



Serial ATA

Comparaison avec la technologie Ultra ATA

Au cours des dernières années, l'augmentation des taux de transfert des disques durs a entraîné une remise à niveau constante des spécifications de l'interface ATA, pour éviter qu'elle ne devienne le facteur limitatif des performances E/S des disques. Les utilisateurs adoptent actuellement de nouveaux modes d'utilisation des disques durs, comme la création et l'édition de vidéos, le stockage et la lecture audio numériques, le partage de fichiers sur des réseaux à haut débit, ou d'autres applications nécessitant un traitement de données intensif. On peut donc s'attendre à ce que les exigences placées sur le débit des disques durs continuent d'augmenter. Afin de suivre le rythme, l'interconnexion de stockage doit être développée au-delà de la technologie Ultra ATA actuelle. Cette nouvelle approche est à l'origine de l'interface Serial ATA, une implémentation série de l'interface parallèle Ultra ATA. Cette évolution de taille dans la conception E/S permettra de repousser les possibilités offertes par la technologie ATA au-delà des limites théoriques du bus Ultra ATA.

Ce document a pour objectif d'expliquer au lecteur les différences techniques entre les technologies Ultra ATA et Serial ATA, et de fournir des indications sur la transition d'une architecture parallèle vers une architecture série. Les éléments clés de chaque technologie y sont décrits, comparés, et suivis d'un aperçu des avantages de la technologie Serial ATA aux niveaux du système et de l'utilisateur final. Le protocole ATA lui-même ne sera pas étudié, car il est le même pour les deux technologies. L'interface Serial ATA présente une compatibilité logicielle avec l'interface ATA, et sera donc perçue par le système d'exploitation comme une unité ATA standard. Il est à noter que nous partons du principe selon lequel le lecteur comprend les principes de conception d'appareils électriques. Ce document est avant tout destiné aux OEM, aux fabricants de systèmes et de produits qui envisagent d'intégrer la technologie Serial ATA au sein de leurs produits.

Introduction à la technologie d'interface

La technologie Ultra ATA constitue l'interconnexion de stockage interne la plus utilisée sur les PC de bureau ; elle permet de connecter le système hôte à des périphériques comme des disques durs, des lecteurs optiques, ou des supports magnétiques amovibles. Ultra ATA est une extension de l'interface ATA parallèle introduite au milieu des années 1980. Elle est rétrocompatible avec toutes les versions ATA précédentes. La dernière révision des spécifications Ultra ATA approuvée par INCITS 13, un comité agréé par l'ANSI, l'organisme de réglementation des spécifications ATA, a vu la naissance du standard ATA/ATAPI-6, prenant en charge des taux de transfert de données pouvant atteindre 100 Mo/s. Le développement des spécifications ATA/ATAPI-7, une mise à jour de l'architecture bus parallèle offrant des taux de transfert jusqu'à 133 Mo/s, est actuellement en cours de finalisation. (www.t13.org)

La technologie Serial ATA constitue la prochaine génération d'interconnexion de stockage, conçue pour remplacer la technologie Ultra ATA. Il s'agit d'une évolution proactive de l'interface ATA qui voit le remplacement de l'architecture bus parallèle par une architecture bus série. Cette architecture permet de surmonter les obstacles électriques freinant l'amélioration des taux de transfert des bus parallèles ATA traditionnels. La version Serial ATA de lancement affichera un taux de transfert de 150 Mo/s, les versions ultérieures devant atteindre 600 Mo/s, ce qui, selon les dernières tendances, devrait répondre à l'évolution des besoins en stockage à un horizon de 10 ans. Bien que l'interface Serial ATA ne soit pas directement compatible avec le matériel Ultra ATA, elle prend entièrement en charge le protocole ATA et garantit donc une compatibilité logicielle complète. (www.SerialATA.org)

Aperçu des architectures bus parallèle et série

Architecture bus Ultra ATA

Architecture du bus – Baptisée ATA/ATAPI-6, la dernière révision des spécifications ATA définissant le standard Ultra ATA 100 reste entièrement rétrocompatible avec les révisions ATA antérieures, et ce grâce à l'utilisation des bus de données parallèles standard d'une largeur de 16 bits et de 16 signaux de commandes sur un connecteur 40 broches.

