

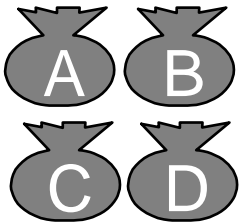
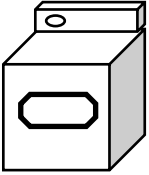
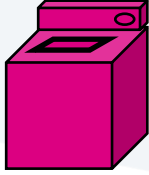
بنيان الحواسيب

محاضرة 7

أنبوبة المعالجة Pipelining

د. فادي متوج

مثال على أنبوبة المعالجة Pipelining



• مثال الغسيل: لدينا ثلاث مراحل :

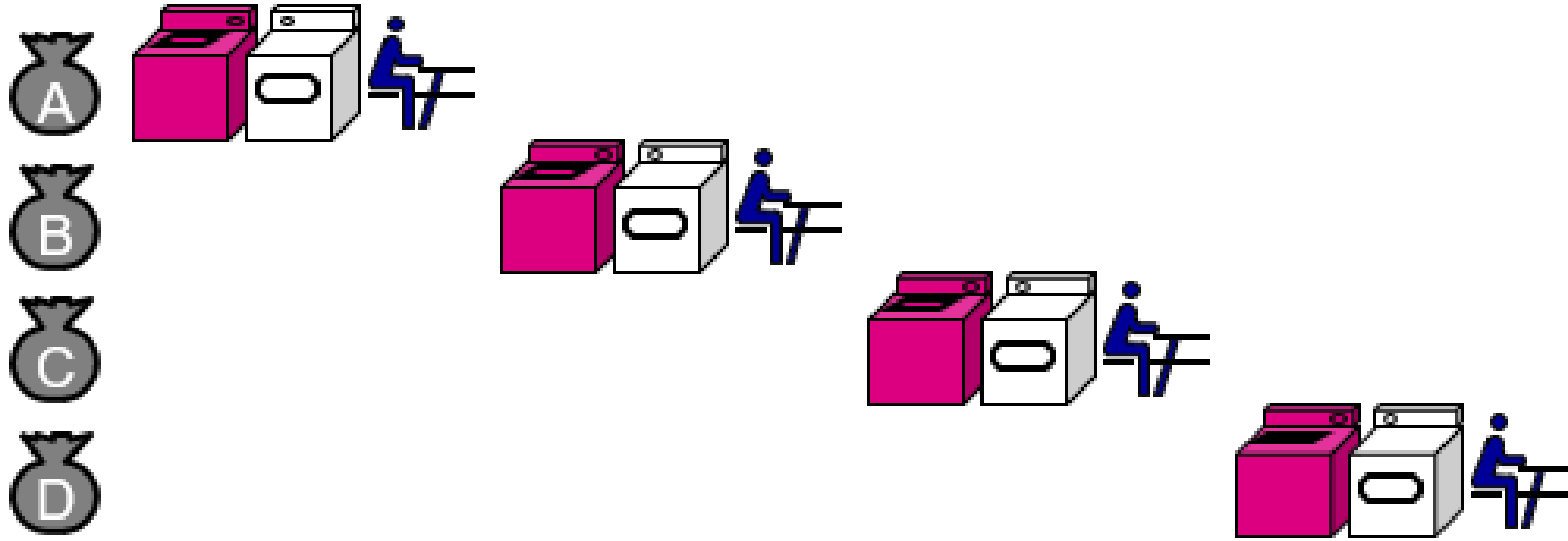
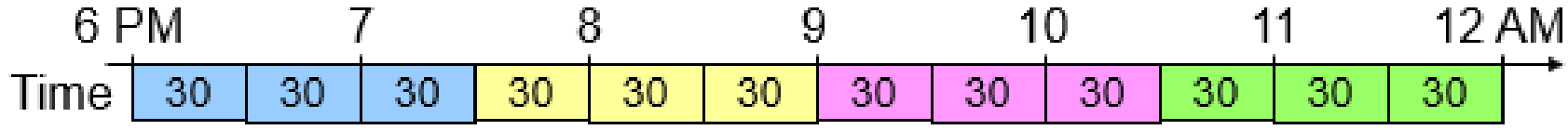
■ غسل الملابس المتسخة

■ تجفيف الملابس المبللة

■ طي الملابس ووضعها في الأدراج

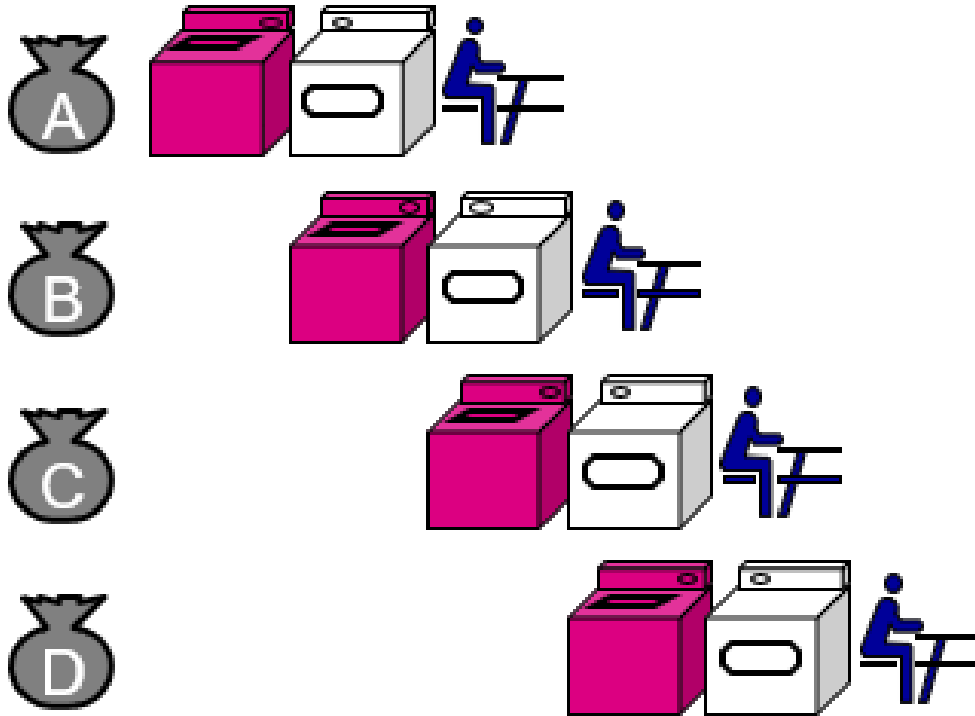
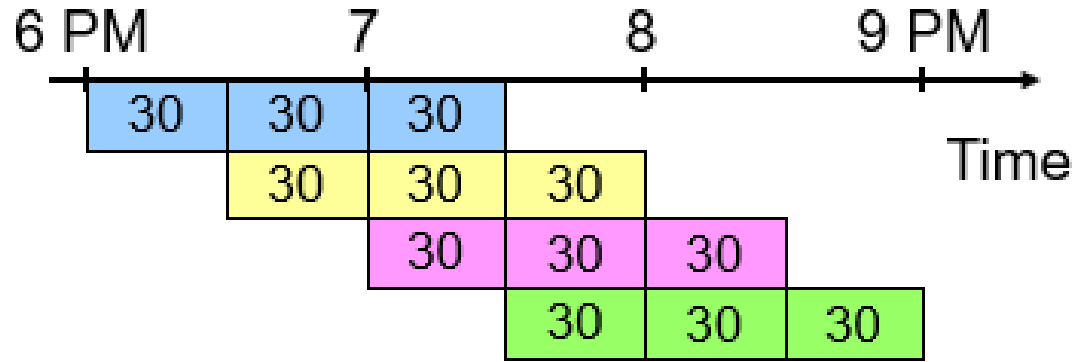
• تستغرق كل مرحلة 30 دقيقة حتى تكتمل

