الاسبوع الخامس والعشرون

مباديء المكونات المادية لأجهزة الإدخال والإخراج

(Principles of Input/Output hardware)

إحدى الوظائف الأساسية لنظام التشغيل التحكم بجميع أجهزة الإدخال والإخراج (I/O) في الحاسب. تختلف النظرة إلى المكونات المادية لأجهزة الإدخال/الإخراج باختلاف الأشخاص الذين ينظرون إليها , فالمهندسون الالكترونيون يرونها كمجموعة من الشرائح والأسلاك ومزودات الطاقة والمحركات وغيرها من المكونات الفيزيائية التي تكون المكونات المادية . أما المبرمجون , فإنهم يرونها على أنها الواجهة المتاحة للبرمجيات , وتتألف من الأوامر التي تقبلها المكونات المادية , والوظائف التي يستطيع القيام بها والأخطاء التي قد يعلن عنها .

- **أجهزة الإدخال/الإخراج (I/O Devices) :**

يمكن تقسيم أجهزة الإدخال/الإخراج بشكل بسيط إلى فئتين , أجهزة الكتلة (Block Devices) وأجهزة الحروف (Character Devices) .

أجهزة الكتلة -: عبارة عن جهاز يخزن المعلومات ضمن كتل ثابتة الحجم , لكل واحدة منها عنوان خاص بها . تتراوح أحجام الكتل الشائعة بين (512 بايتا و 32,768 بايتا) . الميزة الأساسية لجهاز الكتلة هي إمكانية قراءة أو كتابة كل كتلة بشكل مستقل عن جميع الكتل الأخرى. الأقراص هي أجهزة الكتلة الأكثر شهرة .

أجهزة الحروف :- يعطي جهاز الحروف أو يستقبل دفقا من الحروف (stream) , دون التقيد بأي بنية كتلية . لا يمكن عنونة هذه الأجهزة ولا يمكن القيام بأي عملية بحث وانتقال . من أمثلة أجهزة الحروف الطابعات وبطاقات الشبكة والفئران .

- **دوائر التحكم بالأجهزة (Device Controllers) :**

تتألف وحدات الإدخال/الإخراج من مكونات ميكانيكية ومكونات الكترونية . من الممكن غالبا فصل هذين الجزأين , يسمى الجزء الالكتروني بمتحكم الجهاز Device Controller أو الملائم Adapter في الحواسب الشخصية , عادة ما تكون المتحكمات على شكل دارات مطبوعة يمكن إدخالها ضمن شق توسيع . الجزء الميكانيكي هو الجهاز نفسه.

المتحكم عبارة عن شريحة أو مجموعة شرائح متوضعة على بطاقة إضافية تقوم بالتحكم فيزيائيا بالجهاز . يتلقى المتحكم الأوامر من نظام التشغيل مثل قراءة بيانات من الجهاز وإعادتها للنظام .

بما أن كل جهاز له متحكم مختلف , فإننا نحتاج لبرنامج قيادة مختلف لكل منها . يسمى البرنامج الذي يعطي الأوامر للمتحكم ويستقبل الاستجابات منه ببرنامج التشغيل Device Driver . يجب على كل منتج للمتحكمات أن يوفر برنامج التشغيل المناسب لكل نظام تشغيل يريد دعمه . مثلا , تأتي الماسحة (scanner) مع برامج تشغيل لأنظمة windows 98 , windows 2000 , Unix .

- **الإدخال/الإخراج بطريقة خريطة الذاكرة (Memory Mapped I/O) :**

يحوي كل متحكم عددا قليلا من المسجلات (registers) التي تستخدم للاتصال معه , مثلا يحوي متحكم القرص العادي مسجلات لتحديد عنوان القرص وعنوان الذاكرة وعدد القطاعات والاتجاه (قراءة أو كتابة). كما يحوي كل متحكم عدة مسجلات تستخدم للاتصال مع المعالج . يستطيع نظام التشغيل من خلال الكتابة عليها أن يأمر الجهاز بإرسال البيانات أو استقبال البيانات أو تشغيل أو إطفاء نفسه أو القيام بأي فعل آخر . وبالقراءة من هذه المسجلات يستطيع نظام التشغيل معرفة حالة الجهاز , هل هو جاهز لاستقبال أمر جديد أو غير ذلك.

