

ΝΑ ΕΠΙΛΕΞΕΤΕ 5 ΑΠΟ ΤΑ 6 ΘΕΜΑΤΑ. Εάν κάποιος απαντήσει και στα 6 θέματα δεν θα διορθώσω το 6ο θέμα.

ΘΕΜΑ 1. (μον. 1.8) Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας επεξεργαστή διαθέτει τον αθροιστή του διπλανού σχήματος και καταχωρητές των 16 δυαδικών ψηφίων.

α. Να συμπληρώσετε τον κάτωθι πίνακα.

Χρησιμοποιήστε τούς συμβολισμούς:

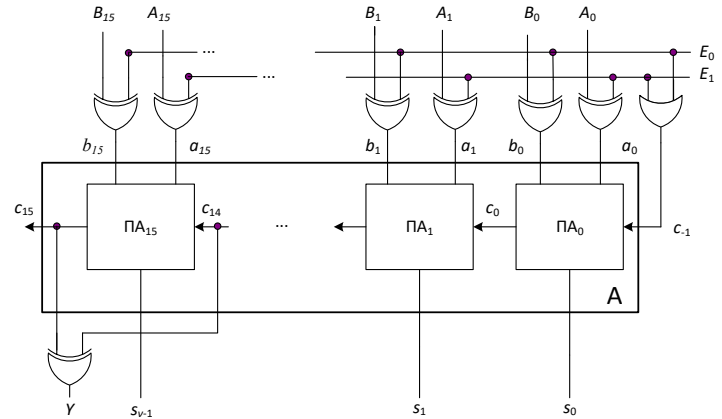
Υ' για να δηλώσετε το συμπλήρωμα ως προς 1 του Υ και

Υ'' για να δηλώσετε το συμπλήρωμα ως προς 2 του Υ

Ε0	Ε1	Πράξη που εκτελείται
0	0	$A+B$
0	1	$B-A$
1	0	$A-B$
1	1	$A'+B'+1=A''+B''-1=-A-B-1$

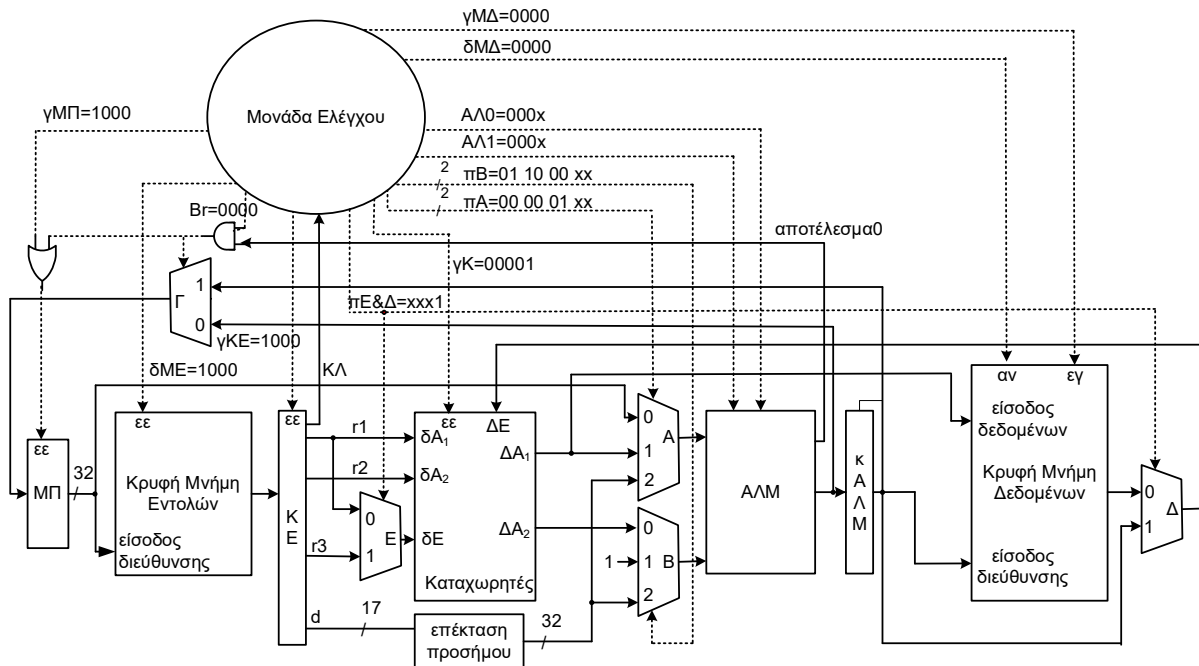
β. Να σημειώσετε ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις ισχύουν (χωρίς αιτιολόγηση).