• لدينا أربع دفعات من الملابس لغسلها وتجفيفها وكويها



- يستغرق الغسيل المتتابع 6 ساعات لـ 4 دفعات غسيل
- يمكننا استخدام أنبوبة المعالجة (Pipelining) لتسريع عملية الغسيل

إنجاز المهمة باستخدام أنبوبة المعالجة (Pipelining)



- يستغرق الغسيل باستخدام أنبوبة المعالجة 3 ساعات لـ 4 دفعات غسيل
- عامل التسريع هو 2 لكل 4 دفعات
- لا يزال وقت الغسيل والتجفيف والكوي لدفعة واحدة كما هو (90 دقيقة)

مقارنة التنفيذ التسلسلي مع التنفيذ بوجود أنبوبة المعالجة

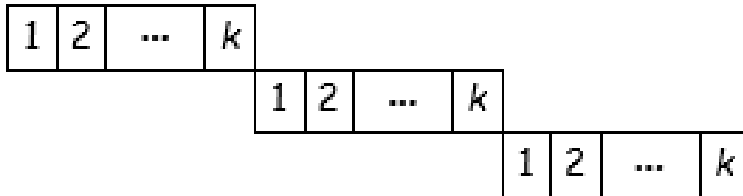
• بفرض لدينا مهمة يمكن تقسيمها إلى k مهمة فرعية