Bande passante – Pour comprendre le débit à 100 Mo/s, plusieurs facteurs doivent être pris en considération. Avec un bus de données 16 bits, chaque transaction de bus transfère deux octets. Pour atteindre un

débit de 100 Mo/s, le bus de données doit donc avoir une fréquence de 50 MHz. Afin de réduire la complexité du signal d'échantillonnage, l'interface Ultra ATA utilise un mécanisme de cadencage à « double taux de transfert », encore appelé double front (de l'anglais « double edge »), pour tous les transferts Ultra DMA. Cette technologie permet d'enregistrer les données sur les fronts montants et sur les fronts descendants du signal d'échantillonnage des données, diminuant de moitié la fréquence du signal d'échantillonnage nécessaire. La largeur de bande est donc égale à :

	Signal d'échantillonnage 25 MHz
x	2 (correspond au cadencage à double taux de transfert)
x	16 bits par front
/	8 bits par octet
<hr style="border: 0.5px solid black;"/>	
=	100 Mo/s

Cadencage – Comme indiqué plus haut, les données doivent être cadencées à 50 MHz, soit un bit toutes les 20 ns. Remarque : en raison des temps de configuration et de mise en attente des données, toutes les lignes de données doivent commuter et se stabiliser en environ 10 ns (voir Figure 1). Il s'agit du délai de commutation minimum que les fabricants doivent atteindre.

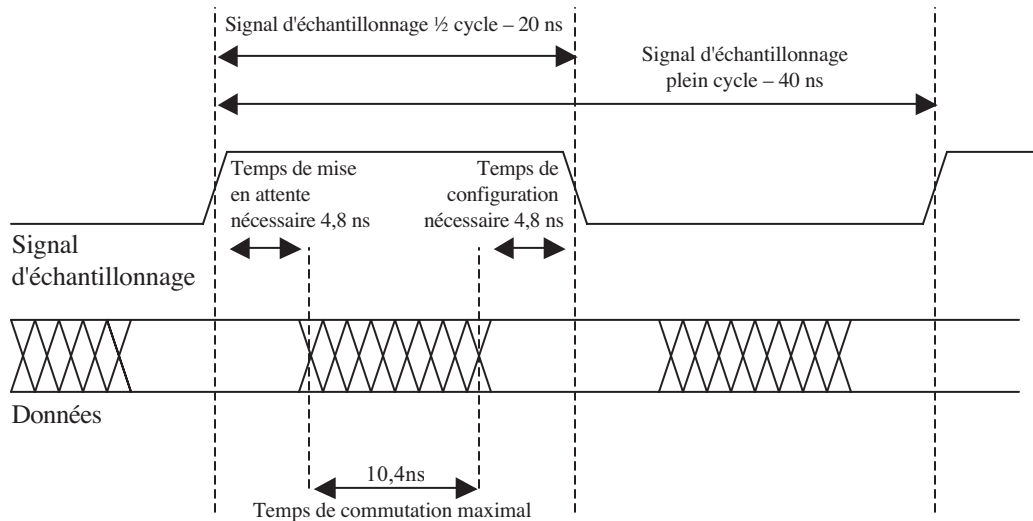


Figure 1 – Cadencage des transferts de données en rafale Ultra DMA

Architecture bus Serial ATA

Architecture du bus – Contrairement au bus parallèle Ultra ATA, l'interface Serial ATA utilise un trajet de signal unique pour transmettre les données en série, ou bit par bit, et un deuxième trajet de signal pour confirmer la réception à l'expéditeur. Chacun de ces trajets de signaux étant constitué d'une paire différentielle à 2 fils, le bus Serial ATA est composé de 4 trajets de signaux par canal. Les informations de contrôle sont transmises soit sous forme de courtes séquences prédéfinies envoyées en paquets, qui se distinguent des données, soit par l'utilisation de signaux hors bande (signaux de contrôle envoyés sous forme de pulsations 1/0, similaires aux signaux du code Morse). Dans les deux cas, les signaux de contrôle ne nécessitent pas de lignes de transmission distinctes.

Bande passante – Le bus large Ultra ATA parallèle 16 bits est capable de transmettre deux octets de données par top d'horloge. Bien que l'interface Serial ATA ne transmette qu'un bit par top d'horloge, le bus série a une vitesse de fonctionnement bien supérieure qui compense la perte du parallélisme. L'interface Serial ATA sera tout d'abord disponible avec une bande passante de 1 500 Mbit/s, soit 1,5 Gbit/s. Les données étant codées à 8 ou 10 bits (une méthode d'encodage d'une efficacité de 80 %, utilisée avec des signaux numériques différentiels pour conserver un point de polarisation moyen constant en courant continu), le débit réel maximal est de 150 Mo/s.