Για κάθε λάθος επιλογή θα ακυρώνεται μια σωστή.



- Για την πράξη $B+A$ εάν οι αριθμοί είναι χωρίς πρόσημο (θετικοί) και $C_{15}=0$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B+A$ εάν οι αριθμοί είναι σε αναπαράσταση συμπληρώματος ως προς 2 και $Y=1$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B-A$ εάν οι αριθμοί είναι χωρίς πρόσημο (θετικοί) και $Y=0$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B+A$ εάν οι αριθμοί είναι σε αναπαράσταση συμπληρώματος ως προς 2 και $Y=0$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B-A$ εάν οι αριθμοί είναι σε αναπαράσταση συμπληρώματος ως προς 2 και $C_{15}=0$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B-A$ εάν οι αριθμοί είναι σε αναπαράσταση συμπληρώματος ως προς 2 και $C_{15}=1$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B+A$ εάν οι αριθμοί είναι χωρίς πρόσημο (θετικοί) και $Y=0$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $A-B$ εάν οι αριθμοί είναι χωρίς πρόσημο (θετικοί) και $C_{15}=0$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B-A$ εάν οι αριθμοί είναι χωρίς πρόσημο (θετικοί) και $C_{15}=1$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B+A$ εάν οι αριθμοί είναι χωρίς πρόσημο (θετικοί) και $Y=1$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B-A$ εάν οι αριθμοί είναι χωρίς πρόσημο (θετικοί) και $Y=1$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $A-B$ εάν οι αριθμοί είναι σε αναπαράσταση συμπληρώματος ως προς 2 και $Y=0$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $A-B$ εάν οι αριθμοί είναι σε αναπαράσταση συμπληρώματος ως προς 2 και $Y=1$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B+A$ εάν οι αριθμοί είναι σε αναπαράσταση συμπληρώματος ως προς 2 και $C_{15}=0$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B+A$ εάν οι αριθμοί είναι σε αναπαράσταση συμπληρώματος ως προς 2 και $C_{15}=1$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.
- Για την πράξη $B+A$ εάν οι αριθμοί είναι χωρίς πρόσημο (θετικοί) και $C_{15}=1$ τότε το αποτέλεσμα της πράξης δεν χωράει σε ένα καταχωρητή.

ΘΕΜΑ 2. (2,4 μον.) Θεωρήστε ένα επεξεργαστή που διαθέτει τη μονάδα επεξεργασίας δεδομένων σταθερής υποδιαστολής του επόμενου σχήματος. Μεταξύ των εντολών που μπορούν να εκτελεστούν περιλαμβάνονται και οι κάτωθι εντολές:
 LOAD r1, d(r2) // $r1 \leftarrow M(d+r2)$, ADD r1, r2, r3 // $r1+r2 \rightarrow r3$, SUB r1, r2, r3 // $r1-r2 \rightarrow r3$ και
 BRE r1, r2, d // εάν $r1-r2=0$ τότε $ΜΠ=ΜΠ+d$. Να βάλετε πάνω στο σχήμα τις τιμές των σημάτων που απαιτούνται για την προσπέλαση εντολής και την εκτέλεση της εντολής ADD r1, r2, r3 // $r1+r2 \rightarrow r3$, SUB r1. Για πρόσθεση να χρησιμοποιηθούν οι τιμές $ΑΛ0=0$, $ΑΛ1=0$. **Δεν χρειάζεται αιτιολόγηση.**



