

Условие 1

Operation	Length	Throughput	Reservation Station
ld/st	3	1	2
add/sub	1	1	2
mul/div	2	1	2
Обратная связь	+		
Развёртка	2		
Формула	$C = 3(2A + B) - 4$		

Условия Томасуло:

1. Не более одного Issue за такт.
2. Такты Issue могут быть только последовательными (1,2,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
3. При обратной связи можно использовать данные из регистра на такт Write, без – на следующий.
4. Количество одновременных начал Execute для Reservation Station одного типа завит от Throughput.
5. Reservation Station считается свободной на следующий после Write такт.
6. Начало следующего цикла идёт за последим Write последней инструкции.

Решение 1

Operation	Issue	Execute	Write	Comment
ld R1, A	1	2-4	5	
ld R2, B	2	3-5	6	
mul R1, 2	3	5-6	7	Запуск после загрузки R1
add R1, R2	4	7-7	8	Запуск после загрузки R2 и исполнения mul R1, 2
mul R1, 3	5	8-9	10	Запуск после исполнения add R1, R2
sub R1, 4	6	10-10	11	Запуск после исполнения mul R1, 3
st C, R1	7	11-13	14	Запуск после исполнения sub R1, 4
add A, 1	9	11-11	12	Ожидание освобождения RS для add, Execute такой из-за throughput
add B, 1	12	13-13	14	Ожидание освобождения RS для add
add C, 1	13	14-14	15	
cmp	–			
ld R1, A	16	17-19	20	

Условие 2

Operation	Length	Throughput	Reservation Station
ld/st	2	1	2
add/sub	1	1	2
mul/div	2	1	1
Обратная связь	+		
Развёртка	2		
Формула	$C = A + (B - 5) * 3$		

Условия Томасуло:

1. Не более одного Issue за такт.
2. Такты Issue могут быть только последовательными (1,2,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
3. При обратной связи можно использовать данные из регистра на такт Write, без – на следующий.
4. Количество одновременных начал Execute для Reservation Station одного типа завит от Throughput.
5. Reservation Station считается свободной на следующий после Write такт.
6. Начало следующего цикла идёт за последим Write последней инструкции.

Решение 2

Operation	Issue	Execute	Write	Comment
ld R2, B	1	2-3	4	
ld R1, A	2	3-4	5	
sub R2, 5	3	4-4	5	
mul R2, 3	4	5-6	7	
add R1, R2	5	7-7	8	Ждём mul R2, 3
st C, R1	6	8-9	10	Ждём add R1, R2
add A, 1	7	8-8	9	Есть свободная станция
add B, 1	9	10-10	11	Нет свободной станции, ждём освобождения add R1, R2
add C, 1	10	11-11	12	Есть свободная станция
cmp	–			
ld R2, B	13	14-15	16	

Условие 3

Operation	Length	Throughput	Reservation Station
ld/st	2	1	2
add/sub	1	1	1
mul/div	3	1	2
Обратная связь	+		
Развёртка	2		
Формула	$C = 2 * A + 7 * B$		

Условия Томасуло:

1. Не более одного Issue за такт.
2. Такты Issue могут быть только последовательными (1,2,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
3. При обратной связи можно использовать данные из регистра на такт Write, без – на следующий.
4. Количество одновременных начал Execute для Reservation Station одного типа завит от Throughput.
5. Reservation Station считается свободной на следующий после Write такт.
6. Начало следующего цикла идёт за последим Write последней инструкции.

Решение 3

Operation	Issue	Execute	Write	Comment
ld R1, A	1	2-3	4	
ld R2, B	2	3-4	5	
mul R1, 2	3	4-6	7	
mul R2, 7	4	5-7	8	
add R1, R2	5	8-8	9	
st C, R1	6	9-10	11	
add A, 1	10	11-11	12	Нет свободной станции, ждём освобождения add R1, R2
add B, 1	13	14-14	15	Нет свободной станции, ждём освобождения add A, 1
add C,1	16	17-17	18	Нет свободной станции, ждём освобождения add B, 1
cmp	–			
ld R1, A	19	20-21	22	