	Horloge intégrée à 1500 MHz
x	1 bit par top d'horloge
x	80 % avec l'encodage 8 ou 10 bits
/	8 bits par octet
<hr style="border: 0.5px solid black;"/>	
=	150 Mo/s

Cadençage – Un taux de transfert de 1,5 Gbit/s nécessite que les transitions et les réceptions de bits s’effectuent toutes les 0,667 ns. Le temps de commutation maximal autorisé est de 0,273 ns, soit un laps de temps bien plus court que l’Ultra ATA dont le temps de transition autorisé est de 10 ns. Cependant, comme nous le verrons dans les chapitres suivants, les paramètres de conception électrique du bus série sont soumis à un contrôle plus strict. Ainsi, l’interface Serial ATA peut atteindre, voire dépasser le cadencage nécessaire à l’obtention d’un débit comparable à celui de l’Ultra ATA.

Contraintes de conception électrique : contourner les obstacles de l’architecture parallèle grâce au bus série

L’optimisation de la conception d’un bus numérique haut débit exige que soient pris en compte les problèmes inhérents à la conception analogique. Les inconvénients de l’analogique (diaphonie, ground bounce, résonance, biais d’horloge, etc) liés à l’utilisation de bus de données parallèles sont devenus des contraintes majeures pesant sur l’interface Ultra ATA, cette dernière ayant l’obligation de maintenir la rétrocompatibilité avec la technologie parallèle héritée. Ces mêmes problèmes devraient certainement freiner l’augmentation du débit des interfaces Ultra ATA. La technologie Serial ATA permet de minimiser la portée de ces problèmes en utilisant un bus de données série.

Le chapitre suivant présente les méthodes de conception permettant d’obtenir le taux de transfert actuel de l’interface Ultra ATA et illustre les obstacles qui se posent à l’amélioration du débit de la technologie parallèle. Dans chaque cas, nous expliquerons comment l’architecture bus Serial ATA vient à bout de ces difficultés pour permettre l’évolution des performances ATA. Ce document ne prétend pas fournir une explication exhaustive des problèmes liés à la conception analogique. Néanmoins, il offre un bref aperçu des problèmes de bruit et des sources d’erreur possibles, afin de donner aux lecteurs les éléments leur permettant de comparer les propriétés électriques de chaque conception de bus :

- La diaphonie est causée par les champs magnétiques produits par le couplage des courants de transition dans des boucles de courant voisines ; un principe similaire au fonctionnement d’un transformateur. L’amplitude de la diaphonie est proportionnelle au taux de changement du courant et à l’intensité du couplage entre les boucles de courant. Ce phénomène est donc fréquent dans les bus parallèles, où de nombreuses lignes adjacentes peuvent commuter dans la même direction au même moment et induire une tension (bruit) dans le signal victime.
- Le problème du ground bounce se pose surtout lorsque plusieurs signaux commutent simultanément ou lors de l’utilisation de drivers haut débit, deux cas de figure fréquents lors de l’utilisation de bus de données parallèles. La consommation énergétique instantanée est telle que les capacités de découplage de l’appareil ne suffisent pas à fournir le courant nécessaire, entraînant une chute de tension. A partir d’une certaine amplitude, une baisse de tension peut être interprétée par erreur comme une transition de bit.
- La résonance est causée par des changements d’impédance dans les trajets de signaux au sein de systèmes dans lesquels le temps de montée du signal est équivalent au délai de propagation, voire plus court. Dans ce cas, le trajet de signal doit être considéré comme un système distribué, ce qui signifie que tous les points sur le trajet de signal n’auront pas forcément les mêmes tensions au même moment. Lors de la propagation du signal, l’amplitude de la tension est fonction de l’impédance « réelle » rencontrée par le signal jusqu’à ce point du trajet. En cas d’augmentation soudaine de cette impédance, la tension est provisoirement augmentée pour maintenir le flux de courant. Cette tension se « reflète » sur la ligne de transmission en direction de la source. Si ce reflet n’est pas entièrement étouffé, il peut entraîner un autre reflet en direction du récepteur, la réflexion se poursuivant jusqu’à être complètement étouffée. Ce phénomène peut entraîner des variations de tensions, ou résonances, sur la ligne de transmission.
- Le biais d’horloge est causé par des discordances sur les trajets de transmission entre les signaux d’horloge et de données ou par une dégradation du signal d’horloge. Par exemple, si la trace d’horloge est plus courte que les lignes de données, le signal d’horloge arrivera au récepteur avant que les lignes de données ne soient stabilisées, entraînant l’enregistrement de données erronées. Inversement, des résonances ou des bruits sur la ligne d’horloge peuvent retarder la transition d’horloge relative à la commutation des données, ce qui peut entraîner une altération du temps de mise en attente des données.