ΘΕΜΑ 3. (1,0 μον.) Έχετε στη διάθεση σας ολοκληρωμένα κυκλώματα μνήμης OK0 με χωρητικότητα 64 Mbits και 8 δυαδικά ψηφία ανά θέση μνήμης, καθώς και ολοκληρωμένα κυκλώματα μνήμης OK1 με χωρητικότητα 1 MBytes και 4 δυαδικά ψηφία ανά θέση μνήμης. Πόσα ολοκληρωμένα κυκλώματα τύπου OK0 και πόσα τύπου OK1 χρειάζεστε για να σχεδιάσετε ένα σύστημα μνήμης με χωρητικότητα 18 MBytes και 12 δυαδικά ψηφία ανά θέση ώστε το συνολικό πλήθος των ολοκληρωμένων που χρησιμοποιήσατε να είναι το ελάχιστο;

Απάντηση

Έχουμε στη διάθεσή μας

OK₀: 64 Mbit με 8 bits ανά θέση \rightarrow 8 Μθέσεις με 8 bits ανά θέση

OK₁: 1 Mbytes με 4 bits ανά θέση \rightarrow 8 Mbit με 4 bits ανά θέση \rightarrow 2 Μθέσεις με 4bits ανά θέση

Θέλουμε να σχεδιάσουμε μονάδα μνήμης

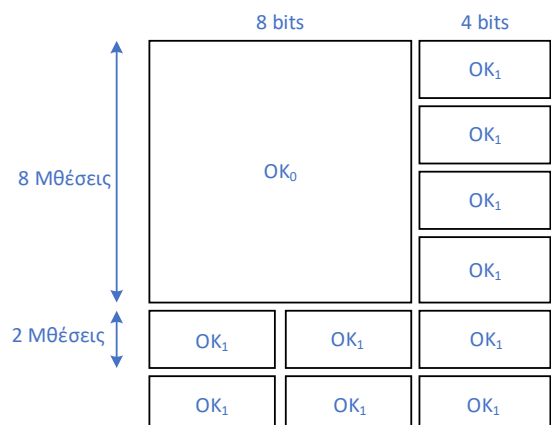
18 MBytes με 12 bits ανά θέση \rightarrow

18×8 Mbit με 12 bits ανά θέση \rightarrow

144 Mbits με 12 bits ανά θέση \rightarrow

12 Μθέσεις με 12 bits ανά θέση

Επομένως χρειαζόμαστε 1 OK₀ και 10 OK₁.



Θέμα 4. (2,4 μον.) Δίδονται 3 επεξεργαστές E1, E2 και E3 με κρυφή μνήμη δεδομένων χωρητικότητας 16 KBytes, πλαίσιο των 32 bytes και άμεσης οργάνωσης, 2-τρόπων συνόλου συσχέτισης και πλήρους συσχέτισης αντίστοιχα. Θεωρήστε ότι οι επεξεργαστές παράγουν διευθύνσεις των 34 δυαδικών ψηφίων και κάθε διεύθυνση αντιστοιχεί σε ένα byte.

Για κάθε επεξεργαστή να απαντήσετε στα κάτωθι ερωτήματα.

α. Να δώσετε τα πεδία από τα οποία θεωρούμε ότι αποτελείται η διεύθυνση μνήμης κατά την προσπέλαση της κρυφής μνήμης, το εύρος κάθε πεδίου και τη σημασία του.

β. Θεωρήστε τις ακόλουθες διευθύνσεις μνήμης α: 1B354C9D2, β: 1B36789D5, γ: 1B354C9C6, δ: 1B354CB3F

Τα δεδομένα ποιων εκ των διευθύνσεων (α και β), (α και γ), (α και δ), (α και β και δ), (α και γ και δ), μπορούν να βρεθούν ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

γ. i. Πόσα μπλοκ της κύριας μνήμης όταν μεταφερθούν στην κρυφή μνήμη, μπορούν να μεταφερθούν στο πλαίσιο 0 ή στο σύνολο 0 (ανάλογα της οργάνωσης της κρυφής μνήμης);

ii. Να δώσετε τις διευθύνσεις αυτών των μπλοκ στο δεκαεξαδικό.

