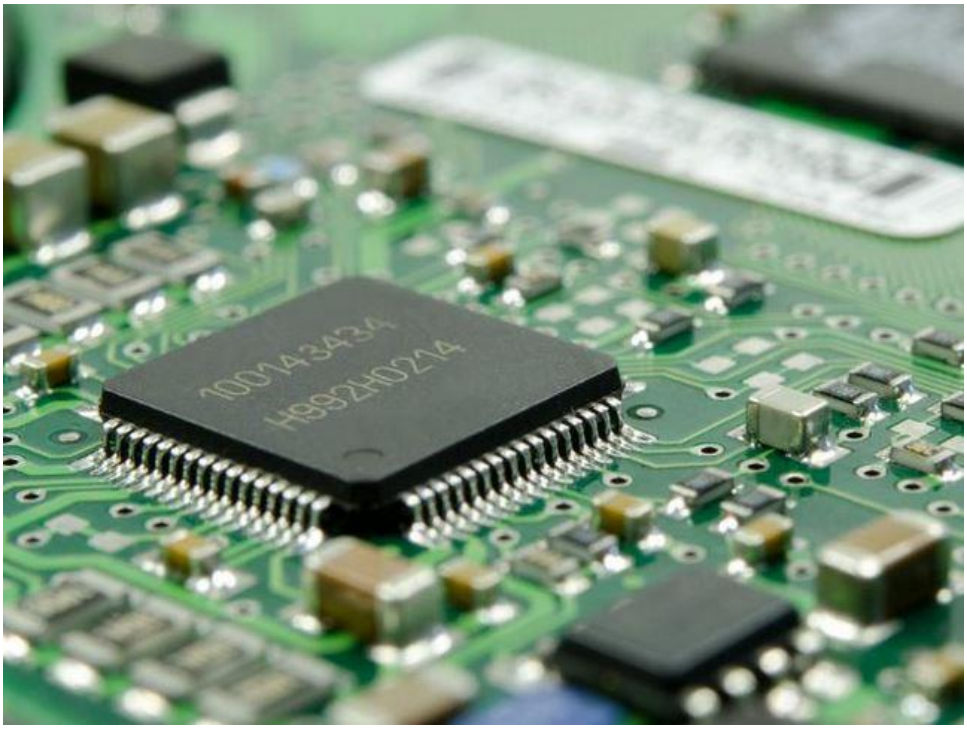
جامعة الحمدانية
كلية التربية

Lecture 18

Computer Architecture



Prepared by:

Firas Abdulrahman Yosif

Translation Lookaside Buffer

(TLB)

TLB holds essentially the same information as part of the page table. In general, a TLB holds entries only for the most recently accessed pages and only valid pages, that is pages that have an image in main memory (exact copies of the data).

For a paging system, whenever the CPU generates an effective address, the CPU sends it to the TLB, which produces the page frame no., if it holds an entry for the page. If the TLB has no entry, the hardware consults the page table in main memory by using the page no. as an offset into the page table.

يحتفظ TLB بشكل أساسي بنفس المعلومات كجزء من جدول الصفحات. وبشكل عام ، يحتفظ TLB بإدخالات فقط للصفحات التي تم الوصول إليها مؤخرًا والصفحات الصالحة فقط ، أي الصفحات التي تحتوي على صورة في الذاكرة الرئيسية (نسخة طبق الأصل من البيانات).

بالنسبة لنظام التصفح paging system ، كلما قامت وحدة المعالجة المركزية بإنشاء عنوان افتراضي ، ترسله وحدة المعالجة المركزية إلى TLB ، والتي تنتج رقم إطار الصفحة، إذا كان يحتوي على إدخال للصفحة. وإذا لم يكن لدى TLB أي إدخال ، فإن الـ hardware يرجع الى جدول الصفحات في الذاكرة الرئيسية باستخدام رقم الصفحة كإزاحة وانتقال في جدول الصفحات.

الـ TLBهو جدول يستخدم في نظام (الذاكرة) الافتراضية حيث يسجل رقم صفحة العنوان الفيزيائي مرتبطا مع رقم صفحة العنوان الافتراضي، وهو يمثل ذاكرة تخزين مؤقت تستخدم لتقليل الوقت المستغرق للوصول إلى موقع ذاكرة المستخدم. إنه جزء من وحدة إدارة الذاكرة الخاصة بالشريحة MMUيقوم TLB بتخزين الترجمات الأخيرة للعناوين من الذاكرة الافتراضية إلى الذاكرة الفيزيائية .

