Simplification du contrôle des rails à tensions multiples, du séquençage direct à la gestion de l'alimentation entièrement intégrée

Mark Patrick, Mouser Electronics

Les CI de gestion d'alimentation et les séquenceurs d'alimentation peuvent aider à simplifier la tâche complexe que représente le démarrage de différents rails de tension en utilisant une séquence adéquate, pour un système sur une puce (SoC) ou un sous-système d'informatique embarquée. La gamme comprend des séquenceurs basiques comme des circuits intégrés (CI) de gestion de l'alimentation intégrée, qu'ils soient à usage général ou spécifiques à un processeur. On trouve également des dispositifs entièrement programmables, qui sont capables d'exécuter des séquences complexes.

Introduction : Alimentation des systèmes et dispositifs multi-rails

Les systèmes à base de processeurs, au coeur d'équipements tels que les contrôleurs industriels, les équipements de réseaux et les produits de consommation, requièrent de la puissance pour pouvoir appliquer différentes tensions selon une séquence spécifique au cœur de processeur, aux périphériques, aux E/S et à la mémoire. Dans certains cas, le séquençage peut être souhaitable pour éviter des courants de démarrage trop élevés lors de la mise sous tension. Dans d'autres systèmes, la séquence de mise sous tension peut s'avérer essentielle pour assurer que le système s'initialise correctement ou pour protéger les composants ou les sous-systèmes vulnérables de tout dommage (par exemple, en veillant à ce que les signaux de commande logique adéquats soient présents avant de démarrer le circuit d'alimentation).

Certains éléments du système comme le processeur, la logique, la mémoire, ainsi que plusieurs périphériques sont souvent intégrés dans un dispositif SoC, qui requiert des rails d'alimentation multiples de tensions différentes pour une application sur diverses broches. En fonction de l'application, d'autres sous-systèmes, tels que des pilotes de moteur, des MOSFET/IGBT d'alimentation ou des interfaces spéciales de communication, comme Ethernet ou des ports série RS-232/422, peuvent également être inclus. Même les plus petits éléments de l'équipement peuvent nécessiter 10 rails

d'alimentation ou plus pour être alimentés par des régulateurs DC indépendants ou des convertisseurs de puissance.

Contrôle de la séquence de mise sous tension

Une séquence directe peut s'effectuer de manière à ce que l'alimentation B ne soit allumée qu'après l'alimentation A. Un système plus complexe peut nécessiter de n'allumer l'approvisionnement C qu'une fois que les rails A et B sont sous tension. Notez qu'une alimentation est généralement considérée comme « en marche » quand la sortie se situe à 90 % de la tension finale du rail. Cependant, les applications cruciales requièrent parfois que le rail se rapproche davantage de la tension finale, à savoir dans l'ordre des 1 %. Comme il est beaucoup plus facile de mesurer le minutage que la tension, certains modèles peuvent utiliser le minutage comme critère. Cet aspect est particulièrement utile si vous avez déterminé qu'un rail de tension spécifique atteindra la valeur souhaitée dans un délai bien défini.

Qu'il soit défini selon un minutage ou le niveau de tension, le laps de temps entre les rails mis sous tension de manière successive est en général de l'ordre des millisecondes. Toutefois, il peut s'avérer beaucoup plus long dans certaines applications. Si un sous-système, par exemple un dispositif de chauffage, doit atteindre la température maximale avant que le reste du système ne démarre, ou si le processeur du système doit exécuter une routine d'étalonnage ou vérifier la présence d'un signal de sécurité avant la mise en marche d'un système à tension ou puissance élevée, il peut y avoir un intervalle de quelques secondes (ou plus) avant que les rails suivants ne démarrent.

Recherche d'une solution peu encombrante

Si le système contient des convertisseurs de puissance discrets, chacun équipé d'une broche d'activation et d'une sortie Power Good, vous pouvez utiliser le Power Good pour faire en sorte que le prochain convertisseur de la séquence ne démarre que lorsque le rail précédent a atteint un niveau satisfaisant, permettant de délivrer le signal Power Good. Si un ou plusieurs convertisseurs ne disposent pas d'entrée d'activation,

vous pouvez mettre en œuvre le séquençage en utilisant le signal de démarrage pour commander la grille d'un MOSFET placé en série avec la sortie.

