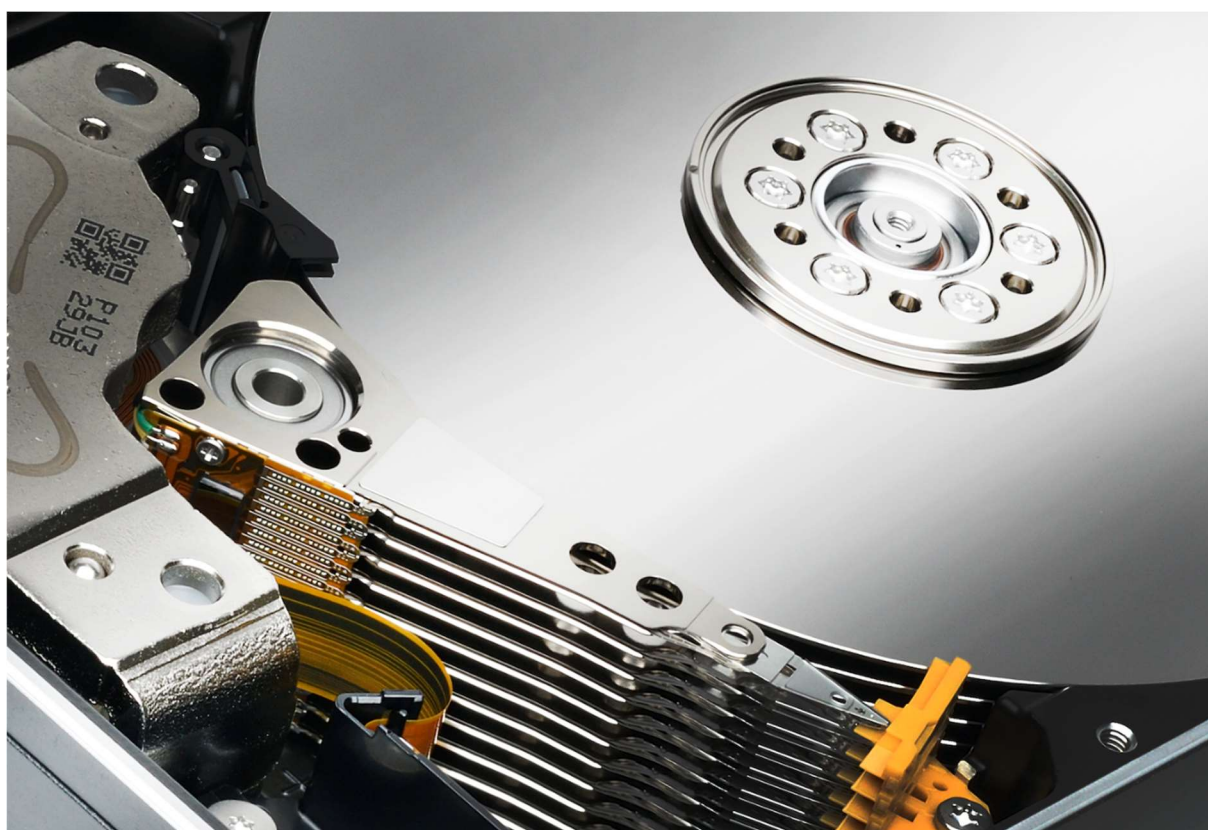


Les spécifications les plus importantes des disques durs

Par Rainer W. Kaese, Senior Manager Business Development Storage Products -Toshiba Electronics Europe

Les disques durs (HDD) offrent des capacités de stockage élevées à faible coût. Mais les différents modèles de HDD diffèrent considérablement dans certains cas. Des spécifications telles que le temps moyen avant défaillance (MTTF) et le taux d'erreurs irrécupérables (UER), ainsi que les technologies utilisées comme l'enregistrement magnétique en bardeaux (SMR) et l'enregistrement magnétique assisté par micro-ondes (MAMR), nous aident à déterminer quel disque est le mieux adapté à chaque demande. Voici les spécifications les plus importantes et de leur interdépendance.



Les quantités croissantes de données dans les entreprises et les ménages entraînent un besoin croissant de supports de stockage de grande capacité. Les disques durs restent la forme la plus courante de stockage de données, car ce support de stockage classique est en constante évolution et est nettement moins cher par unité de capacité que la mémoire flash. Bien que les prix des mémoires flash baissent, c'est aussi le cas pour les disques durs. Dans le grand stockage en ligne des centres de données cloud et d'entreprise, les disques durs restent donc aussi populaires que dans les systèmes de stockage en réseau (NAS) et dans les solutions de stockage pour la vidéosurveillance.