❖ يتم تنفيذ k مهمة فرعية في k مرحلة مختلفة

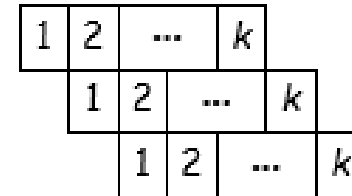
❖ تتطلب كل مهمة فرعية وحدة زمنية واحدة

❖ إجمالي زمن تنفيذ المهمة هو k وحدة زمنية

• أنبوبة المعالجة تعني بدء مهمة جديدة قبل الانتهاء من السابقة



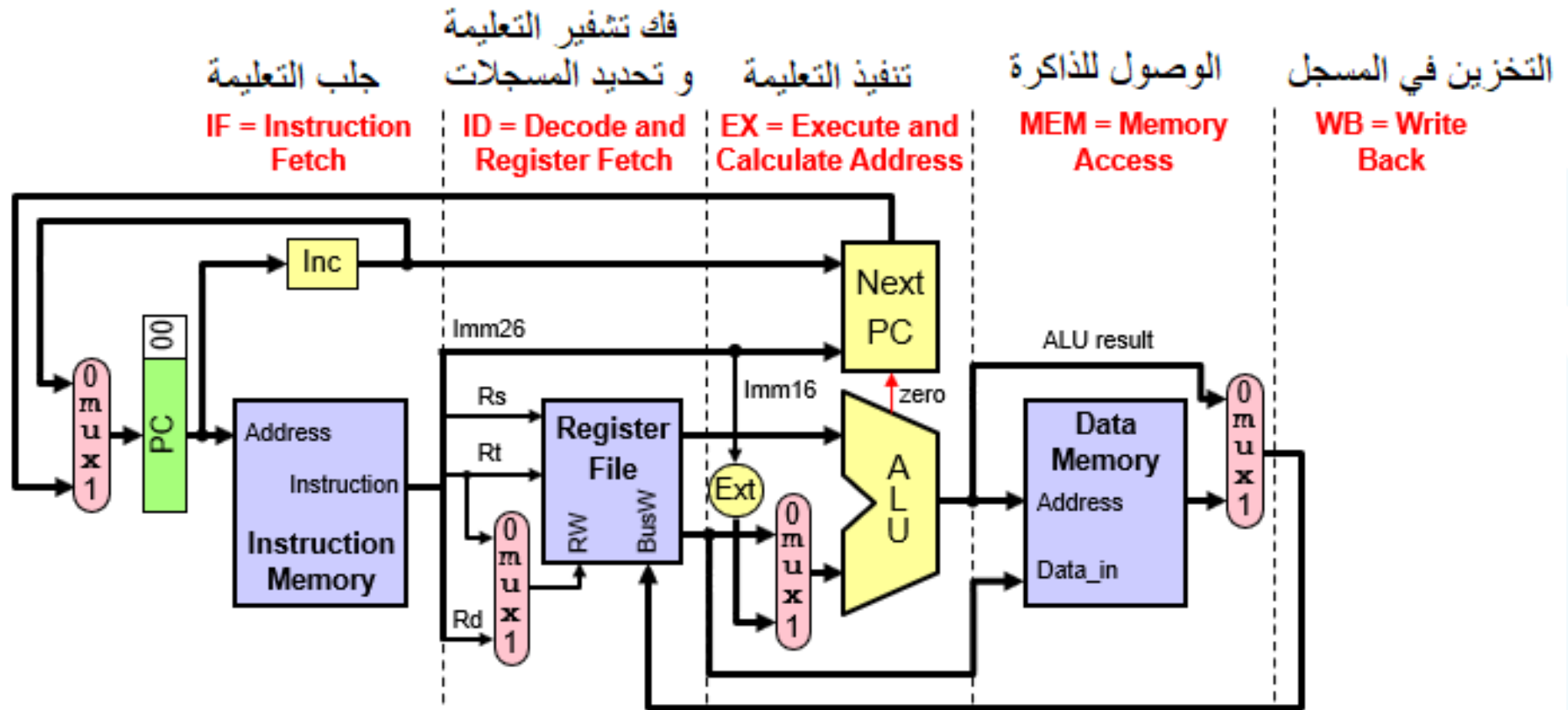
Without Pipelining

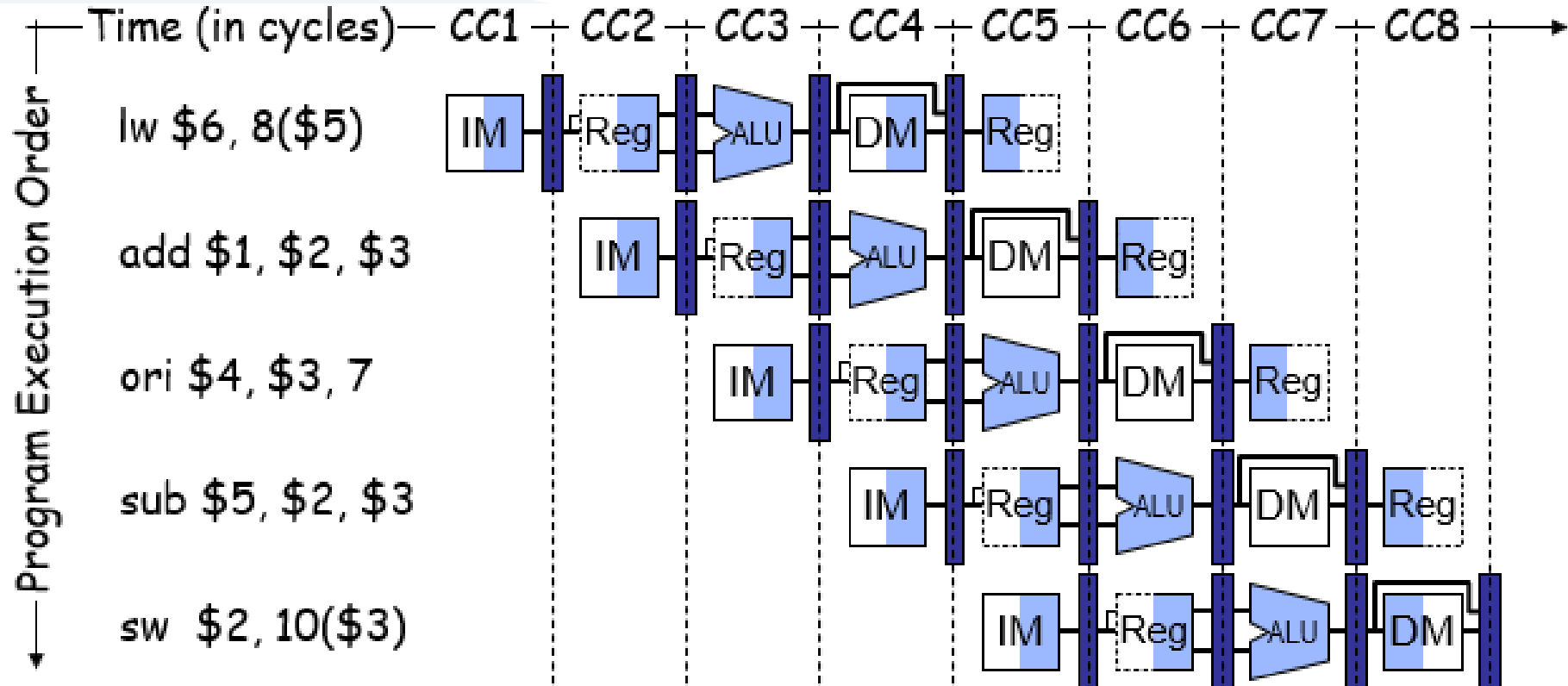


With Pipelining

مراحل تنفيذ التعليمة

- يمر تنفيذ اي تعليمة بالمراحل التالية و الموضحة على الشكل :

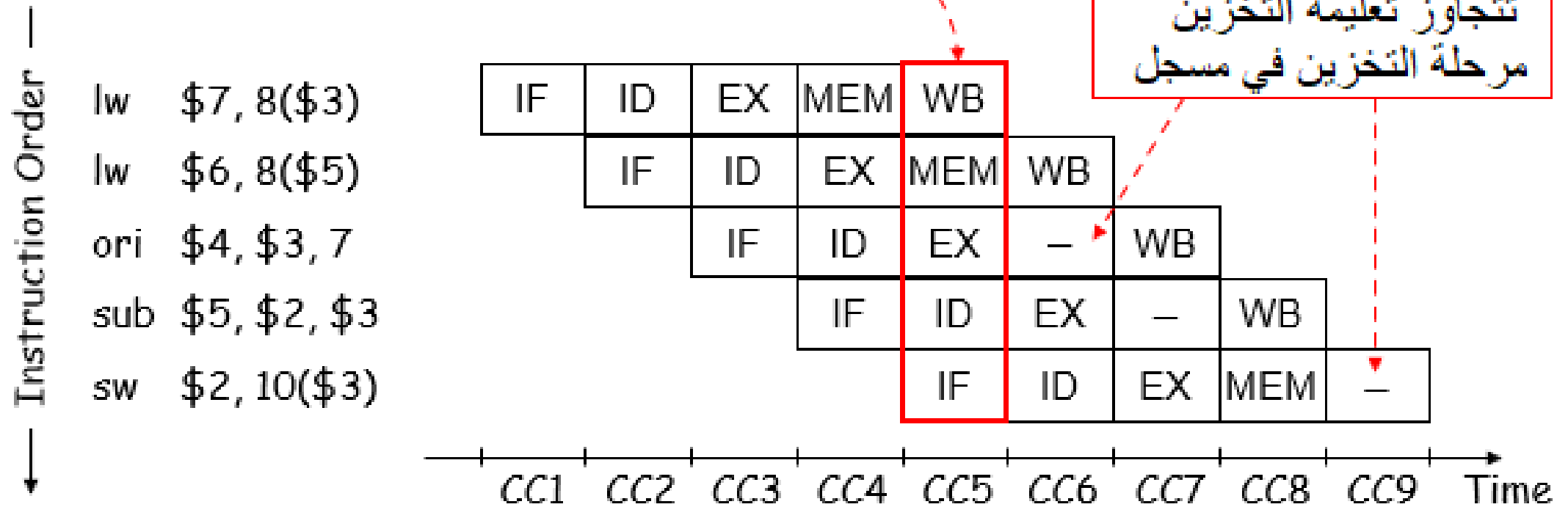




تمثيل أنبوبة المعالجة

يمكن حتى لـ 5 تعليمات أن تكون قيد التنفيذ خلال دور ساعة وحيد

التعليمات الحسابية تتجاوز مرحلة الوصول للذاكرة. تتجاوز تعليمة التخزين مرحلة التخزين في مسجل



