

Szinkron DRAM fontosabb időzítési paraméterek

tCL	CAS Latency, várakozási idő az oszlopburst olvasási parancsától az első adat megjelenéséig
tRCD	A minimális idő a bank(sor) megnyitásától az oszlop kiválasztási parancs kiadásáig
tRAS	A banksor aktiválása és lezárása (precharge) közti minimális idő
tRP	Precharge (előtöltés) ideje, a banksor bezárása utáni kötelező várakozási idő új banksor megnyitása előtt
tRC	Ciklusidő, ugyanazon bank sorai közül történő olvasások közötti minimális idő

(A DRAM-okkal kapcsolatban a „bank megnyitása”, „bank aktiválása”, „banksor megnyitása” vagy a „lap megnyitása” kifejezések szinonímák, ugyanazt jelentik.)

A teljes olvasási ciklus:

- Bank megnyitása
- Oszlopblokkok olvasása a megnyitott sorból
- Bank zárása (precharge)
- Legalább tRP várakozás mielőtt ezt a bankot újra megnyitnánk

A legjobb eset az, amikor a megnyitott bankok soraiból olvasunk, mert ekkor folyamatosan adatot hozhatunk át minden memória-órajellel.

Ekkor a maximális átviteli sebesség SDRAM esetében:

*Órajel frekvenciája * Egyszerre átvitt adatmennyiség.*

1. Példa: SDR-133

133 MHz-es SDRAM-ból olvasunk 64 bitet (8 bájtot) egyszerre, ahogy ez a közönséges SDRAM DIMM moduloknál is történik, akkor az elvi maximális adatátviteli sebesség

$$133 * 8 = \mathbf{1064MB/s}$$

Ennél gyorsabban nem tudunk olvasni egy modulból.

2. Példa: DDR-400

200 Mhz-es órajellel olvasunk (DDR memóriáknál az elnevezésben a frekvencia kétszeresét adják meg, minthogy egy órajel alatt két átvitel történik, vagyis a DDR-400-as memória 200MHz-el megy), így a maximális adatátviteli sebesség:

$$200 * 2 * 8 = 400 * 8 = \mathbf{3200MB/s}$$

(az ilyen modulokat éppen ezért hívják PC3200-nak)

Ehhez hasonlóan kell számolni az összes DDR típust (DDR, DDR2, DDR3) maximális adatátviteli sebességét, mert ezek mindegyikénél két átvitel történhet egy órajel alatt

Ennél nagyobb sebességet egy ilyen modullal nem érhetünk el, ezt is csak akkor, ha végig a megnyitott banksorokból olvasunk szorosan egymást követő blokkokat (burst-öket) várakozási idő (üres ciklusok) nélkül.

Két modul párhuzamos üzemeltetésével (dual channel) azonban megkétszerezhetjük az átviteli sebességet.

3. Példa: DDR2-800 Dual Channel

Ha 400 MHz-es órajellel olvasunk két dual-channel módban használt DDR2-800 modult, akkor a maximális adatátviteli sebesség:

$$400 * 2 * 2 * 8 = 12800 \text{ MB/s}$$

órajel DDR Dual channel Egyszerre átvitt bájtok száma
(az adatút szélessége)

Blokkos olvasás:

Ha az átvíendő blokkokat nem lehet egymás mellé illeszteni, hanem csak egymás után lehet megcímezni (ahogy ez a CPU-k esetében történni szokott), akkor mindegyik blokk esetében egy oszlopcímzési várakozást (CL) is el kell viselnünk.

Ez a CL érték általában a memóriamodulokra is fel van tüntetve, természetesen minél kisebb, annál jobb.

Az összes időzítési paraméter közül elsősorban ez határozza meg a számítógépben használt memóriamodulok tényleges átviteli sebességét

4.Példa: Blokkos SDRAM olvasás

32 bájtos blokkokban olvasunk egy 133MHz-es, CL=2-es SDRAM-ot, úgy, hogy egyszerre 8 bájtot hozunk át.

Ekkor az elérhető maximális elvi adatátviteli sebesség (blokkosítás nélkül) $133 \times 8 = 1064 \text{ MB/s}$, ahogy ezt a korábbiakban is kiszámoltuk

Azonban egymás utáni blokkolvasás esetén 32 bájtonként újra kell címeznünk az oszlopot, ezzel elvesztjük a CL időt, vagyis nem érjük el az fenti maximális sebességet, hiszen a $32/8=4$ órajel helyett most CL+4 órajelig tart a blokk átvitele.

Vagyis a maximális blokkos átviteli sebesség a blokkosítás nélküli elvi maximális átviteli sebesség $32/8/(32/8+CL)$ -szorosa lesz, azaz

$$\frac{4}{(4 + 2)} \times 1064 \text{ MB/s} = 709 \text{ MB/s}$$

a teljes blokkátvitel
órajeleinek száma

CL

Max. elvi átviteli sebesség

5.példa DDR dual channel blokkos átvitel

DDR2-800, CL=5 modullal olvasunk 64 bájtos blokkokat egyszerre 2*8 bájtonként, egymás utáni címzéssel.

Az elvi maximális sebesség $400 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 8 = 12800$ MB/s, ahogy fentebb számoltuk. (Ebben még nincs szerepe a CL-nek)

Órajelenként 32 bájtot hozunk át (A DDR és a dual-channel miatt $2 \cdot 2 \cdot 8$ bájt az órajelenként átvitt adatmennyiség), vagyis a teljes blokk átvitele 2 órajel alatt megtörténik.

Azonban a CL miatt 5 órajelnyit tétlenül várunk, vagyis az elvi max. sebesség $2/(2+5)$ -szörösét érjük csak el.

$$2/(2+5) \cdot 12800 = \mathbf{3657 \text{ MB/s}}$$

Látható, hogy messze vagyunk az elvi maximális sebességtől.

Konklúziók:

A fenti számolásokról érthető, hogy miért nem tapasztalunk drámai növekedést a számítógép végrehajtási sebességében annak ellenére, hogy a memóriák sávszélessége nagymértékben növekedett.

A CPU-k viszonylag kis blokkokban (még a legújabb Intel-ek is csak 128 bájtos blokkokban) olvassák a memóriákat és így az átviteli idő eltörpül a CL-ből adódó várakozási idő mellett, lerontva az eredő sávszélességet.

Hangsúlyozni kell, hogy ez nem a DRAM memóriák korlátja, azok képesek lennének átlapoltan is olvasni blokkokat, vagyis a várakozási idők alatt másik blokkok átvitele folyhatna és így az elvi maximális sebesség megközelíthető lehetne blokkos olvasás esetén is. A grafikus kártyák ezt erősen ki is használják és az ezekre kifejlesztett programoknál nagyon is ügyelni kell arra, hogy a memóriahivatkozások a memória-sávszélesség jó kihasználását megengedjék. Azonban a CPU-k memóriahasználata sokkal szabálytalanabb és elaprózottabb címezésekkel jár, mint a grafikus kártyáké, így ezeknél kevés lehetőség adódik a blokkok átlapolásához és egymáshoz illesztéséhez.

A legmodernebb processzorok memóriavezérlői is igyekeznek az egymás utáni blokkokat észrevenni és az egy banksorból történő átviteleket szorosan egymás mellé helyezni, ezzel elkerülve a blokkonkénti CL-nyi várakozásokat.