Cependant, tous les disques durs ne conviennent pas à toutes les applications - en fait, les disques sont très spécifiquement adaptés aux différents domaines d'application. Les fabricants les rendent visibles en les divisant en différentes classes de disques durs ou séries de produits. Ils proposent généralement des disques à utiliser dans les PC, les systèmes NAS, les solutions de vidéosurveillance et les centres de données. Ces disques peuvent différer en termes d'interfaces, de performances et de fiabilité. Les modèles pour PC et ordinateurs portables, par exemple, sont généralement conçus pour une durée de fonctionnement quotidienne de 8 à 16 heures et une charge de travail annuelle de 55 TBytes. Ils n'ont donc pas leur place dans les systèmes ou serveurs NAS - car, bien qu'ils soient moins chers, ils s'useraient rapidement, en raison de l'utilisation continue et des charges d'écriture et de lecture plus élevées. Cela signifierait que la probabilité d'échec augmenterait.

Les disques durs NAS, de surveillance et d'entreprise, en revanche, doivent prendre en charge un fonctionnement 24h/24 et 7j/7 et faire face à des charges de travail plus élevées. Pour les NAS et les disques de surveillance, il est généralement de 180 To, tandis que pour les disques d'entreprise, il est de 550 To par an. Les spécifications du fabricant pour le MTTF ne s'appliquent que si cette valeur, appelée « taux de charge de travail » ou « charge de travail nominale » dans les fiches techniques, est respectée. Si la charge de travail nominale est dépassée, le disque dur ne devrait pas immédiatement tomber en panne, mais la probabilité de panne augmente et le MTTF diminue.

Des disques durs fiables réduisent les efforts de maintenance

Le MTTF est une valeur statistique qui décrit le temps de fonctionnement moyen jusqu'à ce que le disque dur tombe en panne. Selon le modèle de disque dur, elle se situe entre 1 et 2,5 millions d'heures. Pour un seul disque, cette valeur n'a qu'une signification limitée - un tel disque peut tomber en panne à tout moment. Ainsi, des sauvegardes et des configurations RAID régulières sont donc nécessaires pour se protéger contre une éventuelle perte de données. Avec un plus grand nombre de disques durs, cependant, le MTTF aide à estimer la fréquence à laquelle les pannes pourraient se produire. Avec un MTTF de 1 million d'heures et 1 million de disques, on s'attendrait à une panne de disque toutes les heures - ou avec 1 000 disques, une panne toutes les 1 000 heures.

Pour les disques durs fonctionnant 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, le taux de défaillance annuel (AFR) peut être déterminé à partir du MTTF, qui est plus intuitif en pourcentage. De manière simplifiée, cela peut être calculé comme suit : temps de fonctionnement annuel de 8 760 heures divisé par le MTTF en heures multiplié par 100. Un variateur d'entreprise avec un MTTF de 1,4 million d'heures a donc un AFR de 0,625 %. Dans un centre de données de 100 000 disques, 625 d'entre eux devraient tomber en panne chaque année et devraient ensuite être remplacés. Si l'opérateur opte pour des disques d'entreprise avec un MTTF de 2,5 millions d'heures, l'AFR est de 0,35 % et seuls 350

disques durs sont susceptibles de tomber en panne au cours de la même période, soit 275 de moins. Les travaux de maintenance coûteux sont ainsi considérablement réduits.

Des conditions environnementales appropriées sont essentielles

Moins graves que les échecs sont les erreurs de lecture, qui sont généralement compensées par une correction d'erreur interne. Ce n'est pas toujours réussi, c'est pourquoi l'UER est une figure clé du disque dur. Les sources d'UER peuvent varier - la poussière, le rayonnement électromagnétique ou une opération d'écriture mal exécutée étant parmi les principales raisons pour lesquelles les données stockées dans une certaine partie d'un disque peuvent ne pas être lisibles. Pour les PC, les NAS et les disques durs de surveillance, il est de 1 sur 1 014 - avec une erreur de bit non corrigible se produisant en moyenne tous les 1 014 bits lus, c'est-à-dire tous les 12,5 To. En revanche, les disques durs d'entreprise avec un UER de 1 sur 1 015 rencontrent une erreur de lecture uniquement tous les 125 To.

Si la charge de travail annuelle d'un disque dur de PC (55 To) est répartie uniformément, il y a une erreur de lecture non corrigible environ tous les 2,7 mois. Si, au contraire, il était confronté à la charge de travail annuelle d'un disque dur d'entreprise (550 To), il y aurait une erreur tous les 0,27 mois – environ tous les huit jours.