Ενδεικτική απάντηση.

Εφόσον η χωρητικότητα της κρυφής μνήμης είναι 16 KBytes = $2^4 \times 2^{10}$ bytes = 2^{14} bytes και το πλαίσιο 32 bytes = 2^5 bytes, το πλήθος των πλαισίων της κρυφής μνήμης ισούται με $2^{14} \text{ bytes} / 2^5 \text{ bytes} = 2^9$.

Επεξεργαστής E1 (Κρυφή μνήμη άμεσης οργάνωσης)

α. Αφού έχουμε 2^5 bytes ανά πλαίσιο και κάθε διεύθυνση αντιστοιχεί σε ένα byte, τα 5 λιγότερο σημαντικά δυαδικά ψηφία της διεύθυνσης δηλώνουν τη διεύθυνση μέσα στο πλαίσιο και μέσα στο μπλοκ.

Αφού έχουμε 2^9 πλαίσια, τα 9 αμέσως επόμενα δυαδικά ψηφία της διεύθυνσης δηλώνουν τη διεύθυνση του πλαισίου. Τα υπόλοιπα δυαδικά ψηφία της διεύθυνσης αποτελούν την ετικέτα.

Διεύθυνση μπλοκ		διεύθυνση μέσα στο μπλοκ, δμμπ
ετικέτα	διεύθυνση πλαισίου, δπ	διεύθυνση μέσα στο πλαίσιο, δμπ
20 bits	9 bits	5 bits

β.

Κάθε μία από τις δοθείσες διευθύνσεις θα πρέπει να την αναλύσουμε στα πεδία δμπ, δπ και ετικέτα.

Όταν κάποιο από τα δεκαεξαδικά ψηφία της διεύθυνσης αντιστοιχεί σε διαφορετικά πεδία θα πρέπει αυτό το δεκαεξαδικό ψηφίο θα το γράψουμε σε δυαδική μορφή. Τα δεκαεξαδικά ψηφία που αντιστοιχούν εξ ολοκλήρου σε ένα πεδίο δεν χρειάζεται να τα μετατρέψουμε στο δυαδικό. Για να μην υπάρχει σύγχυση μεταξύ των δεκαεξαδικών και των δυαδικών ψηφίων τα δυαδικά ψηφία τα υπογραμμίζουμε.

	Διεύθυνση μπλοκ		δμμπ
	ετικέτα	δπ	δμπ
	20 bits	9 bits	5 bits
α	1 B 3 5 4 <u>1 1</u>	<u>0 0 9 1 1 0</u>	<u>1 2</u>
β	1 B 3 6 7 <u>1 0</u>	<u>0 0 9 1 1 0</u>	<u>1 5</u>
γ	1 B 3 5 4 <u>1 1</u>	<u>0 0 9 1 1 0</u>	<u>0 6</u>
δ	1 B 3 5 4 <u>1 1</u>	<u>0 0 B 0 0 1</u>	<u>1 F</u>

(α, β): Παρατηρούμε ότι οι διευθύνσεις α και β ανήκουν σε δύο διαφορετικά μπλοκ τα οποία όταν μεταφερθούν στην κρυφή μνήμη μεταφέρονται στο ίδιο πλαίσιο, επομένως τα δεδομένα αυτών των δύο διευθύνσεων δεν μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη.

(α, γ): Παρατηρούμε ότι οι διευθύνσεις των α και γ ανήκουν στο ίδιο μπλοκ, επομένως όταν βρίσκονται τα δεδομένα της μιας διεύθυνσης στην κρυφή μνήμη θα βρίσκονται και τα δεδομένα της άλλης διεύθυνσης στην κρυφή μνήμη.

