CHAPTER 13

I/O Systems

(40 Questions)

01: What is ***I/O Management***? What is its features?

02: What is ***Device Drivers***?

03: What are the ***categories of devices*** that most fit into?

04: What are the ***common concepts*** that signals from I/O devices interface with computer?

05: ***Using Bus Controller*** is not simple. So, it is often implemented by different ways?

06: What ***Devices*** usually have?

07: ***Devices have addresses***, used by?

08: What does ***Memory-mapped I/O*** do?

09: How many ***registers*** that ***I/O port usually consists of***?

10: Describe the ***coordinating*** between ***Host through a port*** with ***controller by handshaking***?

11: How many ***instruction cycles*** that can happen for Polling?

12: What is ***Interrupt Request Line***?

13: What is ***Interrupt Handler***?

14: How to implement Interrupt vector to dispatch interrupt to correct handler?

15: The ***Interrupt Mechanism also used for***?

16: When does ***Page Fault/System Call*** execute?

17: When ***Multi-CPU systems*** can process interrupts concurrently?

18: When to use ***Direct Memory Access***? What requires?

19: What is the ***function of Bypasses CPU***?

20: What do we call ***the pair of wires that Handshaking performed*** between DMA and Device controller?

21: Explain "***OS writes DMA command block into memory***"?

22: What do ***Block devices*** include?

23: What are ***Blocking, Nonblocking, and Asynchronous I/O***? With their features?

24: How many services related to I/O that could be provided by Kernel?

25: What are the features of ***Scheduling I/O***?

26: What is ***Buffering I/O***? What is its features?

27: What is ***double Buffering***?

28: What is ***Caching I/O***? What is its features?

29: What is ***Spooling I/O***? What is its features?

30: What is ***Device reservation I/O***? What is its features?

31: What is ***Error Handling I/O***? What is its features?

32: What is ***I/O Protection***? What is its features?

33: What does ***Kernel*** do?

34: What is ***Stream***?

35: What does a ***Stream*** consist of?

36: Each ***module*** contains?

37: What is ***Message passing*** used to?

38: When will ***Stream*** be ***synchronous*** and ***asynchronous***?

39: What is the ***major factors of I/O*** in system performance?

40: What are the principles that can be employed to improve the efficiency of I/O?

End of Questions (Chapter 13).

Chapter 13

I/O Systems

1: **ادارة المدخلات والمخرجات (I/O management):** هو العنصر الاساسي في تشغيل وتصميم نظام التشغيل. ومن أبرز ميزاته:

a) جانب مهم (important aspect) في تشغيل الكمبيوتر.
b) أجهزة I/O تختلف اختلافا كبيرا.
c) لهم طرق متنوعة للتحكم بهم.
d) ادارة الاداء.
e) انواع جديدة من الاجهزة المعتادة (frequent).

2: **برامج تشغيل الأجهزة تغلف (encapsulate)** تفاصيل الجهاز. فهو يقدم واجهة اجهزة وصول موحدة إلى نظام I/O الفرعي.

3: **الكمبيوترات تشغل انواع هائلة من الاجهزة. ومعظمها تكون مناسبة للفئات العامة من:**

a) أجهزة التخزين (الاقراص / الأشرطة).
b) أجهزة النقل (Transmission devices) (شبكات الاتصال / البلوتوث).
c) أجهزة الواجهة البشرية (Human-interface devices) (الشاشة / لوحة المفاتيح / الفأرة / المدخلات والمخرجات الصوتية).
d) أجهزة أخرى.

4: **هناك مفاهيم شائعة، مثل الاشارات من واجهة أجهزة I/O مع الكمبيوتر:**

- **Port:** هو نقطة اتصال للجهاز.
- **Bus:** هو سلسة ديزي (daisy chain) أو الوصول المباشر المشترك.
- **Controller (host adapter):** هي إلكترونيات التي تشغل port, bus, and device.

5: **هناك طرق مختلفة في استخدام Bus Controller فمثلا:**

- بعض المرات تكون مدمجة.
- وبعض المرات تفصل لوحة الدوائر (host adapter).
- يحتوي على المعالج و microcode والذاكرة الخاصة و bus controller الخ.

6: الأجهزة عادة لها تسجيلات حيث تضح برنامج اجهزة التشغيل (device driver) الأوامر والعناوين والبيانات للكتابة او قراءة
البيانات من التسجيلات بعد تنفيذ الأمر.

7: **الأجهزة لها عناوين، مستخدمة بواسطة:**

- تعليمات I/O المباشرة.
- Memory-mapped I/O.

8: **I/O Memory-mapped تقوم بعمل:**
- بيانات الجهاز وتسجيلات الأوامر تكون mapped لمعالج مساحة العنوان.
- متخصص لمساحات العنوانين الكبيرة (graphics).

9: **منفذ I/O عادة يتألف من أربع تسجيلات:**
1- **Data-in register:** تكون مقروءة بواسطة الـ host للحصول على input.
2- **Data-out register:** تكون مكتوبة بواسطة الـ host لارسال output.
3- **Status register:** يحتوي على bits الذي بإمكانه القراءة بواسطة host.
4- **Control register:** بإمكانه ان تكون مكتوبة بواسطة host.