Si aucun signal Power Good n'est disponible, il se peut que vous ayez besoin d'un circuit supplémentaire pour échantillonner la tension de sortie, par exemple d'un convertisseur A, pour générer le signal d'activation d'un convertisseur B, et ainsi de suite. Un circuit de minutage, basé sur un dispositif tel qu'une minuterie 555, peut offrir une alternative à l'échantillonnage de tension. Toutefois, chacune des approches présente des inconvénients, parmi lesquels on compte une complexité supplémentaire, un plus grand nombre de composants et des exigences relatives aux PCB. À ce stade, vous pourriez vouloir envisager un séquençage d'alimentation intégré ou un circuit intégré pour la gestion de l'alimentation (PMIC).

Le LM3880 de Texas Instruments est un exemple de séquenceur de puissance simple, que vous pouvez utiliser pour générer une activation de signaux minutée pour jusqu'à trois convertisseurs individuels (voir illustration n°1). Lors de la mise sous tension, les trois signalisations de sortie du LM3880 sont maintenues à un niveau faible. Le CI dispose de sa propre entrée d'activation, qui est connectée à un comparateur interne, se référant lui-même à une tension de 1,25 V. Ceci permet au concepteur d'organiser la séquence de mise sous tension de manière à ce qu'elle débute à la réception d'un signal logique, ou quand un autre rail d'alimentation ou une tension analogique atteint un niveau donné. Si nécessaire, vous pouvez y associer un délai en rattachant un condensateur à l'entrée d'activation. Lorsque l'activation devient valide, le premier signal de sortie est déterminé selon un délai prédéfini. Le même laps de temps s'écoule alors avant le réglage du deuxième signal, puis de nouveau avant celui du troisième et dernier signal. La période de temps est programmée dans EPROM lors de sa fabrication. Les clients peuvent choisir parmi six désignateurs de synchronisation prédéfinis, qui affichent des délais compris entre 2 ms et 120 ms. L'utilisation de ce type de dispositif a également pour avantage que le LM3880 mette aussi les rails hors tension selon la même séquence et dans des intervalles de temps identiques.

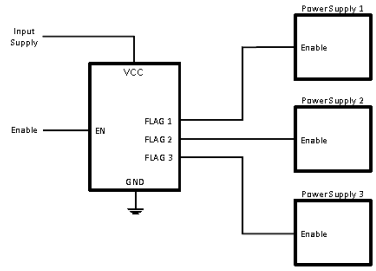


Illustration n°1 : un séquençage simple de l'alimentation électrique avec le LM3880 permet d'assurer une mise sous tension fiable du système et d'éviter les courants de démarrage excessifs (source : fiche technique de TI)

Le MAX16029 de Maxim Integrated, présenté dans l'illustration n°2, est un séquenceur similaire à quatre canaux, qui permet aux concepteurs de programmer la période de temporisation par le biais de condensateurs externes. Chacun des quatre canaux est indépendant des autres et chaque sortie de canal peut être utilisée dans une configuration à drain ouvert. Cette dernière soutient des tensions de rail allant jusqu'à 28 V, qui correspond à l'ordre de valeur requise pour les régulateurs DC haut de gamme. Ce séquenceur est également disponible en versions à deux canaux et à trois canaux. De plus, Maxim présente plusieurs appareils semblables, qui permettent de régler le minutage via une interface PMBus, plutôt que via des condensateurs ou des résistances. Cela signifie que vous pouvez disposer des séquenceurs en série pour traiter plus de quatre rails.