(α, δ): Παρατηρούμε ότι οι διευθύνσεις α και δ ανήκουν σε δύο διαφορετικά μπλοκ τα οποία όταν μεταφερθούν στην κρυφή μνήμη μεταφέρονται σε διαφορετικά πλαίσια, επομένως τα περιεχόμενα των διευθύνσεων α και δ μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη.

(α, β, δ): Όπως εξηγήσαμε παραπάνω τα περιεχόμενα των διευθύνσεων α και β δεν μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη, επομένως δεν μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη τα περιεχόμενα των α, β και δ.

(α, γ, δ): Όπως έχουμε εξηγήσει παραπάνω οι διευθύνσεις α και γ ανήκουν στο ίδιο μπλοκ, επομένως μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη. Η διεύθυνση δ ανήκει σε άλλο μπλοκ το οποίο, όταν μεταφέρεται στην κρυφή μνήμη, μεταφέρετε σε διαφορετικό πλαίσιο από το πλαίσιο στο οποίο μεταφέρεται το μπλοκ στο οποίο ανήκουν οι διευθύνσεις α και γ. Επομένως οι διευθύνσεις α, γ και δ μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη.

γ.

i. Οι διευθύνσεις των μπλοκ που μπορούν να μεταφερθούν στο πλαίσιο 2 της κρυφής μνήμης θα είναι εκείνες που στα 9 λιγότερο σημαντικά τους δυαδικά ψηφία θα έχουν την τιμή 2. Επομένως τα υπόλοιπα 20 δυαδικά ψηφία παίρνουν όλες τις δυνατές τιμές. Άρα το πλήθος των μπλοκ της κύριας μνήμης που μπορούν να μεταφερθούν στο πλαίσιο 2 της κρυφής μνήμης είναι 2^{20} μπλοκ.

ii. Οι διευθύνσεις των μπλοκ που μπορούν να μεταφερθούν στο πλαίσιο 2 της κρυφής μνήμης είναι

στο δυαδικό	στο δεκαεξαδικό
00000000000000000000 000000000	00000000
00000000000000000001 000000000	00000200
00000000000000000010 000000000	00000400
00000000000000000011 000000000	00000600
...	...
11111111111111111111 000000000	FFFFFFE0

Επεξεργαστής E2 (οργάνωση 2 τρόπων συνόλου συσχέτισης)

α. Αφού έχουμε οργάνωση 2 τρόπων συνόλου συσχέτισης, σε κάθε σύνολο έχουμε 2 πλαίσια. Επομένως το πλήθος των συνόλων ισούται με το πλήθος των πλαισίων διά 2 ίσον με $2^9/2$ σύνολα = 2^8 σύνολα.

Διεύθυνση μπλοκ		διεύθυνση μέσα στο μπλοκ, δμμπ
ετικέτα	διεύθυνση συνόλου, δσ	διεύθυνση μέσα στο πλαίσιο, δμπ
21 bits	8 bits	5 bits

β.

	Διεύθυνση μπλοκ		δμμπ
	ετικέτα	δσ	δμπ
	21 bits	8 bits	5 bits
α	1 B 3 5 4 <u>1 1 0</u>	<u>0 9 1 1 0</u>	<u>1 2</u>
β	1 B 3 6 7 <u>1 0 0</u>	<u>0 9 1 1 0</u>	<u>1 5</u>
γ	1 B 3 5 4 <u>1 1 0</u>	<u>0 9 1 1 0</u>	<u>0 6</u>
δ	1 B 3 5 4 <u>1 1 0</u>	<u>0 B 0 0 1</u>	<u>1 F</u>

(α,β): Παρατηρούμε ότι οι διευθύνσεις α και β ανήκουν σε δύο διαφορετικά μπλοκ τα οποία όταν μεταφερθούν στην κρυφή μνήμη μεταφέρονται στο ίδιο σύνολο. Επειδή κάθε σύνολο έχει 2 πλαίσια, τα δεδομένα αυτών των δύο διευθύνσεων μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη.