Условие 4

Operation	Length	Throughput	Reservation Station
ld/st	2	1	1
add/sub	1	1	1
mul/div	2	1	1
Обратная связь	+		
Развёртка	2		
Формула	$C = 7 + (A - 1) * 2 - 3 * B$		

Условия Томасуло:

1. Не более одного Issue за такт.
2. Такты Issue могут быть только последовательными (1,2,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
3. При обратной связи можно использовать данные из регистра на такт Write, без – на следующий.
4. Количество одновременных начал Execute для Reservation Station одного типа завит от Throughput.
5. Reservation Station считается свободной на следующий после Write такт.
6. Начало следующего цикла идёт за последим Write последней инструкции.

Решение 4

Operation	Issue	Execute	Write	Comment
ld R1, A	1	2-3	4	
sub R1, 1	2	4-4	5	
mul R1, 2	3	5-6	7	
ld R2, B	5	6-7	8	
add R1, 7	6	7-7	8	
mul R2, 3	8	9-10	11	Ждём свободную RS для mul
sub R1, R2	9	11-11	12	
st C, R1	10	12-13	14	
add A, 1	13	14-14	15	Ждём свободную RS для add
add B, 1	16	17-17	18	Ждём свободную RS для add
add C,1	19	20-20	21	Ждём свободную RS для add
cmp	–			
ld R1, A	22	23-24	25	

Условие 1

Operation	Length	Throughput	Reservation Station
ld/st	3	1	2
add/sub	1	1	2
mul/div	2	1	2
Plan	2		
Retain	2		
ROB	5		
Обратная связь	+		
Развёртка	2		
Формула	$C = 3(2A + B) - 4$		

Условия ССП:

1. Количество Issue за один такт ограничено Plan.
2. Такты Issue могут быть только последовательными (1,2,2,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
3. Количество Retain за один такт ограничено от Retain.
4. Такты Retain могут быть только последовательными (1,2,5,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
5. Максимальное количество неподтвержденных функций зависит от ROB.
6. Reservation Station считается свободной на следующий после Retain такт.
7. Количество одновременных начал Execute для Reservation Station одного типа завит от Throughput.
8. Обратная связь в ССП присутствует всегда, можно использовать данные из регистра на такт Write.
9. Начало следующего цикла идёт в тот же такт, что и последний Issue предыдущей итерации, если это возможно.

Решение 1

Operation	Issue	Execute	Write	Retain	Comment
ld R1, A	1	2-4	5	6	
ld R2, B	1	3-5	6	7	
mul R1, 2	2	5-6	7	8	
add R1, R2	2	7-7	8	9	
mul R1, 3	3	8-9	10	11	
sub R1, 4	7	10-10	11	12	Из-за ROB ждём высвобождения хотя бы одной RS.
st C, R1	8	11-13	14	15	Из-за ROB ждём высвобождения хотя бы одной RS.
add A, 1	10	11-11	12	15	Ждём свободную RS для add/sub
add B, 1	13	14-14	15	16	Ждём свободную RS для add/sub
add C, 1	16	17-17	18	19	Ждём свободную RS для add/sub
cmp	-				
ld R1, A	16	17-19	20	21	

Условие 2

Operation	Length	Throughput	Reservation Station
ld/st	2	1	2
add/sub	1	1	2
mul/div	2	1	1
plan	2		
retain	2		
ROB	4		
Обратная связь	+		
Развёртка	2		
Формула	$C = A + (B - 5) * 3$		

Условия ССП:

1. Количество Issue за один такт ограничено Plan.
2. Такты Issue могут быть только последовательными (1,2,2,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
3. Количество Retain за один такт ограничено от Retain.
4. Такты Retain могут быть только последовательными (1,2,5,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
5. Максимальное количество неподтвержденных функций зависит от ROB.
6. Reservation Station считается свободной на следующий после Retain такт.
7. Количество одновременных начал Execute для Reservation Station одного типа завит от Throughput.
8. Обратная связь в ССП присутствует всегда, можно использовать данные из регистра на такт Write.
9. Начало следующего цикла идёт в тот же такт, что и последний Issue предыдущей итерации, если это возможно.