TLB has two features:

1. ان الـ V=1 (validity) اي الصلاحية وتعني ان الـ page موجودة في الذاكرة الرئيسية.
2. حماية محتويات الصفحة من اي تغييرمفاجيء.

ولتقليل عدد مرات رجوع المعالج الى الـ main memory يكون بأستخدام الـ TLB .

وهذا الجزء الـ page table عبارة عن مداخل جدول الصفحة المقابلة لأكثر الصفحات دخولاً مؤخراً.

وقد وجد أن البحث في TLB هو أسرع من البحث في جدول الصفحة بشكل مباشر.

Benefit of TLB :

1. اختصار الوقت وتسريع النظام العام للحاسبة.
2. محاولة تقليل الرجوع الى الـ main memory .

The page table that is stored inside the main memory includes a set of entries (fields) called entries whose number is the number of the page in the program, as each entry gives specifications for the page it refers to, and these specifications are:

الـ page table الذي يكون مخزون داخل الـ main memory يتضمن مجموعة من المداخل (الحقول) تسمى entries يكون عددها بعدد الـ pages الموجودة في البرنامج حيث ان كل entry يعطي مواصفات للصفحة التي يدل عليها, ومن هذه المواصفات هي:

Specifications for entry of the page are:

1- V (valid): الصلاحية

تستخدم فيما اذا كانت الـ page المطلوبة موجودة حاليا في الـ main memory ام لا.

فأذا كانت (V=1) هذا يعني ان هذه الصفحة او الـ PAGE موجودة حاليا في الـ main memory واما اذا كانت (V=0) وهذا يعني ان هذه الصفحة او الـ PAGE غير موجودة في الـ main memory ولكنها لاتزال موجودة في الذاكرة الثانوية.

2- D (Dirty)

وتستخدم لمعرفة اذا كان حدث اي تغير على محتويات الصفحة (page) ام لا التي تحتوي هذا الحقل (entry), فأذا كان (D=1) هذا يدل على وجود تغير في الصفحة لذلك يقوم النظام عادة بنسخ هذه الصفحة الى الذاكرة الثانوية . اما اذا كان (D=0) يدل على ان محتويات الصفحة لم تتغير.

3- Protection

وتستخدم لحماية الصفحة او محتويات الصفحة ويتكون من 2 bit وتتضمن هذه الحماية حماية صفحة الايعازات من اي تغير (كتابة) وكما يلي:

(00) تدل على السماح للوصول الى صفحة الايعازات.

(01) تدل على السماح للوصول للـ PAGE والقراءة منها.

(10) تدل على السماح للوصول للـ PAGE والقراءة والكتابة فيها.

(11) لاتدل على شيء. والجدول ادناه يمثل انواع حماية محتويات الصفحة مع التفاصيل:

Protection		Meaning
0	0	The page is for instruction only
0	1	The page is for read only
1	0	The page is for read & write
1	1	Nothing

Fig.(1) Table represent types of page protection

4- Page Frame No.

Hold the no. of the page determined by this entry in the main memory.

وتحتوي على رقم بداية الـ page المحددة بواسطة هذا الحقل في الـذاكرة الرئيسية .

والجدول ادناه يمثل الـ TLB والحقول التي يحتويها:

PAGE no.	V(Valid)	D(Dirty)	Protection	Frame no.
1	1	0		
1	1	1		
1	1	1		
0	0	0		

Fig. (2)(**Translation Lookaside Buffer**) **TLB**

Q1) Explain how can CPU require page from main memory when V=0 ?

عندما يطلب الـ CPU الـ Page من الـ main memory والـ V=0 يعني الـ page غير موجودة في الـ main memory هذه تسمى page fault ولمعالجة هذا الـ fault يأخذ الـ CPU الـ page من الـ secondary ويضعها في الـ main memory اذا كان هناك page frame فارغ واذا لم يجد page frame فارغ يلغي احد الـ page حسب خوارزمية الغاء الـ page (algorithm of page Replacement) ثم يدخل الى الـ main memory ويضع الـ page ويعمل تحديث (update) على الـ page table ويعمل نسخة منه الى الـ TLB .