Aperçu de la conception électrique

Ultra ATA – Maintien de la compatibilité avec les architectures parallèles héritées

Au milieu des années 80, les fabricants de PC ont adopté le standard ATA-1 comme l’interface de stockage E/S standard, et ont depuis lors maintenu la rétrocompatibilité des nouvelles versions avec ce standard d’origine. Le protocole utilisé a connu une grande évolution, passant de 3,3 Mo/s sur ATA-1 à 100 Mo/s sur ATA/ATAPI-6. Cependant, cette forte augmentation du débit a engendré une plus grande complexité de conception. Les chapitres suivants sont consacrés à la présentation des avancées conceptuelles cruciales qui ont permis d’atteindre des taux de transfert de 100 Mo/s, ainsi que des limites qu’elles posent aux augmentations de débit futures.

Éléments de conception électrique Serial ATA

Les difficultés rencontrées lors de la poursuite de l'augmentation du débit de l'interface Ultra ATA ont forcé l'adoption d'une nouvelle stratégie en matière de conception. L'interface Serial ATA répond à ce besoin en réalisant la transition vers un bus série à haut débit. Afin de résoudre les nombreux problèmes conceptuels liés à l'utilisation de bus asymétriques et/ou parallèles à haut débit, l'interface Serial ATA utilise des signaux à faible différentiel de tension. Cette approche permet de transmettre chaque « signal » de données sur deux lignes transportant des versions égales et opposées du signal. Le récepteur décode ensuite le signal en se basant sur le différentiel de tension entre ces deux lignes. La tension en « mode commun », à savoir la tension utilisée par les lignes comme référence pour la vérification des données, à laquelle s'ajoute le bruit induit de manière égale dans les deux lignes, est rejetée au niveau du récepteur. Cette tension en mode commun peut varier dans le temps, bien qu'au-delà d'une certaine fréquence, les variations puissent être induites dans le récepteur comme un bruit. Ces excellentes caractéristiques électriques sont à l'origine des nombreuses avancées architecturales fondamentales permettant d'augmenter le débit des interfaces Serial ATA par rapport à l'Ultra ATA.

Stratégie de cadencage

Ultra ATA – Cadencage non verrouillé

En raison de ses taux de transfert de données élevés et de ses délais de propagation relativement importants sur les cartes et les câbles, l'interface Ultra ATA utilise un cadencage non verrouillé également appelé cadencage synchronisé à la source. Dans les architectures à cadencage synchronisé traditionnelles, les données sont transmises à partir de la source et synchronisées au niveau du récepteur en utilisant un signal d'horloge local. Avec le cadencage non verrouillé, le signal d'horloge ou d'échantillonnage est généré à la source et envoyé avec les données. Si les traces ou les longueurs de câble et leurs caractéristiques sont identiques, les données et le signal d'échantillonnage parviennent simultanément au récepteur.

Cette technique permet d'obtenir une flexibilité supérieure dans le délai de propagation total sur le bus, mais introduit de nouvelles difficultés. Le signal d'échantillonnage étant envoyé avec les données, il peut subir des résonances et des réflexions. Si ce bruit atteint une certaine intensité et que le signal d'échantillonnage dépasse le seuil de commutation, les données peuvent être « doublement cadencées ». Le temps de stabilisation des données est en général plus critique, car les transitions de signaux d'échantillonnage sont généralement alignées de façon plus stricte avec les transitions de données.