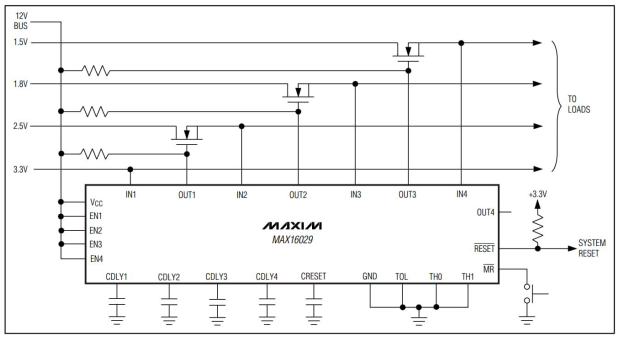


Illustration n°2 : le PMIC MAX16029 utilise des condensateurs pour programmer les délais de temps de quatre canaux indépendants et prend en charge les rails d'alimentation DC jusqu'à 28 V (source : fiche technique de Maxim Integrated)

Choix et utilisation d'un circuit intégré de gestion de l'alimentation

Un PMIC contenant plusieurs sources d'alimentation intégrées peut fournir une solution encore moins encombrante et plus simple. Toutefois, choisissez votre PMIC avec précaution : même si ce type de dispositif présente plusieurs régulateurs linéaires LDO et des convertisseurs de commutation DC/DC combinés avec des fonctions à valeur ajoutée, telles que la protection, le diagnostic et la gestion de la batterie, certains PMIC sont conçus pour assumer un rôle de contrôle plutôt que pour le séquençage.

Certains PMICs sont conçus pour répondre aux besoins de puissance d'un dispositif spécifique. Par exemple, le MMPF0100

Une autre classe de PMIC à usage général offre une sélection de convertisseurs linéaires et de commutation, avec des possibilités de personnalisation de paramètres, tels que les tensions de sortie, le séquençage et les seuils de protection. Ceux-ci peuvent donner aux concepteurs différentes options pour la mise sous tension de leur système, à l'aide d'un dispositif intégré pratique et peu encombrant.

Le TPS65916 de TI est un exemple de PMIC qui intègre cinq convertisseurs dévolteurs configurables pour alimenter le cœur, la mémoire, ainsi que l'entrée et la sortie de différents types de processeurs. Ces convertisseurs en mode commuté prennent en charge des techniques d'économie d'énergie, telles que la mise à l'échelle de tension adaptée. Le PMIC contient également cinq LDO permettant d'alimenter des domaines à faible courant électrique ou à faible bruit. Vous pouvez configurer des séquences de mise sous tension et hors tension sur une base OTP. Vous pouvez aussi régler les transitions entre le mode veille et le mode actif du convertisseur. Le dispositif est

conduit par le contrôleur d'alimentation intégré, qui gère l'extraction et l'exécution des séquences.

Séquençage d'alimentation programmable

Si une application présente plusieurs rails ou des exigences de séquençages complexes, ou bien si le séquencement de démarrage ou d'arrêt doit être géré très précisément, vous aurez besoin d'une plus grande flexibilité que celle que vous offre un séquenceur basique ou un PMIC à usage général, dénué de composants supplémentaires. Dans ce type de cas, envisagez d'utiliser un microcontrôleur programmable par l'utilisateur ou un CI séquenceur entièrement programmable.

Un séquenceur d'alimentation utilisant un membre de la gamme PIC16F1XXX de Microchip Technology peut supporter quatre, huit, voire encore plus de sources d'alimentation (voir illustration n°3)**.** Le microprogramme intégré est programmable par l'utilisateur, en ce qui concerne les attributs de séquençage souhaités, les critères de puissance, ou encore le temps de montée et le temps de descente. Il met également en place différents modes d'alarmes dans les cas où une alimentation tombe en panne ou est hors de portée. L'approche basée sur PIC dispose d'un convertisseur analogique-numérique 10 bits (ADC), mais numérise chaque rail 16 fois, puis affiche un résultat moyen, ce qui donne l'équivalent d'une conversion à 4 bits. Le nombre de broches d'entrée / sortie à usage général (GPIO) permettant le fonctionnement d'un régulateur de tension ou la conduite d'un MOSFET de rail peut être compté par dizaines. Elles sont donc capables de traiter presque toutes les situations.