- **Page Thrashing:**

هي مشكلة تحدث في تقنية الـ paging وهي عملية تحويل ونقل الـ page بأستمرار بين الـ main memory والـ secondary memory وتنتج هذه المشكلة بسبب الـ (Replacement algorithm) المستخدمة في الـ paging كانت غير كفوءة ونتيجة لذلك الـCPU سوف ينشغل في نقل الـ page بين الـ main memory والـ secondary memory بدلا من الانشغال في تنفيذ البرنامج.

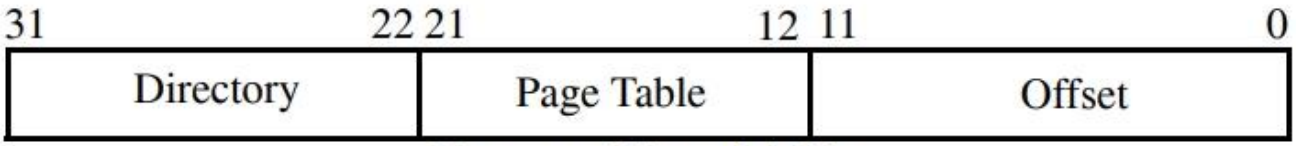
Q2) Explain what's CPU functions in virtual memory?

1. يقوم المعالج بتوليد الـ virtual address وارساله الى وحدة إدارة الذاكرة (memory management unit) .
2. تقوم الـ management memory unit بأيجاد الـ page table entry ثم يطلب الـ entry من الـ TLB .
3. اذا كانت (V=1) أي ان الحالة Hit عندئذ تقوم الـ management memory unit بأنشاء الـ physical address ثم بعد ذلك ترسل الـ main memory المحتويات لذلك الموقع الى الـ CPU .

4. اذا كانت (V=0) أي ان الحالة Miss يعني ان الـ page غير موجودة عندئذ تقوم الـ unit management memory بأعطاء إشارة قطع تسمى الـ page fault ثم بعد ذلك يقوم الـ CPU بنقل الـ page المطلوبة الى الـ main memory ووضعها بدل الـ page المرشحة للاستبدال ثم يقوم الـ CPU بتحديث الـ page table تبعا لذلك.

The virtual address is divide into three parts:

- **Directory:** Each page directory addresses a 4MB section of main mem.
- **Page Table:** Each page table entry addresses a 4KB section of main mem.
- **Offset:** Specifies the byte in the page.



Linear or Virtual Address

A Translation Look-aside Buffer (TLB) is used to cache page directory and page table entries to reduce the number of memory references. Plus the data cache is used to hold recently accessed memory blocks. System performance would be extremely bad without these features.

يتم استخدام مخزن البحث الجانبي للترجمة (TLB) لتخزين دليل الصفحات وإدخالات جدول الصفحة لتقليل عدد الرجوع الى الذاكرة. بالإضافة إلى أن ذاكرة التخزين المؤقت للبيانات الـ cache تستخدم لحفظ بيانات الذاكرة التي تم الوصول إليها مؤخرًا وسيكون أداء النظام سيئًا للغاية بدون هذه الميزات.

المخطط ادناه يمثل تصميم لنظام الـ paging حيث يوضح عملية تحويل الـ virtual address الى physical address بوجود الـ TLB .