(α, γ): Παρατηρούμε ότι οι διευθύνσεις των α και γ ανήκουν στο ίδιο μπλοκ, επομένως όταν τα δεδομένα της μιας διεύθυνσης βρίσκονται στην κρυφή μνήμη θα βρίσκονται και τα δεδομένα της άλλης διεύθυνσης στην κρυφή μνήμη.

(α, δ): Παρατηρούμε ότι οι διευθύνσεις α και δ ανήκουν σε δύο διαφορετικά μπλοκ τα οποία όταν μεταφερθούν στην κρυφή μνήμη μεταφέρονται σε διαφορετικά σύνολα, επομένως τα περιεχόμενα των διευθύνσεων α και δ μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη.

(α, β, δ): Παρατηρούμε ότι οι διευθύνσεις α και β ανήκουν σε δύο διαφορετικά μπλοκ τα οποία όταν μεταφερθούν στην κρυφή μνήμη μεταφέρονται στο ίδιο σύνολο. Επειδή κάθε σύνολο έχει 2 πλαίσια, τα δεδομένα αυτών των δύο διευθύνσεων μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη. Η διεύθυνση δ ανήκει σε διαφορετικό μπλοκ από εκείνα των διευθύνσεων α και β και μεταφέρεται σε διαφορετικό σύνολο από εκείνο στο οποίο μεταφέρονται οι διευθύνσεις α και β οπότε τα δεδομένα και των 3 διευθύνσεων α, β και δ μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη

(α, γ, δ): Παρατηρούμε ότι οι διευθύνσεις των α και γ ανήκουν στο ίδιο μπλοκ, επομένως όταν τα δεδομένα της μιας διεύθυνσης βρίσκονται στην κρυφή μνήμη θα βρίσκονται και τα δεδομένα της άλλης διεύθυνσης στην κρυφή μνήμη. Η διεύθυνση δ ανήκει σε διαφορετικό μπλοκ από ότι οι διευθύνσεις α και γ και απεικονίζεται σε διαφορετικό σύνολο από ότι το μπλοκ που περιέχει τις διευθύνσεις α και γ, επομένως τα δεδομένα και των 3 διευθύνσεων α, γ και δ μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη.

γ.

i. Οι διευθύνσεις των μπλοκ που μπορούν να μεταφερθούν στο σύνολο 2 της κρυφής μνήμης θα είναι εκείνες που στα 8 λιγότερο σημαντικά τους δυαδικά ψηφία θα έχουν την τιμή 2. Επομένως τα υπόλοιπα 21 δυαδικά ψηφία παίρνουν όλες τις δυνατές τιμές. Άρα το πλήθος των μπλοκ της κύριας μνήμης που μπορούν να μεταφερθούν στο σύνολο 2 της κρυφής μνήμης είναι 2^{21} μπλοκ.

ii. Οι διευθύνσεις των μπλοκ που μπορούν να μεταφερθούν στο πλαίσιο 2 της κρυφής μνήμης είναι:

στο δυαδικό	στο δεκαεξαδικό
00000000000000000000 00000000	00000000
000000000000000000001 00000000	00000100
000000000000000000010 00000000	00000200
000000000000000000011 00000000	00000300
...	...
11111111111111111111 00000000	1FFFFFF0

Επεξεργαστής E3 (οργάνωση πλήρους συνόλου συσχέτισης)

α.

Διεύθυνση μπλοκ	διεύθυνση μέσα στο μπλοκ, δμμπ
ετικέτα	διεύθυνση μέσα στο πλαίσιο, δμπ
29 bits	5 bits

β.

Όπως υπολογίσαμε στην αρχή της άσκησης η κρυφή μνήμη έχει 2^9 πλαίσια. Επομένως, ακόμη και αν οι 4 διευθύνσεις που μας δίνονται ανήκουν σε διαφορετικά μπλοκ, μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην κρυφή μνήμη διότι στην οργάνωση πλήρους συσχέτισης με 2^9 πλαίσια μπορεί να βρίσκεται στην κρυφή μνήμη οποιοσδήποτε συνδυασμός έως 2^9 μπλοκ της κύριας μνήμης.