Le biais d'horloge peut également devenir problématique, car les temps de propagation des données et du signal d'horloge peuvent s'éloigner du délai prévu. Afin de réduire les problèmes liés au biais, les transferts à 100 MHz (Ultra DMA Mode 5) doivent utiliser des signaux 3,3 V (5 V dans les spécifications ATA antérieures), afin que les transitions de signaux soient plus symétriques quant au seuil de commutation de 1,5 V. Les impédances à la sortie sont également maîtrisées afin de réduire les résonances dans les signaux pouvant engendrer des plateaux ou des bosses dans le front des signaux et entraîner des retards dans les dépassements de seuil.

Serial ATA – Cadencage intégré

Contrairement au bus parallèle ATA, le Serial ATA ne dispose pas d'un signal réservé aux signaux d'échantillonnage ou d'horloge. Le cadencage est donc « intégré » dans le flux de données lui-même. Lorsque le bus ne transmet aucune donnée, un signal de type « 101010 » est transmis, afin que les deux appareils puissent synchroniser leur récepteur interne avec la cadence de transition des bits reçus. Cette synchronisation est maintenue au cours des transmissions de données. L'encodage à 8 bits/10 bits opère plusieurs transitions de bits par paquet de 10 bits au cours de la transmission des données, et les écarts de l'horloge sont réduits par le traçage continu de ces transitions. Le cadencage intégré offre les avantages du cadencage synchronisé à la source tout en évitant les problèmes liés au biais d'horloge.

Câblage

Ultra ATA – Nappe 80 fils

Jusqu'à l'introduction du standard ATA/ATAPI-3, ou Ultra ATA 33, l'interface ATA utilisait un câble 40 fils pour la transmission des données, dont 7 seulement pour la masse. La diaphonie étant proportionnelle à la taille des boucles de courants mutuelles entre les lignes de signaux, la grande séparation existant entre chaque signal et sa ligne respective de retour à la masse engendre une diaphonie importante sur ce câble. Pour obtenir des fréquences supérieures à 33 MHz (Ultra DMA Mode 3), le câble 40 fils original a été remplacé par une version 80 fils avec une alternance de lignes de masse et de signal. Ce câble permet de réduire considérablement la diaphonie entre les signaux et d'équilibrer l'impédance réelle de chaque ligne lors de l'utilisation de fréquences élevées. Cependant la longueur du câble ne doit pas dépasser 18" (45 cm), afin de réduire les problèmes d'intégrité de signal.

Serial ATA – Câble 4 fils avec prise en charge de fils optionnels de garde/d'écoulement à la masse

L'interface Serial ATA utilise un câble minimal de 4 fils composé de paires différentielles pour la transmission et la réception des données. Afin de réduire l'impédance et la diaphonie, de nombreux câbles intègrent des lignes de garde supplémentaires conduisant à la masse, dont le fonctionnement est similaire aux 40 fils de masse intercalés dans les câbles Ultra ATA 80 broches. Les connecteurs Serial ATA prennent en charge 3 trajets indépendants de retour à la masse. La longueur des câbles Serial ATA ne doit pas dépasser 1 m.

Connecteurs

Ultra ATA – Embase 40 broches à deux rangées

Bien que le câble ait été modifié pour une utilisation dans des transferts de données à haut débit, les connecteurs ATA sont restés des embases standard 40 broches à deux rangées par souci de rétrocompatibilité. Les 40 fils de masse supplémentaires du câble sont reliés aux 7 broches de masse du connecteur. Aucune ligne de masse supplémentaire n'ayant été ajoutée, le couplage inductif au sein du connecteur engendre une diaphonie considérable lors de la commutation. La diaphonie a un impact particulièrement fort – 1 V dans le pire des cas – sur les signaux qui restent constants tandis que tous les signaux voisins transitent dans la même direction. Les problèmes posés par ce bruit prennent de l'importance lors de la transmission de données à un appareil relié par le milieu du câble, ou lors de la réception des données en provenance de cet appareil. La diaphonie étant proportionnelle aux variations du courant dans le temps, elle peut être réduite par la limitation des temps d'ascension et de descente, ou taux d'obliquité, des drivers du bus. Cependant, cette stratégie oblige à ralentir la cadence d'horloge, ce qui ne permet donc pas d'augmenter la vitesse du bus.