بفرض نريد تنفيذ تعليمة من 5 مراحل حيث زمن كل مرحلة يعطى كما يلي:

Instruction fetch = ALU operation = Data memory access = 200 ps

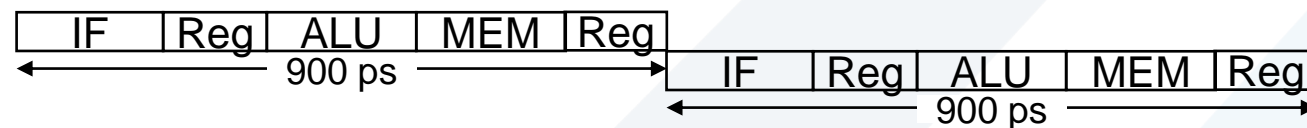
Register read = register write = 150 ps

1- ما هو زمن نبضة الساعة بدون أنبوبة المعالجة؟

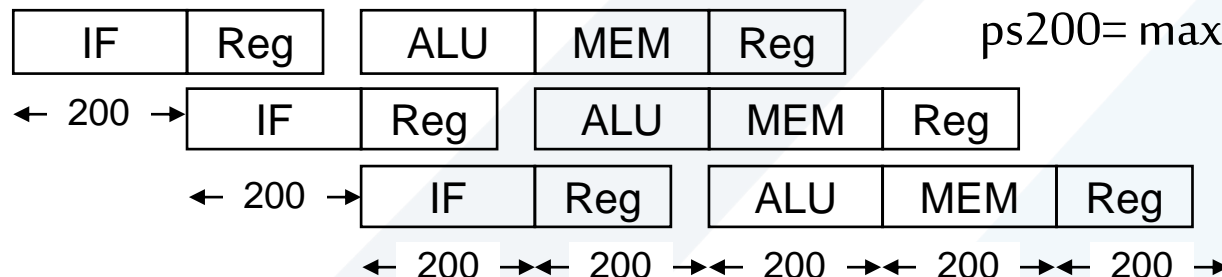
2- ما زمن دور الساعة مع أنبوبة المعالجة؟

الحل:

1- زمن نبضة الساعة بدون أنبوبة المعالجة = $ps\ 900 = 150 + 200 + 200 + 150 + 200$



2- زمن دور الساعة مع أنبوبة المعالجة: $ps\ 200 = \max(200, 150)$



خلاصة حول أنبوبة المعالجة

- لا تحسن أنبوبة المعالجة زمن تنفيذ التعليمات الواحدة
- تحسن أنبوبة المعالجة من إنجازية العمل بأكمله
 - ❖ يتم بدء التعليمات وإكمالها بمعدل أعلى
- في أنبوبة معالجة بـ k مرحلة، تعمل k تعليمات على التوازي
 - ❖ يتم التنفيذ المتداخل باستخدام موارد هاردوير متعددة
 - ❖ الأزمنة غير المتساوية لمراحل أنبوبة المعالجة تقلل من السرعة

مخاطر أنبوب المعالجة

Pipeline Hazards

- المخاطر: المواقف التي قد تؤدي إلى تنفيذ غير صحيح

1- المخاطر الهيكلية Structural hazards

- ناتجة عن التنافس على الموارد المتوفرة

- استخدام نفس الدارة من قبل تعليمتين خلال نفس دور الساعة

2- مخاطر البيانات Data hazards

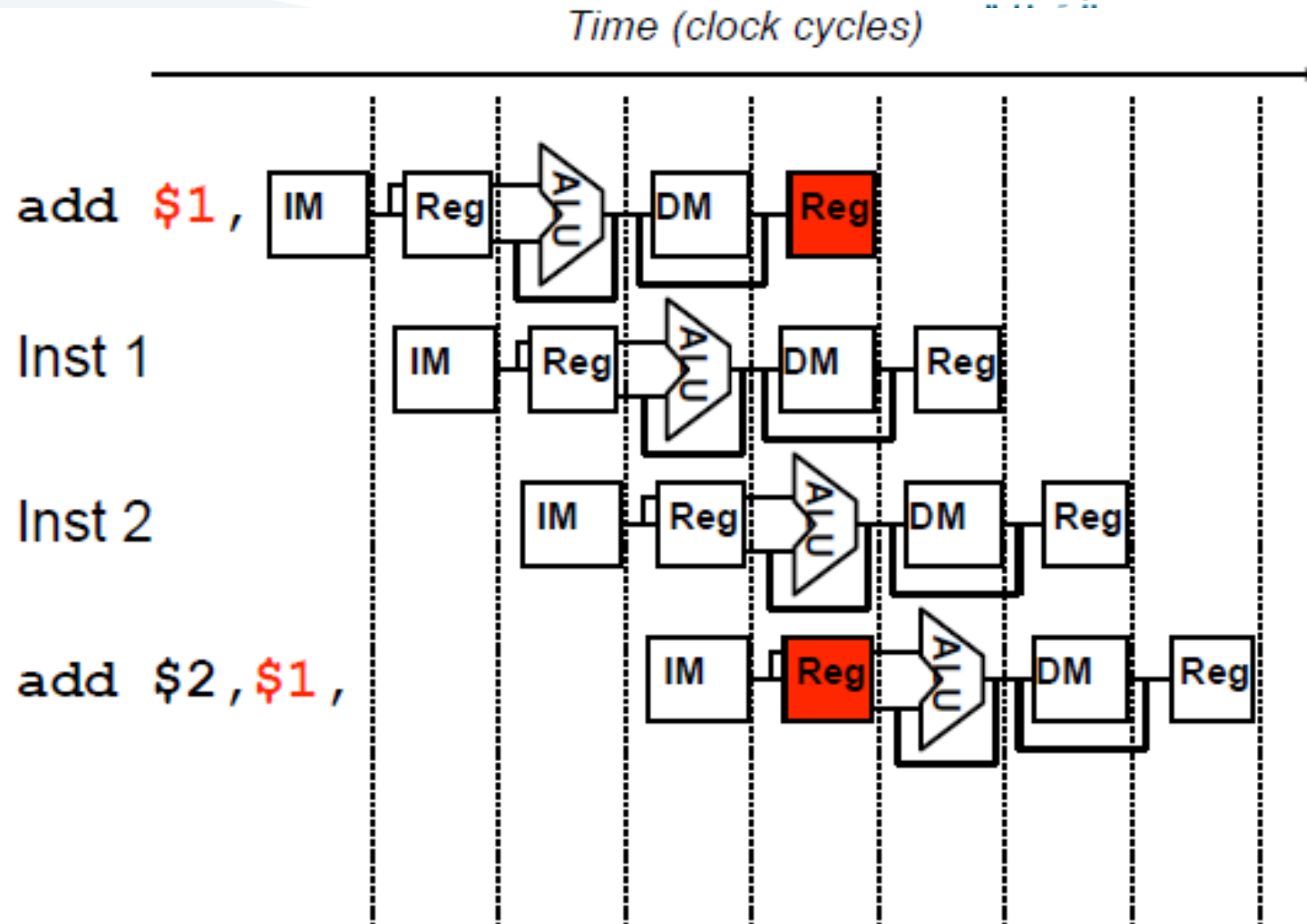
- قد تحصل عندما تحسب إحدى التعليمات نتيجة تحتاجها تعليمة تالية