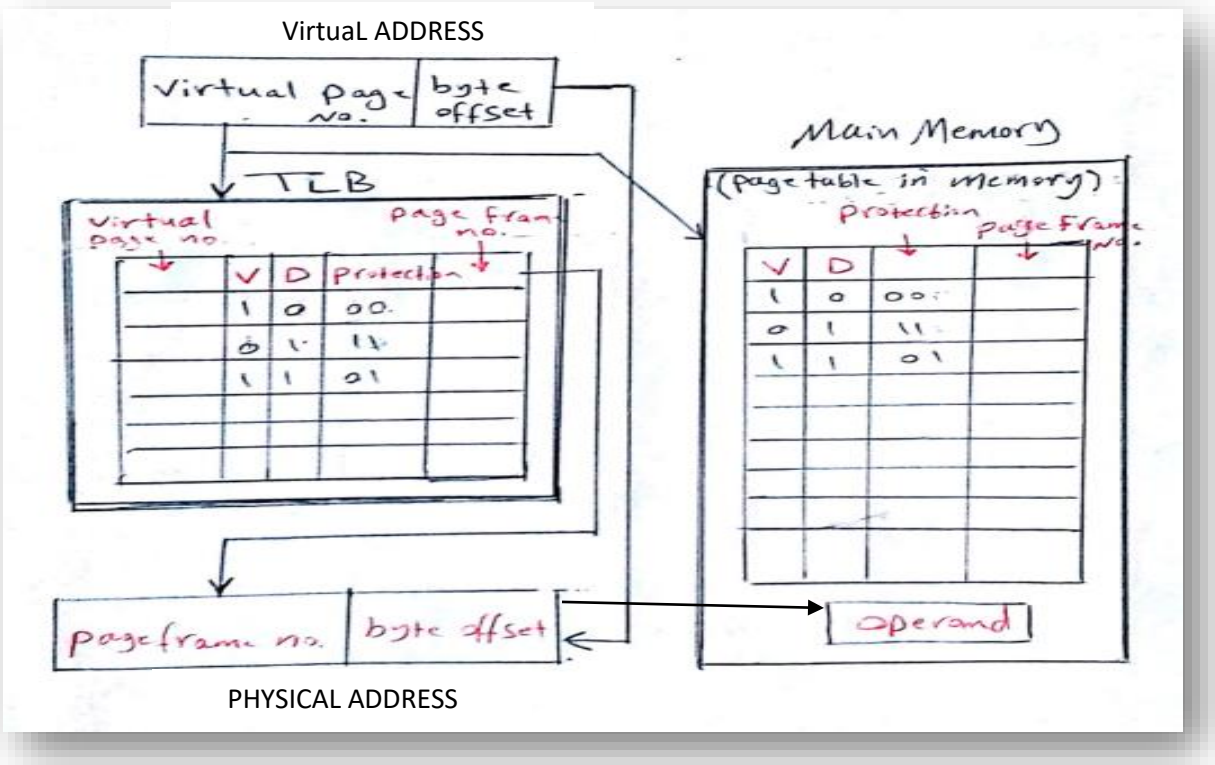


Fig.(3) Convert Virtual add. to Physical add. in paging system

Q2) Explain in details how can TLB to speed up the system?

Answer)

If the TLB is not there, the CPU reference to the main memory will be twice. Once for searching the page entry inside the page table in main memory, and second to access the data inside the page in main memory after creating the physical address. While by existence of TLB the CPU will reference the main memory once to access the data there when the demanded entry is existing in TLB.

ان لم يكن TLB موجودًا ، فستكون رجوع وحدة المعالجة المركزية إلى الذاكرة الرئيسية مرتين. مرة واحدة للبحث في إدخال الصفحة داخل جدول الصفحة في الذاكرة الرئيسية ، وثانيًا للوصول إلى البيانات داخل الصفحة في الذاكرة الرئيسية بعد إنشاء العنوان الفعلي. بينما أثناء وجود الـ TLB ، ستشير وحدة المعالجة المركزية إلى الذاكرة الرئيسية مرة واحدة للوصول إلى البيانات هناك عندما يكون الإدخال المطلوب موجودًا في الـ TLB.

<u>Page replacement policies:</u>

عندما يطلب الـ CPU صفحة معينة من الـذاكرة الافتراضية ويراد تحميلها الى الـ main memory والذاكرة الرئيسية ممتلئة عند ذلك تستخدم replacement algorithm خوارزميات الالغاء لكي نلغي الـ page من الـ page frame في الذاكرة الرئيسية ونضع محلها الـ page القادم من الذاكرة الثانوية وحسب خوارزمية الالغاء , وهي على نوعين:

Types of Page replacement policies:

1. **FIFO:** The oldest page is on the main memory, we delete it and replace it with the new page from the hard disk.

اقدم page من ناحية التحميل على الـ main memory نقوم بالغائها ويحل محلها الـ page الجديد القادم من الـ hard disk.

2. **LRU:** The fewest references page goes out.

اقدم page من ناحية الاستخدام يتم الغائها من الـ main memory ويحل محلها page جديد قادم من الـ hard disk .