

Kakšno prenosno hitrost (v B/s) lahko dosežemo pri prenosu bloka 64B, če podatke prenašamo z eksplozijskim prenosom in kakšno s protokolskim prenosom podatkov, če je pri obeh dolžina prenosa 4 32-bitne besede, latenca 1 urina perioda in frekvenca ure 100MHz.

v enem eksplozijskem prenosu se prenese 4 krat po 32 bitov, torej 16 B. Za prenos bloka so potrebni štirje eksplozijski prenosi. Vsak prenos traja: 1 perioda za ukaz + 4 x 1 perioda za 4B podatkov = 5 period. Frekvenca ure je 100 MHz, torej vsak prenos traja 50ns in celoten blok prenesemo v 4x50 ns = 200 ns. To pomeni, da je prenosna hitrost 64 B / 200 ns = 320 MB/s.

b) v enem eksplozijskem prenosu se prenese 4 krat po 32 bitov, torej 16 B. Za prenos bloka so tudi v tem primeru potrebni štirje eksplozijski prenosi. Vsak prenos traja: 1 perioda za ukaz + 4 x 1 perioda za 4B podatkov = 5 period, vendar se podatki in ukazi pošiljajo ločeno. To pomeni, da se dodatna perioda za prenos ukaza porabi samo pri prvem prenosu, pri naslednjih treh pa se ukaz prenaša hkrati s podatki prejšnjega prenosa. Frekvenca ure je 100 MHz, torej prvi prenos traja 50ns, naslednji trije pa po 40 ns. Celoten blok prenesemo v 50 ns + 3x40 ns = 170 ns. To pomeni, da je prenosna hitrost 64 B / 170 ns = 376,5 MB/s.

```
mrs – move from register
bic – bit clear
msr – move to status register
orr-logical (inclusive) or
CPSR
f- irq disable(fast interrupt)
i- irq disable(normal interrupt)
t-thumb state bit
mode-mode bits
j-jazelle state
```

4 prenosi na blok-eksplozijski prenos (1,25 u.p. za širino vodila, 4 u.p.+1zač.=za blok)

2u.p.(za širino)+čakalne(če potrebno)- navadni

1.u.p na prenos-ekspl. protokol. (celoten prenos u.p. + 1 zač.)

```
INIT_LED:
stmfd spl,{r0-r1,r}
ldr r0,=PIOC_BASE
mov r1,#1<<1
str r1,[r0,#PIO_PER]
/* Priključek C1 krmlji PIO */
str r1,[r0,#PIO_OER]
/* Omogoči izhod na C1 */
ldmfd spl,{r0-r1,r}
LED_ON:
stmfd spl,{r0-r1,r}
ldr r0,=PIOC_BASE
mov r1,#1<<1
str r1,[r0,#PIO_CODR]
/* Na priključek C1 zapiši stanje 0 */
ldmfd spl,{r0-r1,pc}
ldr r0,[r1,r2,LSL #2]
; r0<-mem32[r1+r2*4]
```

```
INIT_TCO_PSP:
stmfd r13!,{r0-r1,r14}
ldr r0,=PMC_BASE
mov r1,#1<<17
str r1,[r0,#PMC_PCSR]
ldr r0,=TCO_BASE
ldr r1,=0x7004
str r1,[r0,#TC_CMR]
ldr r1,=10000
str r1,[r0,#TC_RC]
mov r1,#1
str r1,[r0,#TC_CCR]
mov r1,#1<<2
str r1,[r0,#TC_CCR]
mov r1,#16
str r1,[r0,#TC_IER]
ldmfd r13!,{r0-*/
```

Imamo 8 neodvisnih modulov z velikostjo vrstice 1024x8 bitov. Ker novih vrstic ne odpiramo in lahko znotraj ene vrstice beremo (ali pišemo) podatke z maksimalno hitrostjo, ki jo dovoljuje DDR2 čip, lahko z maksimalno hitrostjo preberemo največ 8x1024x8 bitov ali 65536 bitov velik blok.

Da dosežemo maksimalno hitrost moramo na čip pošiljati ukaze za branje v takih časovnih presledkih, da se bo naslednje branje pričelo izvajati ravno takrat, ko se je prejšnje končalo. Vrsti red dostopa do stolpcev znotraj odprte vrstice je lahko poljuben, ravno tako lahko pri vsakem branju poljubno izbiramo modul.

3. Imamo SDRAM s 4 moduli organizacije 2048x256x32, $t_{\text{RCD}} = 18\text{ns}$, $t_{\text{RAS}} = 42\text{ns}$, $t_{\text{RP}} = 18\text{ns}$ in $\text{CL} = 3\text{ns}$. Frekvenca ure je $f_{\text{CLK}} = 100\text{MHz}$ in uporabljamo izvorno sinhronski prenos.