Serial ATA – Connecteur spécifique à 7 broches

Le connecteur de câble large 0,5" connecte directement les 4 fils de signal et les 3 lignes de masse au terminal récepteur sur une seule rangée. Etant donné que le connecteur inclut les broches de masse de garde, on assiste à une réduction considérable de la diaphonie. Il est à noter que le terminal de réception utilise des connecteurs étendus pour les 3 signaux de masse, afin que la référence de la masse entre l'appareil et l'hôte puisse être partagée avant que des signaux ne soient appliqués à l'entrée. Le nouveau connecteur d'alimentation large 7/8" 15 broches à une seule rangée utilise une séquence de connexion similaire. Cette fonctionnalité est nécessaire pour permettre l'enfichage à chaud.

Stratégie de raccordement

Ultra ATA – Raccordement à la source

Les configurations Ultra ATA utilisent un raccordement à la source qui réduit la résonance. Ce schéma de raccordement fait appel à une résistance série placée à la sortie des transmissions du driver. On mise sur la force de cette résistance pour que la combinaison de la résistance et de l'impédance du transmetteur à la sortie soit égale à l'impédance de la trace et/ou du câble contrôlés. Ce système crée un réducteur de tension à la sortie du driver qui réduit de moitié la force du signal transmis. Lorsque ce signal atteint le récepteur, le signal est reflété en fonction de la différence d'impédance entre la ligne ou le câble de transmission contrôlé et la très haute résistance à l'entrée du récepteur. Cette réflexion double la force du signal au récepteur, et le signal retrouve donc son amplitude originale. Lorsque le signal reflété se propage à nouveau vers la source, il rencontre un trajet d'impédance continue vers la masse et est ainsi parfaitement étouffé, assurant un raccordement parfait. Si la résistance de raccordement est mal choisie, une partie du signal reflété sera reflétée à nouveau et provoquera une résonance dans le signal. Si la résonance atteint une certaine amplitude, le temps de stabilisation du signal peut s'en trouver affecté.

Ce schéma de raccordement est très efficace lorsque des drivers et des récepteurs uniques sont utilisés à chaque extrémité du câble connecteur. Cependant, le câble ATA standard permet de raccorder un second appareil au milieu du trajet de signal. A cet endroit du câble, le signal présente un « plateau », le signal transmis arrivant à mi-force, et le signal reflété doit être propagé à partir du récepteur pour qu'une excursion de tension totale soit atteinte. Si le signal initial présente un dépassement d'une importance suffisante, le signal à mi-amplitude peut dépasser le seuil de commutation une ou plusieurs fois avant l'arrivée du signal reflété. La limitation de l'obliquité à la sortie permet de contrôler ce dépassement, mais comme on l'a vu plus haut, cette solution est incompatible avec l'augmentation de la vitesse du bus.

Serial ATA – Spécifications d'impédance plus strictes / Prise en charge de la correspondance automatique des impédances

L'interface Serial ATA n'utilisant que 4 lignes de signaux par canal, le raccordement efficace de ces lignes est plus économique, aussi bien en termes de coûts que de réduction de la complexité d'architecture. Tous les appareils doivent fournir des impédances de raccordement précises. Serial ATA prend également en charge les circuits de correspondance active des impédances, qui assurent une correspondance exacte avec tous les câbles ou appareils. Bien que l'interface Serial ATA utilise les mêmes schémas de raccordement à la source que l'ATA parallèle, son système de raccordement quasi-parfait et sa topologie de connexion point à point permettent de résoudre un grand nombre de problèmes, notamment en garantissant le placement du seul récepteur à l'extrémité de la ligne de transmission.

Routage sur la carte à circuit imprimé

Ultra ATA – Bus de données parallèle et contraintes liées au routage du signal d'horloge

L'interface ATA utilisant 32 lignes de signaux pour chaque canal, une configuration typique avec 2 canaux Ultra ATA par carte nécessite le routage de 64 signaux du contrôleur E/S vers le connecteur ATA. La largeur et la séparation des traces doivent donc être strictement contrôlés pour réduire la diaphonie et la résonance. Le plus souvent, la longueur de routage ne doit pas dépasser 8". La différence entre la longueur des traces et la longueur de la ligne du signal d'échantillonnage ne doit pas dépasser 0,5", afin de réduire le biais d'horloge.

Serial ATA – Contraintes de routage liées aux paires différentielles

Chaque canal Serial ATA est constitué de deux paires différentielles, soit un total de 4 lignes de transmission. Pour le routage de chaque paire, les lignes différentielles doivent conserver une séparation constante et une longueur égale. En raison des grandes vitesses des signaux et des limitations du matériel de routage courant FR4-PCB, la longueur des traces doit en général être inférieure à 6". Bien qu'un routage adéquat soit plus important pour les interfaces Serial ATA que pour les Ultra ATA, le nombre de signaux devant être routés est sensiblement inférieur. Chaque canal Serial ATA nécessite 4 traces de signaux ; ainsi, la prise en charge de 4 disques nécessiterait un total de 16 signaux routés, contre 74 pour une interface Ultra ATA.

