal, aucun code n'est exécuté. Le code ne sert qu'à paramétrer les interconnexions au sein du contrôleur PWM. Une fois en marche, le contrôleur PWM peut fonctionner sans aucune intervention du MCU.



Pour plus d'informations sur les contrôleurs de puissance hybrides CIP, visitez [www.Microchip.com.](http://www.Microchip.com)