γ.

i. Στην οργάνωση πλήρους συσχέτισης οποιοδήποτε μπλοκ της κύριας μνήμης μπορεί να πάει σε οποιοδήποτε πλαίσιο της κρυφής μνήμης. Επομένως 2^{29} μπλοκ της κύριας μνήμης μπορούν να αποθηκευτούν στο ίδιο πλαίσιο της κρυφής μνήμης, φυσικά σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

ii.

Οι διευθύνσεις των μπλοκ που μπορούν να μεταφερθούν στο πλαίσιο 2 της κρυφής μνήμης είναι οι διευθύνσεις όλων των μπλοκ.

στο δυαδικό	στο δεκαεξαδικό
000000000000000000000000000000	00000000
0000000000000000000000000000001	00000001
0000000000000000000000000000010	00000002
0000000000000000000000000000011	00000003
...	...
11111111111111111111111111111111	1FFFFFFF

ΘΕΜΑ 5. (1 μον.)

Θεωρούμε ένα σύστημα με κύρια μνήμη 8 Γιγιολιόξεις (GBytes) με οργάνωση μιας ψηφιολέξης ανά θέση μνήμης, με λογικές διευθύνσεις των 62 δυαδικών ψηφίων και μέγεθος σελίδων των 16 Κψηφιολέξεων (Kbytes).

Να υπολογίσετε το πλήθος των δυαδικών ψηφίων που απαιτούνται όταν χρησιμοποιείται:

α. πίνακας σελίδων ενός επιπέδου.

β. αντεστραμμένος πίνακας σελίδων με 6 απεικονίσεις ένα γραμμή.

Υπενθύμιση: το πλήθος των δυαδικών ψηφίων ελέγχου είναι 7.

Απάντηση

κύρια μνήμη 8 GBytes = $2^3 \cdot 2^{30} = 2^{33}$ bytes με οργάνωση μιας ψηφιολέξης ανά θέση μνήμης, επομένως

φυσική διεύθυνση: 33 δυαδικά ψηφία

Σελίδα = 8 KBytes = $2^4 \cdot 2^{10}$ bytes = 2^{14} bytes, άρα δμΣ: 14 δυαδικά ψηφία

Λογική διεύθυνση: 62 δυαδικά ψηφία

Άρα

φδΣ: 33-14 δυαδικά ψηφία = 19 δυαδικά ψηφία

ΑΛΣ: 62 – 14 δυαδικά ψηφία = 48 δυαδικά ψηφία

α. πίνακας σελίδων ενός επιπέδου.

Πλήθος απαιτούμενων δυαδικών ψηφίων για την υλοποίηση του πίνακα σελίδων ενός επιπέδου:

$$2^{48} * (7 + 19) = 26 * 2^{48} \text{ δυαδικά ψηφία.}$$

β. αντεστραμμένος πίνακας σελίδων με 6 απεικονίσεις ένα γραμμή.

Πλήθος απαιτούμενων δυαδικών ψηφίων για την υλοποίηση του αντεστραμμένου πίνακα σελίδων:

$$2^{19} * 6 * (7 + 48 + 19) = 2^{19} * 6 * 74 = 444 * 2^{19} = 111 * 2^{21} \text{ δυαδικά ψηφία.}$$

ΘΕΜΑ 6. (2.4 μον.) Θεωρήστε επεξεργαστή μερικώς επικαλυπτόμενων λειτουργιών (pipeline) με πέντε βαθμίδες ΠΕ, ΑΕ, ΕΠ, ΠΜ και ΑΑ ο οποίος διαθέτει κοινή κρυφή μνήμη εντολών και δεδομένων με μια πόρτα ανάγνωσης/εγγραφής. Δίνεται το διπλανό τμήμα προγράμματος.