3- مخاطر التحكم Control hazards

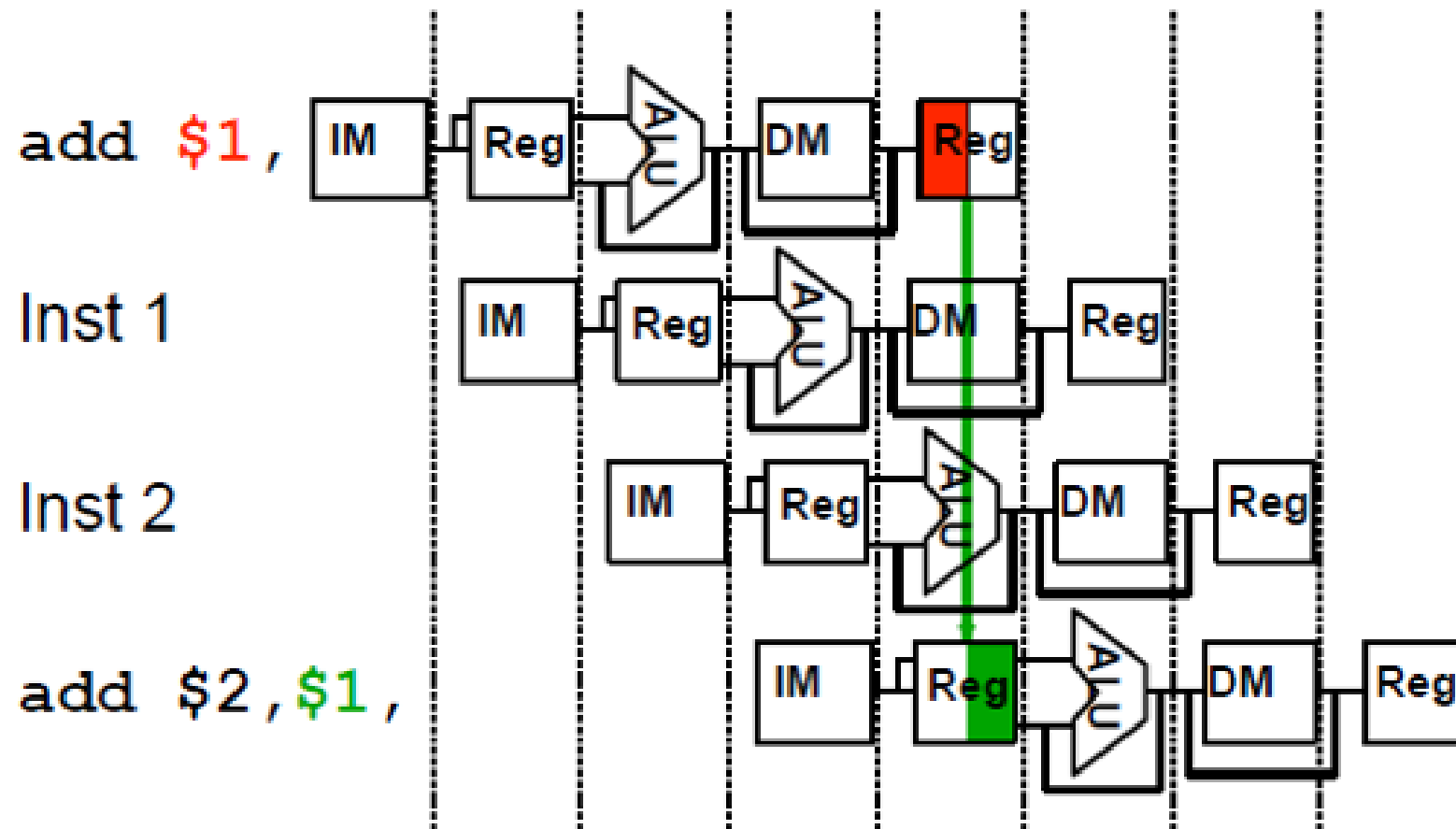
- ناتجة عن التعليمات التي تغير تدفق التحكم (تعليمات التفرع / القفز)