Transmission des signaux

Ultra ATA – Tolérance 5 V héritée

Comme indiqué plus haut, pour les appareils utilisant des interfaces Ultra DMA Mode 5 ou 100 Mo/s, les transmissions de signaux doivent avoir une tension de 3,3 V afin d'équilibrer les temps de transmission de tension élevée à tension faible et de tension faible à tension élevée. Afin d'être entièrement rétrocompatibles, les appareils et les hôtes Ultra ATA doivent bénéficier d'une tolérance de 5 V pour éviter d'être endommagés lorsqu'ils sont connectés à des appareils ATA/ATAPI-5 ou antérieurs. Cette tolérance de 5 V doit être prise en compte dès la conception des circuits, sa prise en charge risquant de devenir de plus en plus difficile avec l'introduction des nouveaux processus de conception du CMOS.

Serial ATA – Transmission de signaux différentielle à faible tension

Les capacités de rejet du bruit des paires différentielles permettent d'utiliser une transmission de signaux à faible tension. Avec l'interface Serial ATA, l'excursion de tension est de 0,125 V pour la tension de mode commun, avec une tension minimale de mode commun de 0,25 V. L'interface Serial ATA n'assurant pas la compatibilité matérielle avec les spécifications ATA antérieures, les contraintes liées à la tolérance de 5 V disparaissent.

Serial ATA – Plus qu'une meilleure transmission de signaux...

Méthodologie de connexion

Ultra ATA – Bus partagé Maître/Esclave

La technologie Ultra ATA prend en charge jusqu'à 2 disques par canal grâce à un bus partagé. Bien que les deux appareils connectés soient appelés « maître » et « esclave », il n'y a aucune différence de fonctionnement ni de priorité entre les deux appareils. L'adaptateur de bus hôte est le véritable maître du bus et utilise l'état maître/esclave des disques pour router les requêtes vers l'appareil adéquat et déterminer l'appareil d'amorçage. Bien que l'interface Ultra ATA prenne en charge un algorithme de mise en attente des requêtes, celui-ci est rarement intégré dans les appareils et le bus de données est donc verrouillé tant qu'une commande vers un des deux disques est en cours. Pour cette raison, la bande passante du bus est partagée entre les appareils maître et esclave lorsqu'ils interagissent tous deux avec l'hôte.

Serial ATA – Connexions point à point pour une largeur de bande dédiée

L'interface Serial ATA utilise une topologie de connexion point à point, ce qui signifie que chaque source est connectée à une destination unique. Chaque canal est capable de travailler de manière autonome, ce qui évite les conflits entre les disques et le partage de la bande passante de l'interface. Cette stratégie de connexion dispense également du réglage des cavaliers maître/esclave sur les appareils.

Spécifications liées aux câbles et connecteurs

Ultra ATA – Nappe large héritée

L'interface Ultra ATA utilise un câble 80 fils d'une largeur de 2" et d'une longueur maximale de 18". Afin de préserver la rétrocompatibilité avec les versions ATA antérieures, les appareils Ultra ATA se connectent par une embase 40 broches à deux rangées. Cela signifie qu'un connecteur 40 broches peut également être enfiché dans des systèmes Ultra ATA incompatibles. L'alimentation est en général fournie par une prise d'alimentation distincte à 4 broches. Une version plus petite de l'assemblage câble/connecteur à 46 broches est disponible pour le matériel incompatible, permettant ainsi d'assurer l'alimentation et le contrôle avec un connecteur unique pour les disques à petit facteur de forme.

Serial ATA – Câble mince et flexible avec connecteur de faible encombrement

Les câbles Serial ATA classiques ne dépassent pas 0,25" de largeur sur 1 m de longueur, pour permettre un routage adéquat améliorant l'aération et réduisant l'encombrement. Le connecteur 7 broches d'une largeur de 0,5" occupe un espace réduit sur la carte ou l'appareil, un atout important pour la prochaine génération de disques durs 2,5". Le connecteur de signal et le connecteur d'alimentation supplémentaire Serial ATA sont assez minces pour être employés tels quels pour toutes les tailles de disques durs actuellement disponibles, éliminant ainsi le besoin de types de connecteurs multiples. Pour illustrer la réduction de l'encombrement sur la carte, on peut noter que dans un système à quatre disques, l'espace utilisé sur la carte par les connecteurs Serial ATA est inférieur de 25 % à l'espace nécessaire à des connecteurs Ultra ATA.