α. Να φτιάξετε το χρονικό διάγραμμα χρήσης των βαθμίδων, να σημειώσετε τις εξαρτήσεις που δημιουργούν πρόβλημα και να αναφέρετε το είδος κάθε εξάρτησης (απλά να αναφέρετε το είδος, δεν χρειάζεται αιτιολόγηση) για τις ακόλουθες δύο περιπτώσεις:

i. Δεν έχει υλοποιηθεί η τεχνική της παροχέτευσης (bypassing).

ii. Έχει υλοποιηθεί η τεχνική παροχέτευσης

Για κάθε λάθος δήλωση εξάρτησης που δημιουργεί πρόβλημα αφαιρείται μια σωστή δήλωση.

β. Χωρίς να αλλάξετε τη σειρά των εντολών να ξαναφτιάξετε το χρονικό διάγραμμα χρήσης των βαθμίδων εφαρμόζοντας μια ή περισσότερες τεχνικές ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα. Θεωρήστε ότι έχει υλοποιηθεί η τεχνική της παροχέτευσης.

Απάντηση

α.ι.

Οι κάθετες γραμμές δηλώνουν δομικές εξαρτήσεις και οι πλάγιες εξαρτήσεις είναι τύπου AME

ADD r9, r6, r8	/ r8 ← r9+r6
LOAD r7, (r8)	/ r7 ← M(r8)
ADD r3, r5, r4	/ r4 ← r3+r5
STORE r7, (r3)	/ r7 → M(r3)
SUB r7, r3, r4	/ r4 ← r7-r3
SUB r8, r4, r5	/ r5 ← r8-r4
LOAD r6, (r3)	/ r6 ← M(r3)
ADD r3, r6, r9	/ r9 ← r3+r6

Εντολή	t	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5	t+6	t+7	t+8	t+9	t+10	t+11	t+12	t+13	t+14	t+15
ADD r9, r6, r8	ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ											
LOAD r7, (r8)		ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ										
ADD r3, r5, r4			ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ									
STORE r7, (r3)				ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ								
SUB r7, r3, r4					ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ							
SUB r8, r4, r5						ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ						
LOAD r6, (r3)							ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ					
ADD r3, r6, r9								ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ				

α.ii

Εντολή	t	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5	t+6	t+7	t+8	t+9	t+10	t+11	t+12	t+13	t+14	t+15
ADD r9, r6, r8	ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ											
LOAD r7, (r8)		ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ										
ADD r3, r5, r4			ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ									
STORE r7, (r3)				ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ								
SUB r7, r3, r4					ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ							
SUB r8, r4, r5						ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ						
LOAD r6, (r3)							ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ					
ADD r3, r6, r9								ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ				

β.1 Επίλυση δομικών εξαρτήσεων με κλείδωμα βαθμίδας και εξαρτήσεων τύπου ΑΜΕ με NOP.

Εντολή	t	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5	t+6	t+7	t+8	t+9	t+10	t+11	t+12	t+13	t+14	t+15
ADD r9, r6, r8	ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ											
LOAD r7, (r8)		ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ										
ADD r3, r5, r4			ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ									
STORE r7, (r3)				ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ								
SUB r7, r3, r4					X	ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ						
SUB r8, r4, r5							X	ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ				
LOAD r6, (r3)									ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ			
NOP										ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ		
ADD r3, r6, r9											ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ	

ή εναλλακτικά (μια από τις 2 λύσεις αρκούσε)

β.2 Επίλυση δομικών εξαρτήσεων και εξαρτήσεων τύπου ΑΜΕ με κλείδωμα βαθμίδας.

Εντολή	t	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5	t+6	t+7	t+8	t+9	t+10	t+11	t+12	t+13	t+14	t+15
ADD r9, r6, r8	ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ											
LOAD r7, (r8)		ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ										
ADD r3, r5, r4			ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ									
STORE r7, (r3)				ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ								
SUB r7, r3, r4					X	ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ						
SUB r8, r4, r5							X	ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ				
LOAD r6, (r3)									ΠΕ	ΑΕ	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ			
ADD r5, r6, r9										ΠΕ	ΑΕ	ΑΕ'	ΕΠ	ΠΜ	ΑΑ	