- Določite časovno zaporedje ukazov za branje 4 zaporednih besed iz ene vrstice SDRAM-a. Upoštevajte, da je potrebno vrstico po končanem branju zapreti.
- Izračunajte minimalen čas prenosa potreben za branje cele vrstice v modulu. Zakasnitev na prenosnih poteh zanemarite.

a) Potrebno zaporedje je naslednje:

- odpiranje vrstice (izbira vrstice in banke)
- zakasnitev t_{RCD} zaokrožena na najmanjše celo število urinih period, ki je enako ali večje t_{RCD} čipa (v našem primeru 2 u.p. ali 20ns >= 18ns)
- branje vrstice (izbira stolpca)
- zakasnitev t_{CL} (v našem primeru 3 u.p. ali 30ns)
- prenos 4 besed po vodilu (4 u.p. ali 40ns)
- zapiranje vrstice
- pred ponovnim odpiranjem iste vrstice mora preteči še zakasnitev t_{RP} (v našem primeru 2 u.p. ali 20ns >= 18ns)

b) Čas prenosa (v u.p.) = t_{RCD} (v u.p.) + t_{CL} (v u.p.) + N (u.p.) = 2u.p.+3u.p.+256u.p. = 261 u.p. = 2,61us kjer je N velikost vrstice v besedah

```
mov r1, r4, LSL #2 ; r1=r4*4
ali r1, r4, LSR #2 ; r1=r4/2^2
```

```
PSP:
sub r14,r14,#4
stmfd r13!, {r0-r3,r14}
```

```
ldr r0,=NIZ
ldr r1,=NIZ1
ldr r3,=N
```

```
ldr r2,[r3]
bl CHANGE
ldr r0,=NIZ1
ldr r3,=N
ldr r2,[r3]
```

```
bl SND_DMA
ldr r0,=NIZ
ldr r3,=N
ldr r2,[r3]
RCV_DMA
ldr r0,=AIC_BASE
str r0, [r0, #AIC_EOICR]
ldmfd r13!, {r0-r3,pc}^
```

```
INIT_AIC:
stmfd r13!, {r0-r2,r14}
ldr r0,=AIC_BASE
mov r1,#1<<17
mov r2,#4
/* high level sensitive, PRIOR=4 */
str r2, [r0, #AIC_SMR17]
ldr r2,=ENABLE_IRQ
str r2, [r0, #AIC_SVR17]
/* set interrupt vector for IS17 */
str r1, [r0, #AIC_IECR]
/* enable interrupt for IS17 */
str r0, [r0, #AIC_EOICR]
/* slepo pisanje v EOICR */
ldmfd r13!, {r0-r2,pc}INIT_TCO_PSP:
stmfd r13!,{r0-r1,r14}
```

Pri prenosu brez čakalnih stanj mora biti dostopni čas EPROMa manjši od:

dve periodi: $2/25E6 - 22\text{ns} - 5\text{ns} = 53\text{ns}$

vsaka čakalna perioda traja 40ns, torej je potrebno vstaviti 3:

$53\text{ns} + 3*40\text{ns} = 173\text{ns}$, kar pomeni, da mora biti dostopni čas EPROMa manjši od 173 ns.

Pravilen odgovor je pod izbiro a. Pri branju iz SDRAM se mora na signalih A10-A0 najprej pojaviti naslov vrstice, aktivira se signal RAS# (aktiven v nizkem stanju), signala CAS# in WE# pa sta v neaktivnem stanju (visoko). Nato se mora na naslovnih signalih pojaviti naslov stolpca ter aktivirati signal CAS#. Signala RAS# in WE# sta neaktivna. Zatem je potrebno počakati CL urinih period (CAS latenca) in šele potem lahko beremo podatek.

a) asinhronski prenos
Vsak prenos 32-bitov traja 2 urini periodi
 $t_0 = 1/100\text{MHz} = 10\text{ns}$
 $B = 4B/2/0 = 4B / (2*10\text{ns}) = 200\text{MB/s}$
b) eksplozijski prenos
Tu za vsako vrstico potrebujemo 4 urine periode + 1 začetna = 5
 $B = 16B/5/0 = 16B / (5*10\text{ns}) = 320\text{MB/s}$
c) protokolski eksplozijski prenos
Za prenos vseh vrstic potrebujemo 16*16/4 urinih period + 1 začetna = 65
 $B = 256B/65/0 = 256B / (65*10\text{ns}) = 393,85\text{MB/s}$
 $393,85/200 = 1,97$ protokolski eksplozijski prenos je za 97% hitrejši od asinhronskega

S	- velikost podatkov za prenos	B_d	- prenosna hitrost diska
N_b	- velikost bloka podatkov	u_z	- čas CPE v u.p. za inicializacijo DMA
N_b	- število blokov za prenos	u_p	- čas CPE v u.p. za obdelavo prekinitive
B_v	- prenosna hitrost vodila	t_{CPE}	- procesorski čas
f	- frekvenca vodila	f_{CPE}	- frekvenca urnega signala procesorja
w	- širina vodila	t_p	- čas prenosa podatkov
n	- ur. period na prenos	t_m	- čas med prekinitivami

$$N_b = \frac{S}{S_b} = \frac{1.073741824GB}{8.192KB} = 131072$$

$$B_v = \frac{f * w}{n} = \frac{66MHz * 8B}{2} = 264MB/s$$

$B_d = 200MB/s < B_v$: Prenosna hitrost vodila je večja od prenosne hitrosti diska, se pravi, da je vodilo dovolj hitro, da se podatki z diska prenašajo z maksimalno hitrostjo.