- ناتجة عن التأخير في تغيير تدفق التحكم بتنفيذ البرنامج

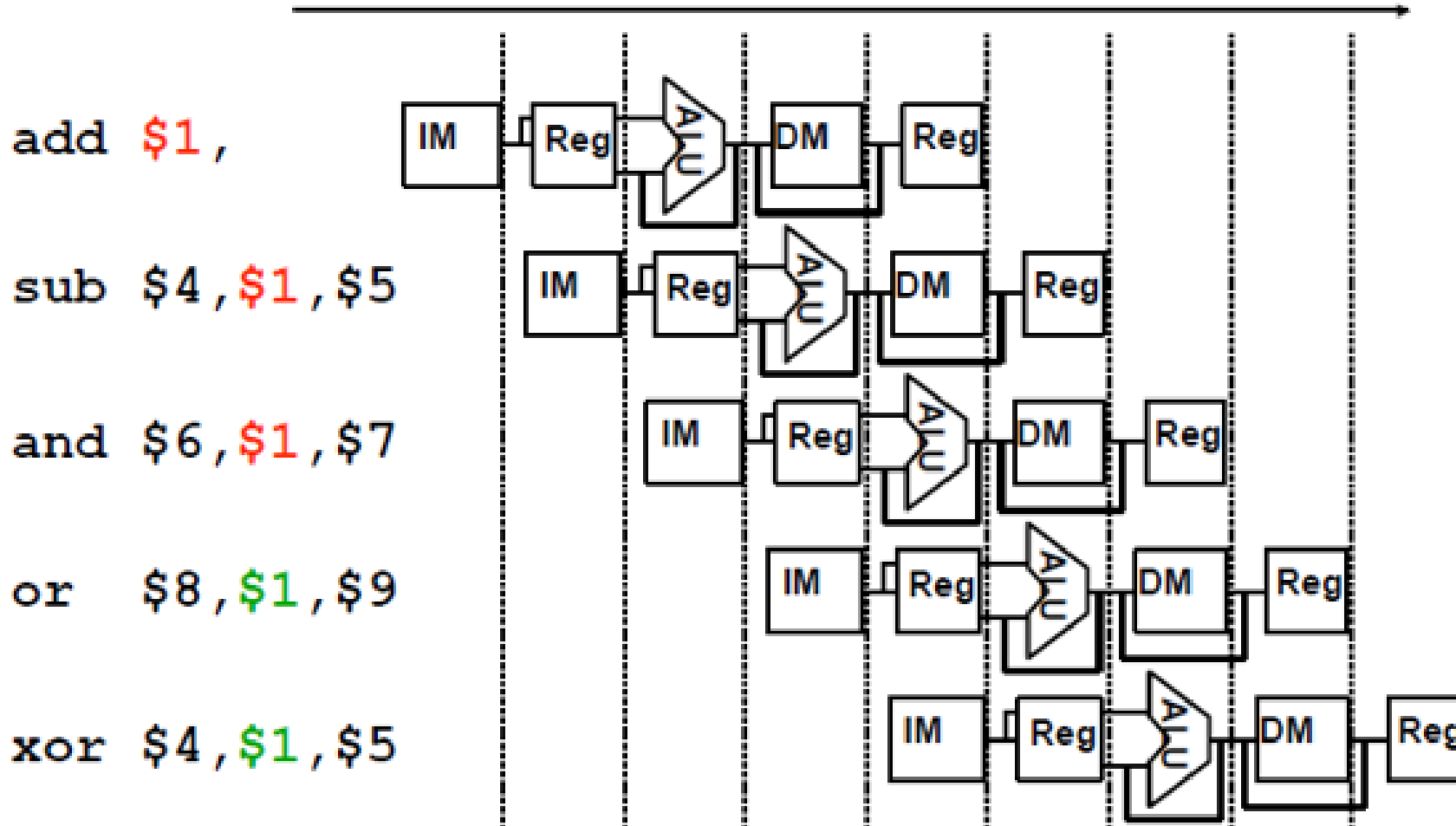
- تؤدي المخاطر إلى تعقيد التحكم في أنبوبة المعالجة وتحد من الأداء



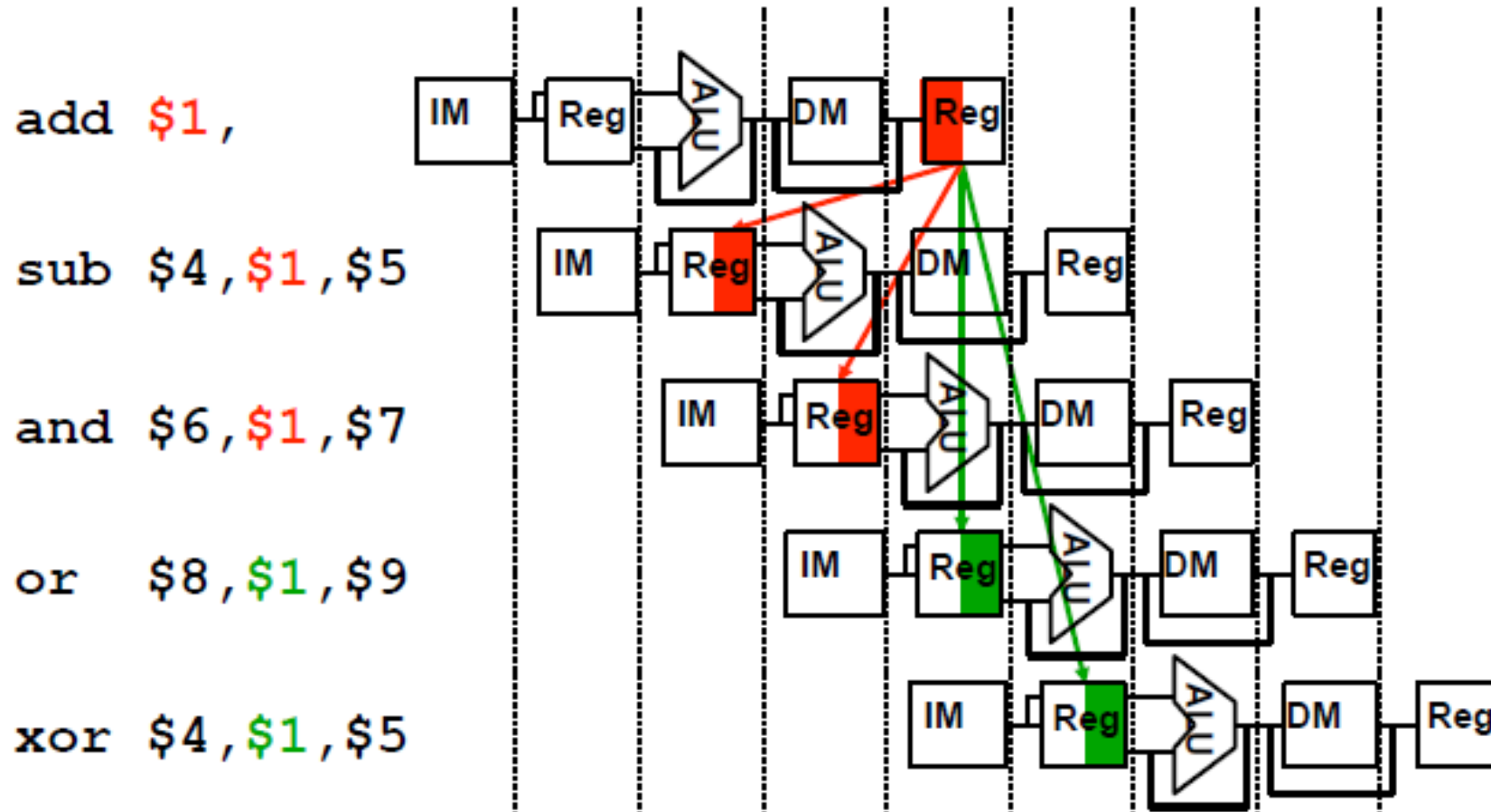
يوضح الشكل مثال عن مخاطر الوصول إلى
ملف المسجلات