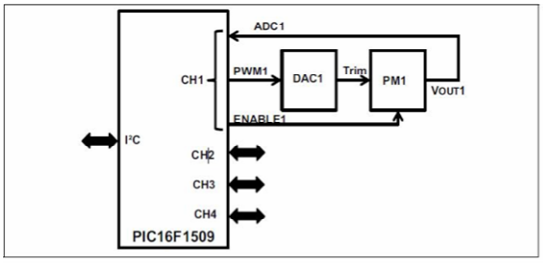


Illustration n°3 : la gamme PIC16F1XXX de Microchip Technology peut soutenir un séquençage et un minutage d'alimentation flexibles pour de nombreux rails (source : fiche technique de Microchip Technology)

En tant que dispositif spécifique de séquençage, l'UCD90120A de Texas Instruments offre une autre approche entièrement programmable (voir illustration n°4). Ce séquenceur et moniteur d'alimentation à 12 rails est traité par une interface PMBus/I^2C. Il comprend 26 broches GPIO, qui sont disponibles pour d'autres fonctions liées à l'alimentation. Elles permettent notamment de générer des entrées d'activation, des réinitialisations ou des interruptions d'alarme au niveau du processeur de système. Lorsqu'il est associé à une interface graphique adaptée, le dispositif peut être utilisé pour mettre en place des séquences et un minutage de mise sous tension et hors tension complexes, ainsi que pour donner un aperçu de l'analyse de défaillance du système, dans le cas où une baisse de tension se produit. (voir illustration n°5).

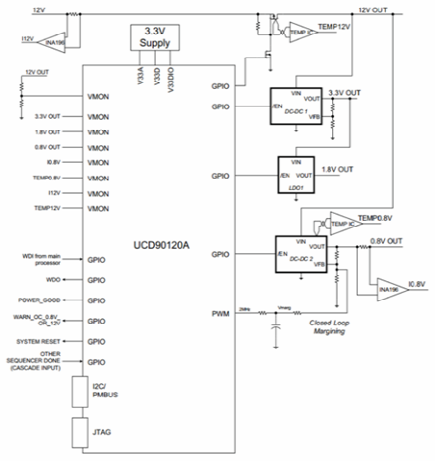


Illustration n°4 : l'UCD90120A de Texas Instruments peut séquencer et contrôler jusqu'à 12 rails et est programmable par l'utilisateur via ses interfaces PMBus/I2C ; des broches GPIO supplémentaires permettent une détection additionnelle liée à l'alimentation (source : fiche technique de TI)



Illustration n°5 : la combinaison d'un PMIC flexible tel que l'UCD90120A avec une interface graphique (GUI) résulte en un outil très puissant, permettant d'établir des scénarios de séquençage multiples et complexes et d'étudier la performance de chaque rail, ainsi que leurs relations de synchronisation. (source : note d'application de TI)

Conclusion

Lors de la mise sous tension et hors tension de systèmes électroniques ou électriques, il est important que vous séquenciez correctement les différents rails d'alimentation, afin d'assurer une performance fiable du système et d'éviter que des courants ou des tensions excessifs n'endommagent les composants fragiles. En raison d'une intégration accrue du SoC et de l'utilisation de processeurs complexes, ainsi que de circuits logiques programmables (FPGA) dotés de plusieurs rails d'alimentation au sein de systèmes intégrés, il devient de plus en plus important d'assurer un séquençage adéquat au niveau de la puce.

De nouveaux séquenceurs intégrés et circuits intégrés de gestion de l'alimentation ne cessent d'apparaître sur le marché pour satisfaire les exigences complexes des conceptions actuelles. Ils constituent un large éventail, allant de séquenceurs à délai fixe configurables utilisés pour la mise sous tension et hors tension de régulateurs externes, à des PMIC extrêmement intégrés dotés d'une commutation sur puce et de régulateurs LDO. Il existe également des dispositifs entièrement programmables, qui garantissent la plus grande flexibilité pour la mise en place de stratégies de mise sous tension et hors tension. Les concepteurs n'ont jamais eu autant de choix dans leur

recherche de la solution la plus directe, la moins encombrante et la plus économique, fiable et performante.