Le MTTF et l'UER ne sont atteints que si les disques durs sont utilisés dans les conditions environnementales spécifiées par le fabricant. Les disques de PC, par exemple, sont généralement conçus pour fonctionner à des températures comprises entre 0 et 60 °C, tandis que les disques d'entreprise sont conçus pour un fonctionnement de 5 à 55 °C. Après tout, ils sont installés dans des systèmes hébergés dans des pièces climatisées ou centres de données. Les fabricants fournissent également des informations sur la sensibilité aux chocs et aux vibrations. Les NAS et les disques durs d'entreprise sont un peu moins sensibles à cet égard que les PC ou les disques durs de surveillance, car plusieurs d'entre eux sont intégrés dans un seul appareil. Leurs vibrations de rotation peuvent s'amplifier mutuellement, c'est pourquoi les modèles NAS et d'entreprise sont équipés de capteurs de vibrations spéciaux et de mécanismes de contrôle qui enregistrent et compensent cela.

L'écriture est plus rapide sur les pistes de données externes

Outre la fiabilité, les facteurs les plus importants pour les disques durs sont les performances et la consommation d'énergie. Les performances les plus élevées sont offertes par des disques durs à performances spéciales qui fonctionnent à 10 500 ou 15 000 tours par minute (RPM) - mais ils ont été de plus en plus remplacés par des disques à semi-conducteurs (SSD) depuis plusieurs années. Entre-temps, les disques durs d'entreprise à 7 200 tr/min offrent déjà un débit séquentiel allant jusqu'à 280 Mo/s et jusqu'à 400 opérations d'entrée/sortie par seconde (IOPS). Les systèmes de stockage

avec quelques dizaines de ces disques atteignent plus de 5 Go/s et plus de 10 000 IOPS, ce qui est suffisant pour de nombreuses applications modernes.

Cependant, les performances des disques durs diminuent avec leur niveau de remplissage car les premières pistes de données écrites sur les disques magnétiques rotatifs sont plus longues et contiennent plus de données que les pistes internes. Lors d'une rotation, la tête de lecture-écriture peut simplement écrire ou lire plus de données à l'extérieur qu'à l'intérieur. Le «débit de données soutenu» indiqué par les fabricants dans les fiches techniques se réfère toujours aux pistes extérieures - plus à l'intérieur, la valeur peut chuter d'environ deux tiers.

Généralement, toutes les catégories de disques durs sont connectées avec une interface SATA ; seuls les disques durs de performance mentionnés ci-dessus sont exclusivement disponibles avec une interface SAS. Aujourd'hui, le débit de données de 6 Gbit/s (appelé SATA 3.3) est standard pour l'interface SATA, avec une rétrocompatibilité avec les versions précédentes à 3 et 1,5 Gbit/s.

Les disques durs d'entreprise sont disponibles avec des interfaces SATA ou SAS, SAS offrant des fonctionnalités importantes qui manquent à SATA, notamment des intensités de signal plus élevées, une protection des données de bout en bout et un double port. Cependant, SAS est cher et a des besoins en énergie légèrement plus élevés. Pour les entreprises qui souhaitent optimiser leurs dépenses énergétiques, il existe cependant d'autres leviers, en premier lieu la modernisation de leur infrastructure de disques durs. Étant donné que la majeure partie de l'énergie d'un disque dur est nécessaire à la rotation des broches, la capacité de stockage et la charge de travail n'ont qu'une faible influence sur la consommation d'énergie. Quelques disques durs de grande capacité sont donc plus économiques que de nombreux petits disques durs.

La norme SAS actuellement utilisée s'appelle SAS-3.0, parfois aussi appelée SAS3, et a une vitesse de données de 12 GBit/s, également avec une rétrocompatibilité à 6, 3 et 1,5 GBit/s. SAS4 avec un fonctionnement à 24 Go/s existe également, mais n'est pas utilisé pour les disques durs car le débit de données est limité par la mécanique.

Différentes tailles de blocs offrent de la flexibilité

Dans les fiches techniques des disques durs d'entreprise, il y a généralement aussi une indication de la taille de bloc : 512n, 512e ou 4Kn. Il s'agit de la taille des blocs logiques qui peuvent être écrits ou lus sur un disque dur. Dans le passé, c'était toujours 512 octets, donc les disques avaient des secteurs natifs de 512 octets - d'où le "n" dans la désignation. Plus tard, des secteurs plus grands de 4 Ko ont été introduits pour écrire et lire des blocs plus grands, ce qui facilite la gestion des disques durs de grande capacité. De plus, la correction d'erreurs fonctionne également plus efficacement avec des blocs plus grands.