Fonctionnalités supplémentaires

Ultra ATA – Prise en charge de base de la fiabilité

La révision ATA/ATAPI-6 inclut la prise en charge de la vérification d'erreur CRC sur les transmissions de données pour garantir une réception correcte des données envoyées. La transmission des signaux de contrôle n'est pas protégée.

Serial ATA – Fiabilité améliorée, prise en charge de l'échange à chaud, mode DMA maître

Alors que l'interface Ultra ATA n'effectue un contrôle CRC que sur les paquets de données, Serial ATA inclut une correction d'erreur CRC 32 bits pour tous les bits transmis. De plus, Serial ATA gère l'échange à chaud grâce à une prise en charge matérielle et à la conception même du connecteur (plages d'accueil de longueur variable, insertion sans forcer, et emplacement spécifique au dos des appareils). Avec les drivers logiciels adéquats, les appareils Serial ATA peuvent être enfilés à chaud en interne dans le boîtier, ou en aveugle sur un fond de panier ou une baie de stockage. L'interface Serial ATA offre également une prise en charge intégrée du mode DMA maître, qui permet de supprimer les goulots d'étranglement liés aux contrôleurs DMA intégrés.

Conclusion

Ce document est destiné à expliquer la transition actuelle vers une nouvelle architecture de bus de stockage E/S interne, et à présenter les avantages de cette transition. Nous y avons proposé une description des difficultés d'ordre électrique qui rendent plus complexe l'utilisation des interfaces Ultra ATA, et expliqué comment la technologie Serial ATA résout ces problèmes. Enfin, nous y avons abordé les avantages de la technologie Serial ATA, notamment son architecture bus série, ses fonctionnalités supplémentaires et sa conception améliorée.

Serial ATA atteint et dépasse la bande passante des interfaces Parallel Ultra ATA grâce à une conception améliorée

- La transmission différentielle des signaux permet d'interpréter et de rejeter la diaphonie et le ground bounce comme des bruits en mode commun
- Le cadencage intégré offre les avantages du cadencage synchronisé à la source sans les problèmes de biais d'horloge dus à une mauvaise intégrité du signal d'échantillonnage et à des longueurs de traces différentes
- Une conception de câbles mieux maîtrisée permet d'augmenter la longueur des câbles
- Les connecteurs Serial ATA sont conçus pour éliminer efficacement la diaphonie, un des problèmes majeurs des connecteurs Ultra ATA hérités
- La correspondance automatique des impédances réduit considérablement la résonance, et par conséquent le temps de stabilisation
- Le routage de la trace est moins complexe et occupe moins d'espace sur la carte
- La transmission de signaux à faible tension (la tension maximale peut ne pas dépasser 0,5 V) assure la compatibilité avec les processus de conception à venir
- Les améliorations apportées à l'architecture bus Serial ATA permettent d'obtenir une vitesse initiale de 150 Mo/s, avec une évolution prévue jusqu'à 600 Mo/s

Avantages de la technologie Serial ATA par rapport à la technologie Ultra ATA

- La topologie de connexion point à point assure une bande passante dédiée de 150 Mo/s pour chaque appareil
- Des câbles plus fins et plus longs facilitent le routage
- La réduction du nombre de signaux d'interface permet d'obtenir un encombrement réduit et un routage simplifié
- Des connecteurs mieux conçus facilitent l'installation et améliorent la fiabilité des appareils
- Le contrôle d'erreur CRC s'applique à toutes les données et informations de contrôle
- Les appareils peuvent être échangés à chaud
- L'interface prend en charge le mode DMA maître

Références

1. « Serial ATA: High Speed Serialized AT Attachment Revision 1.0 », Groupe de travail Serial ATA
2. « Information Technology: AT Attachment with Packet Interface – 6 Rev. 3b », Comité T13
3. Johnson, Howard - "High-Speed Digital Design: A Handbook of Black Magic" – Prentice Hall, 1993