$$t_{CPE} = (u_z + N_b * u_p) * t_0 = \frac{u_z + N_b * u_p}{f_{CPE}} = \frac{50000 + 10000 * 131072}{1.5GHz} = 0,87s$$

$$t_{pr} = \frac{S}{B_d} = \frac{1.073741824GB}{200MB/s} = 5,37s \quad t_{m} = \frac{S_b}{B_d} = \frac{8.192KB}{200MB/s} = 40,96 * 10^{-6}s = 40,96\mu s$$

Pri rešitvi smo v času prenosa zanemarili CPE čas (t_{CPE}). Ker je ta čas le približno sedemkrat manjši, je bolj natančna rešitev, ki upošteva tudi ta čas naslednja:

$$t_{pr} = \frac{S}{B_d} + t_{CPE} = \frac{1.073741824GB}{200MB/s} + 0,87s = 6,24s$$

$$P_{CPE} = \frac{t_{CPE}}{t_{pr}} = \frac{0,87s}{6,24s} = 0,14 = 14\%$$

$$t_{m} = \frac{S_b}{B_d} + \frac{u_p}{f_{CPE}} = \frac{8.192KB}{200MB/s} + \frac{10000}{1.5GHz} = 47,63 * 10^{-6}s = 47,63\mu s$$

- Najhitrejši prenos preko vodila imamo pri eksplozijskem prenosu, ki traja 5 period BCLK signala.
- Pri eksplozijskem prenosu prenesemo 128 bitov = 16 bajtov.
- Pri frekvenci ure 25 MHz traja ena perioda BCLK signala 40ns.

$$\frac{16B}{5 * 40ns} = 8 * 10^7 B/s = 80MB/s$$

Maksimalna hitrost prenosa je torej 80MB/s.

Pri branju mora signal potovati v obe smeri. Prenosni cikel torej znaša vsaj 2*tau+vse zakasnitve.

tau = 0.25m * 6ns/m = 1.5ns
T >= 2*1.5ns + 2ns + 12 ns + 3ns = 20 ns

prenosna hitrost = 32 B * 1/20ns = 4B * 50 * 10^6 Hz = 200 MB/s

$$a) BW_{eff} = f * N * \frac{2^{40}}{240 + 3 + 5} = 66 * 10^6 * 4B * 0,968 = 255,48MB/s$$

Efektivna pasovna širina je teoretična (P*) pasovna širina, kjer upoštevamo, da pri vsakem prenosu zgubimo 3 urine periode v naslovni fazi in v povprečju 5 urinih period pri čakanju na vodilo.

b) V enem eksplozijskem prenosu lahko naprava dostavi/prebere le en blok podatkov (512B).

$$f_{prenos} = \frac{\left(\frac{\text{velikost_bloka}}{\text{širina_vodila}} + \text{naslovna_faza} + \text{čakanje_na_vodilo} \right) * \text{dolžina_prenosa}}{\text{velikost_bloka}} * f_{vodila}$$

$$f_{prenos} = \frac{\left(\frac{512B}{4B} + 3 + 5 \right) * 512 * 10^6 B}{66 * 10^6 Hz} = 2,06\text{ms}$$

Prenosna hitrost = 512000B / 0.00206s = 248,47 MB/s

```
RCV_DMA:
stmfd spl,{r0-r2,lr}
adr r0, N
ldr r1, [N]
ldr r0,=polje
```

```
cmp r1,#1
movlt r1,#70
cmp r1,#80
movgt r1,#70
```

```
ldr r2,=DBGU_BASE
str r0, [r2, DMA_RPR]
str r1, [r1, DMA_RCR]
mov r1,#1
str r1,[r0,#DMA_PTCR]
ldmfd spl,{r0-r2,pc}
```

```
SND_DMA:
stmfd spl,{r0-r2,lr}
ldr r2,=DBGU_BASE
str r0, [r2, DMA_TPR]
str r1, [r2, DMA_TCR]
mov r1,#1<<8
str r1, [r2, DMA_PTCR]
ldmfd spl,{r0-r2,pc}
```

```
ENABLE_IRQ:
stmfd r13!, {r0, r14}
mrs r0, cpsr
and r0,#127
/* Omogoci prekinitive */
msr cpsr_c,r0
ldmfd r13!, {r0, pc}
```

INIT_DBGU:

```
stmfd spl,{r0-r1,lr}
ldr r0,=DBGU_BASE
mov r1,#1<<11
```

```
/* normalen način delovanja, */
str r1,[r0,#DBGU_MR]
/* brez parnosti */
```

```
mov r1,#26
str r1,[r0,#DBGU_BRGR]
/* hitrost na 115200 baud */
mov r1,#0b01010000
str r1,[r0,#DBGU_CR]
```

/* omogoči TX in RX */

```
mov r1,#1
str r1, [r0, #DBGU_IER]
```

/* 26=MCK/(16*BAUD_RATE) ...

MCK=48Mhz=48*10^6,
BAUD_RATE=115200 */