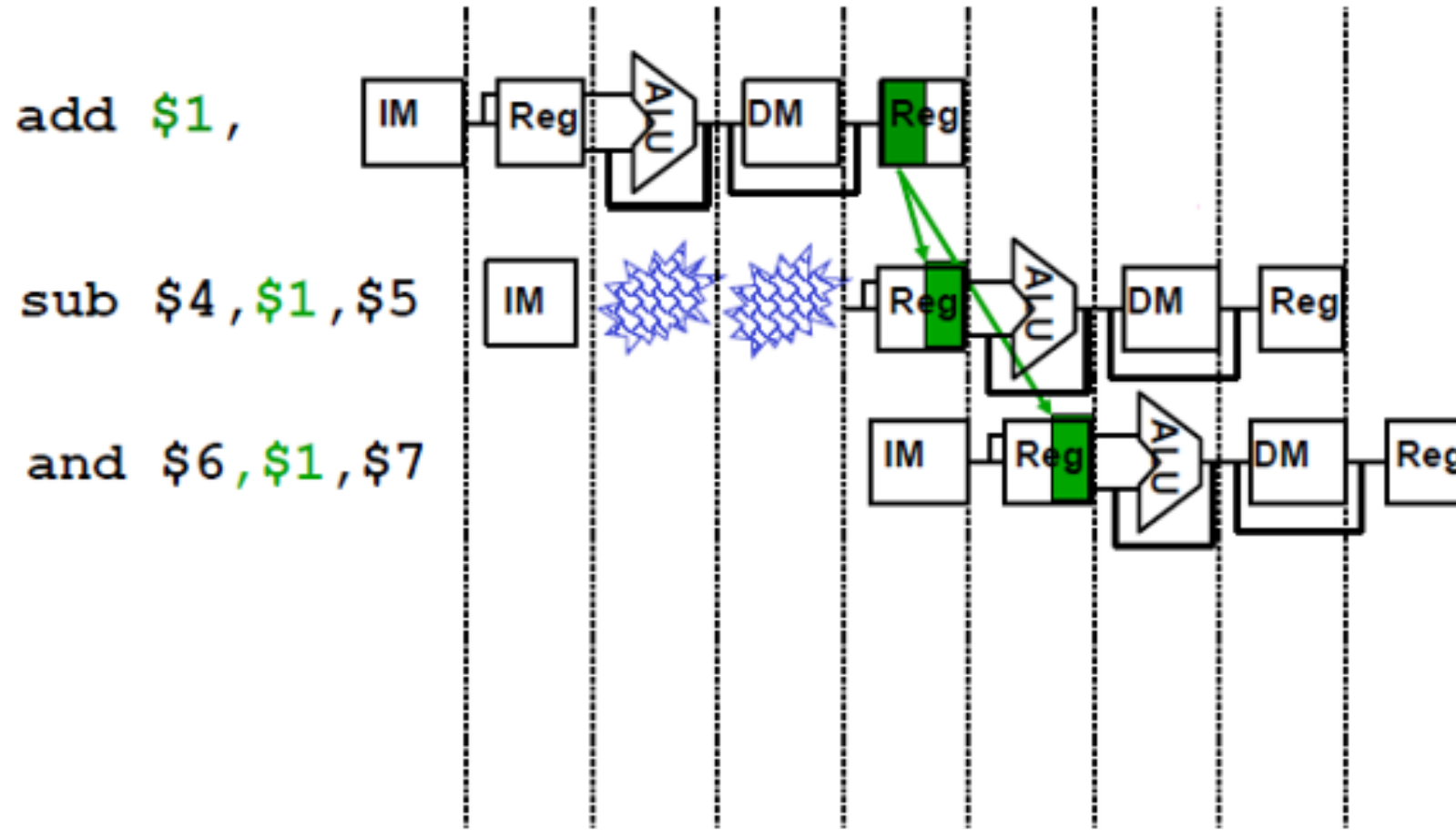
يتم حل مخاطر الوصول لملف المسجلات من خلال قراءة المسجل في النصف الثاني من الدور و الكتابة فيه في النصف الأول