10: **Host** يقوم بقراءة output من خلال منفذ، وذلك بالتنسيق مع المتحكم بواسطة handshaking كالآتي:
1) Host بشكل مستمر يقوم بقراءة الـ bit حتى يصبح ذلك الـ bit فارغ.
2) Host يعين كتابة البت في تسجيل الأمر ويقوم بكتابة البايت في تسجيل data-out.
3) Host يقوم بتعيين command-ready bit.
4) عندما يلاحظ المتحكم بأن command-ready bit تم تعيينه، فإنه يقوم بتعيين busy bit.
5) المتحكم يقرأ تسجيل الأمر وينظر في أمر الكتابة. ويقرأ تسجيل data-out للحصول على بايت ويفعل I/O إلى الجهاز.
6) المتحكم يقوم بتطهير command-ready bit وتطهير أخطاء البت في status register ليظهر نجاح جهاز I/O، وتطهير busy bit ليظهر الانتهاء من العملية.

11: **Polling** يمكن ان يحدث في ثلاث دورات تعليم: حالات القراءة / منطقية واستخراج حالة البت / يتفرع اذا لم يكن هناك 0.

12: **Interrupt-request line** الناجمة (triggered) عن جهاز I/O، وتكون مفحوصة بواسطة المعالج بعد كل تعليمه من التعليمات.

13: **Interrupt handler** يستقبل المتقاطعات، ويستخدم الـ maskable لتجاهل أو تأجيل بعض التقاطعات.

14: **ناقل المقاطعة (Interrupt vector)** يقوم بإرسال المقاطعة إلى correct handler:
a) Context switch في البداية والنهاية.
b) مبني على الاولوية.
c) بعضها nonmaskable.
d) تسلسل المقاطعة (Interrupt chaining) لو كان اكثر من جهاز في نفس رقم المقاطعة.

15: **آلية المقاطعة (Interrupt mechanism)** تستخدم ايضا للاستثناءات، عند انتهاء العملية وعند تعطل النظام بسبب اخطاء في
الجهاز.

16: **تنفذ الـ page fault** عند حدوث خطأ في الوصول إلى الذاكرة.

17: **أنظمة CPU المتعددة** تستطيع معالجة المقاطعات في نفس الوقت. لو نظام التشغيل صمم للتعامل معه.

18: **الوصول المباشر إلى الذاكرة (Direct Memory Access)** يستخدم ليتجنب programmed I/O لحركة البيانات الكبيرة.
ويتطلب DMA controller.

19: **Bypasses CPU** يقوم بنقل البيانات بشكل مباشر بين جهاز I/O والذاكرة.

20: **Handshaking بين DMA Controller و جهاز الـ controller** يتم تنفيذه عبر زوج من الاسلاك ويسمى بـ DMA-request و DMA-knowledge.

21: **نظام التشغيل يقوم بكتابة DMA command block في الذاكرة:**

- عناوين الغاية والمصدر (Source and destination).
- صيغة (mode) القراءة والكتابة.
- احصاء البايتات.
- كتابة موقع command block إلى DMA controller.
- Bus mastering of DMA controller يقوم بانتزاع (bus (grabs من CPU.
- عند اكتماله، يعمل interrupts لإشارة الاكتمال.

22: **Block devices تشمل محركات الاقراص:**

- الأوامر تشمل القراءة والكتابة والسعي (seek).
- Raw I/O, Direct I/O, or file-system access.
- امكانية الوصول إلى ملفات memory-mapped.
(File mapped للذاكرة الافتراضية والـ clusters تحضر عن طريق demand paging).
- DMA.

23: **Blocking:** يعالج الحالات المشتبه فيها () حى يكتمل I/O:

- سهل الاستخدام والفهم.
- غير كافي لبعض الاحتياجات.

Nonblocking: يسترجع I/O call اذا اتيح له ذلك:

- واجهة المستخدم، ونسخ البيانات (buffered I/O).
- تنفذ عبر multi-threading.
- الاسترجاع بشكل سريع مع احصاء بايتات القراءة والكتابة.
- Select () لايجاد البيانات الجاهزة وبعد ذلك read () or write () للنقل.

Asynchronous: يعالج المجريات (process runs) والـ I/O في طور التنفيذ.

- صعب الاستخدام.
- اشارات نظام I/O الفرعي يقوم بالمعالجة عند اكتمال I/O.

24: **النواة (Kernels)** يقوم بتوفير الكثير من الخدمات المتعلقة بـ I/O مثل:
(Scheduling / Buffering / Caching / Spooling / Device Reservation / and Error Handling).

25: **الجدولة (Scheduling):** هي مجموعة من طلبات I/O والتي تعني تحديد الأمر المناسب حيث يمكن تنفيذها. ومن خصائصها:

- بعض طلبات I/O تطلب عن طريق per-device queue.
- بعض أنظمة التشغيل تكون منصفة.