Les systèmes de fichiers et d'exploitation modernes peuvent gérer des secteurs natifs de 4 Ko sur les disques durs, mais les versions plus anciennes ne le peuvent souvent pas. Par conséquent, avec 512e, un format a été développé qui repose sur des secteurs de 4 Ko, mais émule huit secteurs de 512 octets dans chacun d'eux. Les systèmes de fichiers et d'exploitation plus anciens peuvent écrire et lire des blocs de 512 octets comme d'habitude. Lors de l'écriture, cependant, il peut y avoir une perte de vitesse si le secteur entier de 4 Ko n'est pas écrit. Le disque dur doit d'abord lire l'intégralité du secteur de 4 Ko pour remplir une ou plusieurs de ses zones de 512 octets émulées, puis réécrire le secteur, ce qui entraîne une opération de lecture supplémentaire.

Les différentes tailles de bloc des modèles d'entreprise offrent aux entreprises la possibilité de choisir les disques les mieux adaptés à leurs systèmes de fichiers et d'exploitation. Les disques durs d'entreprise offrent également des options de sécurité flexibles, généralement appelées lecteur à cryptage automatique (SED) et nettoyage instantané (SIE). SED est un cryptage matériel directement via le disque dur, qui est non seulement très sécurisé, mais soulage également le système dans lequel le lecteur est installé. SIE est une option permettant d'effacer immédiatement et en toute sécurité toutes les données au lieu d'un écrasement fastidieux.

SMR et MAMR offrent plus d'espace de stockage

Les différents modèles de disques durs diffèrent également par la technologie d'enregistrement utilisée : enregistrement magnétique conventionnel (CMR), SMR et MAMR. Le CMR est utilisé depuis des années et était auparavant appelé enregistrement magnétique perpendiculaire (PMR) pour le distinguer de la technologie précédente, l'enregistrement magnétique longitudinal (LMR). Le PMR étant utilisé depuis maintenant 15 ans, il est aujourd'hui souvent qualifié de "conventionnel". Cependant, PMR/CMR a atteint sa limite à 16 To par lecteur. Le SMR augmente la densité de stockage en travaillant avec des pistes de données qui se chevauchent, ce qui entraîne une densité d'enregistrement plus élevée. La lecture des pistes fonctionne comme avant, mais lors de l'écrasement d'une piste existante, les données de la piste qui se chevauche doivent d'abord être lues puis réécrites avec les nouvelles données. Cela peut entraîner des fluctuations de la vitesse d'écriture, mais les caches et les algorithmes de mise en cache les attraperont. Le SMR est principalement utilisé avec les PC et les disques durs de surveillance, car ils n'ont pas à gérer des charges d'écriture élevées et soutenues avec des accès aléatoires. Pour les écritures occasionnelles ou les flux de données séquentiels, tels que ceux délivrés par les caméras de surveillance, le SMR est idéal.

Les disques durs d'entreprise de plus grande capacité, en revanche, s'appuieront sur le MAMR. Un élément générateur de micro-ondes sur la tête d'écriture aide à focaliser le flux magnétique, de sorte que moins d'énergie magnétique est nécessaire pour l'écriture. La tête d'écriture peut ainsi être plus petite et écrire des bits plus densément.

Actuellement, MAMR est utilisé dans les disques durs de 18 To et 20 To, et avec les progrès de cette technologie, des disques durs jusqu'à 30 To peuvent être attendus à l'avenir.

Étant donné qu'aucune donnée ne doit être écrite par chevauchement, MAMR n'est pas soumis aux restrictions et limitations de performances associées à la technologie SMR. Les disques durs avec MAMR atteignent le même niveau que leurs prédécesseurs PMR/CMR. Une combinaison de MAMR et de SMR est également techniquement possible, mais elle est actuellement pratiquée dans une mesure très limitée. Avec une combinaison de ces deux méthodes, il ne faudra pas longtemps avant que l'industrie puisse bénéficier de capacités allant jusqu'à 40 TBytes - mais encore une fois, avec des limitations de performances typiques de SMR en ce qui concerne l'accès en écriture aléatoire.

Conclusion

La capacité et le prix ne sont pas les seuls critères qui doivent déterminer le choix d'un disque dur. D'autres spécifications, telles que la fiabilité et la capacité à gérer des conditions de fonctionnement difficiles, doivent également être prises en compte, afin que les applications soient alimentées en données de manière fiable et que les stocks de données ne soient pas compromis. Les classifications des constructeurs de PC, NAS, surveillance ou HDD d'entreprise sont déjà un bon guide. Mais si l'utilisateur comprend également les données techniques, il est plus facile de trouver et d'utiliser de manière optimale le meilleur disque dur possible pour l'application respective, car différentes applications nécessitent différents modèles de disque dur.