نحتاج لقراءة قيمة مسجل قبل أن تتم
كتابة النتيجة فيه كما يوضح الشكل

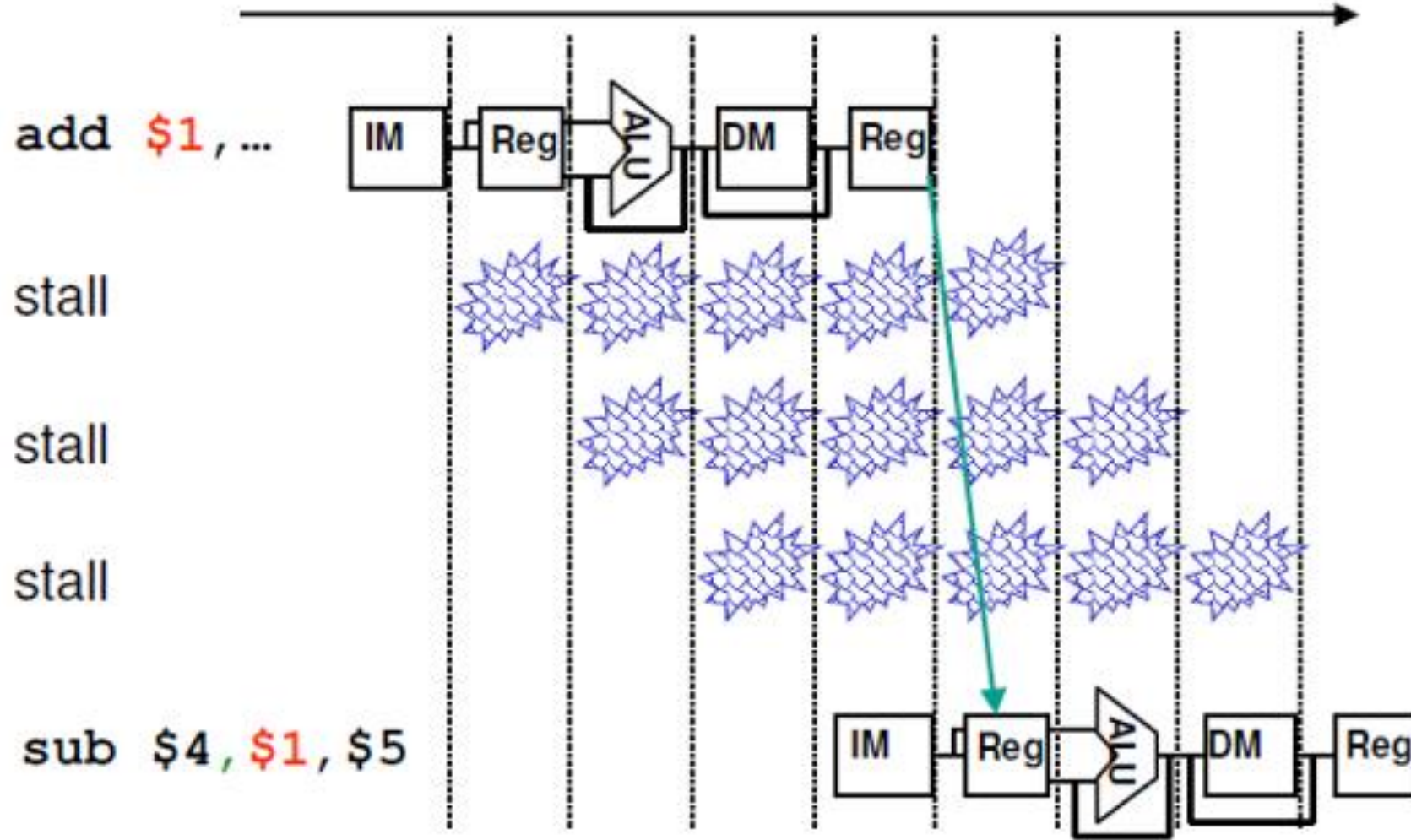


نحتاج لقراءة قيمة مسجل قبل أن تتم
كتابة النتيجة فيه كما يوضح الشكل

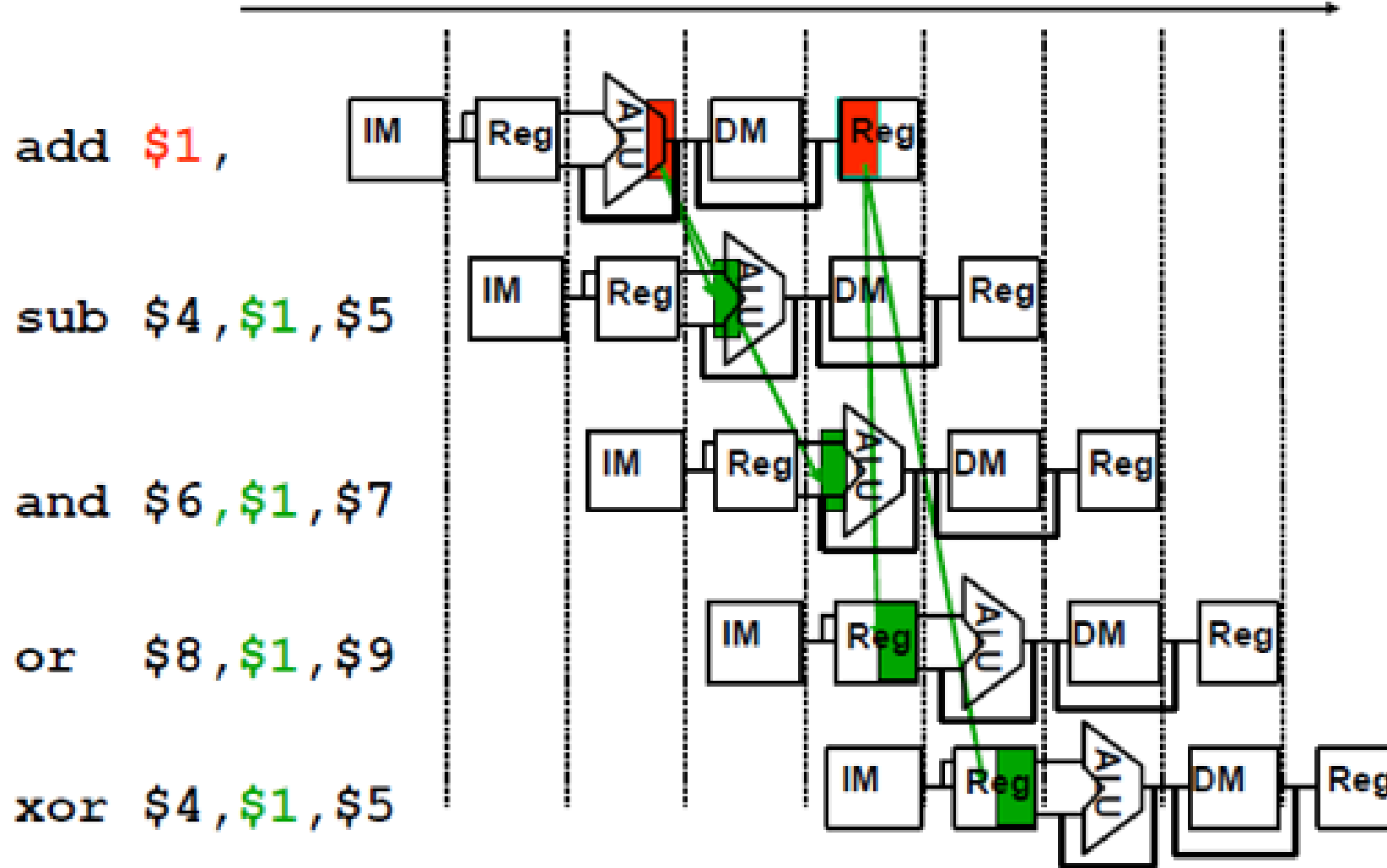


يتم حل مخاطر البيانات من خلال
إدخال فترات انتظار (stalls)

مخاطر البيانات Data hazards



يتم حل مخاطر البيانات من خلال
إدخال فترات انتظار (stalls)



يمكن حل مخاطر البيانات بطريقة أخرى من خلال تقديم النتائج حالما تكون جاهزة في وحدة الحساب و المنطق إلى المكان الذي يحتاجها