Решение 2

Operation	Issue	Execute	Write	Retain	Comment
ld R2, B	1	2-3	4	5	
ld R1, A	1	3-4	5	6	
sub R2, 5	2	4-4	5	6	
mul R2, 3	2	5-6	7	8	
add R1, R2	6	7-7	8	9	
st C, R1	7	8-9	10	11	
add A, 1	7	8-8	9	11	Из-за условия № 4, Retain 11, а не 10.
add B, 1	10	11-11	12	13	Ждём свободную RS.
add C, 1	12	13-13	14	15	Ждём свободную RS.
cmp	-				
ld R2, B	12	13-14	15	16	

Условие 3

Operation	Length	Throughput	Reservation Station
ld/st	2	1	3
add/sub	1	1	3
mul/div	2	1	3
plan	2		
retain	2		
ROB	3		
Обратная связь	+		
Развёртка	2		
Формула	$C = A - (B - 3) * 7$		

Условия ССП:

1. Количество Issue за один такт ограничено Plan.
2. Такты Issue могут быть только последовательными (1,2,2,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
3. Количество Retain за один такт ограничено от Retain.
4. Такты Retain могут быть только последовательными (1,2,5,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
5. Максимальное количество неподтвержденных функций зависит от ROB.
6. Reservation Station считается свободной на следующий после Retain такт.
7. Количество одновременных начал Execute для Reservation Station одного типа завит от Throughput.
8. Обратная связь в ССП присутствует всегда, можно использовать данные из регистра на такт Write.
9. Начало следующего цикла идёт в тот же такт, что и последний Issue предыдущей итерации, если это возможно.

Решение 3

Operation	Issue	Execute	Write	Retain	Comment
ld R2, B	1	2-3	4	5	
ld R1, A	1	3-4	5	6	
sub R2, 3	2	4-4	5	6	
mul R2, 7	6	7-8	9	10	Из-за ROB ждём высвобождения хотя бы одной RS.
sub R1, R2	7	9-9	10	11	Из-за ROB ждём высвобождения хотя бы одной RS.
st C, R1	7	10-11	12	13	Из-за ROB ждём высвобождения хотя бы одной RS.
add A, 1	11	12-12	13	14	Из-за ROB ждём высвобождения хотя бы одной RS.
add B, 1	12	13-13	14	15	Из-за ROB ждём высвобождения хотя бы одной RS.
add C, 1	15	16-16	17	18	Из-за ROB ждём высвобождения хотя бы одной RS.
cmp	—				
ld R2, B	15	16-17	18	19	

Условие 4

Operation	Length	Throughput	Reservation Station
ld/st	2	1	2
add/sub	1	1	∞
mul/div	3	1	1
plan	2		
retain	3		
ROB	4		
Обратная связь	+		
Развёртка	2		
Формула	$C = (A + 2 + B) * 4$		

Условия ССП:

1. Количество Issue за один такт ограничено Plan.
2. Такты Issue могут быть только последовательными (1,2,2,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
3. Количество Retain за один такт ограничено от Retain.
4. Такты Retain могут быть только последовательными (1,2,5,6,10), не (1,3,2,4,5,6,1,2)
5. Максимальное количество неподтвержденных функций зависит от ROB.
6. Reservation Station считается свободной на следующий после Retain такт.
7. Количество одновременных начал Execute для Reservation Station одного типа завит от Throughput.
8. Обратная связь в ССП присутствует всегда, можно использовать данные из регистра на такт Write.
9. Начало следующего цикла идёт в тот же такт, что и последний Issue предыдущей итерации, если это возможно.

Решение 4

Operation	Issue	Execute	Write	Retain	Comment
ld R1, A	1	2-3	4	5	
ld R2, B	1	3-4	5	6	
add R1, 2	2	4-4	5	6	
add R1, R2	2	5-5	6	7	
mul R1, 4	6	7-9	10	11	
st C, R1	7	10-11	12	13	
add A, 1	7	8-8	9	13	
add B, 1	8	9-9	10	13	
add C, 1	12	13-13	14	15	
cmp	-				
ld R2, B	14	15-16	17	18	