26: **Buffering I/O:** يقوم بتخزين البيانات مؤقتا في الذاكرة عند التنقل بين الاجهزة. ومن خصائصه:

- النسخ مع سرعة الجهاز الغير متطابقة (mismatch).
- النسخ مع نقل الجهاز غير متطابق الاحجام.
- صيانة دلالات النسخ (copy semantics).
- مضاعفة الـ buffering وتعني عمل نسختين من البيانات.

27: **Double Buffering** وهي مضاعفة نسخ البيانات:

- النواة والمستخدم.
- الأحجام المتفاوتة.
- Full يتم معالجتها، Not full يتم استخدامها.
- النسخ على الكتابة يمكن استخدامها لتحقيق الكفاءة في بعض الحالات.

28: **Caching I/O:** هي منطقة الذاكرة السريعة التي تحمل نسخا من البيانات لاستعمالها في ما بعد. ومن خصائصها:

- مجرد نسخة.
- مفتاح للاداء.
- بعض المرات ترتبط مع الـ buffering.

29: **Spooling I/O:** هو buffer يقوم بمسك المخرجات من الجهاز. ومن خصائصه:

- لو كان الجهاز يخدم فقط طلب واحد في الوقت الواحد.
- الطباعة.

30: **Device reservation:** يقوم بتوفير الوصول الحصري إلى الجهاز. ومن خصائصه:

- يستدعى النظام للتخصيص والعام الغير مخصص (allocation and de-allocation).
- يحترص من الجمود (deadlock).

31: **Error handling:** هو نظام التشغيل الذي يستخدم الذاكرة المحمية التي يمكنها الحراسة ضد العديد من أنواع الاخطاء سواءا في الجهاز أو في التطبيقات. ومن خصائصه:

- اعادة محاولة القراءة والكتابة على سبيل المثال.
- بعض الأنظمة متقدمة جدا (متابعة الاخطاء باستمرار، ايقاف استخدام الجهاز مع زيادة الاستمرارية في اعادة محاولة التمكن من الاخطاء.
- معظم ارقام أو اكواد الخطأ تعود عند فشل طلب I/O.
- تسجيلات اخطاء النظام تمسك تقارير المشكلة.

32. **I/O Protection:** ترتبط الاخطاء ارتباطا وثيقا مع مسألة الحماية. فعمليات المستخدم من الممكن أن تعطل عمليات I/O العادية من خلال الاوامر الغير شرعية وهذا ممكن أن يتم بطريقة متعمدة أو غير متعمدة. ومن خصائصه:
   - جميع تعليمات I/O تكون معرفة لغرض التمييز (privileged).
   - I/O يجب ان يكون اداءها عبر استدعاءات النظام. مواقع Memory-mapped وذاكرة منفذ I/O يجب ان تكون محمية أيضا.

33. **من ابرز خصائص النواة (Kernel):**
   1) يحافظ على حالة المعلومات لمكونات I/O، والتي تشمل: جداول الملفات المفتوحة واتصالات الشبكة وحالة الجهاز الشخصية.
   2) العديد والعديد من هياكل البيانات المعقدة لتتبع الـ buffer وتخصيص الذاكرة و"dirty" block.
   3) البعض يستخدم طرق object-oriented و message passing لتنفيذ I/O. مثل نظام الويندوز.

34. **STREAM:** هو قناة اتصال ثنائية الاتجاه (a full-duplex comm. Channel) بين عملية على مستوى المستخدم والجهاز في نظام اليونكس وخارجها.

35. **يتألف الـ STREAM من:**
   a) واجهات STREAM head مع عملية المستخدم.
   b) واجهات نهاية المحرك مع الجهاز.
   c) صفر أو أكثر من STREAM modules فيما بينهم.

36. كل module يحتوي على صف قراءة وصف كتابة.

37. **Message passing** يستخدم للاتصال بين الصفوف (queues). وخيار الـ Flow control لاظهار المتوفر والمشغول.

38. **STREAM تكون متلازمة وغير متلازمة:**
   - متزامنة (Synchronous): عند اتصال عملية المستخدم مع STREAM head.
   - غير متزامنة (Asynchronous): عندما تكون داخلية (internally).

39. **I/O هو عامل رئيسي في اداء النظام:**
   1) يستدعي CPU لتنفيذ برامج تشغيل الجهاز، ونواة كود I/O.
   2) مفاتيح السياق (Context switches) بسبب المقاطعات (due to interrupts).
   3) نسخ البيانات.
   4) مرور الشبكة خاصة المجهدة (Network traffic especially stressful).

40: **نستطيع توظيف العديد من المسؤوليات لتطوير كفاءة I/O:**

- تقليل عدد مفايتح السياق (context switches).
- تقليل نسخ الملفات.
- تقليل المقاطعات باستخدام التناقلات الكبيرة والتحكمات الذكية وpolling.
- استخدام اجهزة الهاردوير الذكية.
- موازنة CPU والذاكرة وbus واداء I/O لأعلى انتاجية.
- استخدام DMA.

END of chapter 13