الذي يهمنا هنا كيف يستطيع المعالج الاتصال مع مسجلات التحكم ومخازن البيانات المؤقتة (Buffers) الموجودة في الأجهزة عادة ؟ هناك طريقتان :

الطريقة الأولى-: كانت تستخدم في معظم الحواسب القديمة بما فيها الأجهزة الكبيرة (main frame) , يعطى لكل مسجل تحكم رقم منفذ إدخال/إخراج (I/O port) ويكون عبارة عن رقم صحيح بطول (8 أو 16 بايت) .
وتستخدم تعليمات أو ايعازات خاصة للإدخال/الإخراج في نمط النواة , مثل :

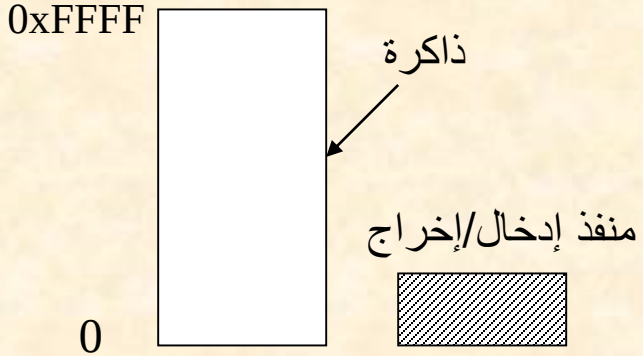
```
IN   REG , PORT
```

يستطيع المعالج بهذه التعليمة قراءة مسجل التحكم ذي الرقم PORT وتخزين الناتج في مسجل المعالج REG , وبشكل مشابه يمكن استخدام التعليمة :

```
OUT   PORT , REG
```

لكتابة محتويات مسجل المعالج REG إلى مسجل التحكم ذي الرقم PORT . في هذه الطريقة , تكون فضاءات العنونة لكل من الذاكرة والإدخال/الإخراج منفصلة عن بعضها كما في الشكل (46) فالتعليمتان :

```
IN  R0 , 4
و
Mov  R0 , 4
```

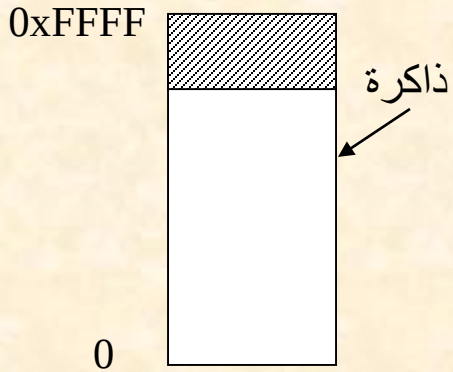


الشكل (46) فضائي عناوين

مختلفتان تماما , تقرأ الأولى محتويات منفذ الإدخال/الإخراج رقم 4 وتضعها في المسجل R0 . بينما تقرأ الثانية محتويات الذاكرة 4 وتضعها في المسجل R0 أي أن الرقمين 4 في هذين المثالين يشيران إلى فضائي عناوين مختلفين وغير مترابطين .

الطريقة الثانية -: ظهرت مع جهاز PDP-11 وتتمثل بوضع جميع مسجلات التحكم ضمن فضاء الذاكرة كما في الشكل (47) .

يعطى لكل مسجل تحكم عنوان ذاكرة فريد غير مرتبط بحجرة ذاكرة ، ويدعى هذا النظام بالإدخال/الإخراج بطريقة خريطة الذاكرة ، وعادة تكون العناوين المخصصة للإدخال/الإخراج في قمة فضاء العناوين .



الشكل (47) فضاء عناوين واحد

- **الوصول المباشر للذاكرة DMA (Direct Memory Access) :**

بغض النظر عن كون المعالج يعنون الإدخال/الإخراج بطريقة خارطة الذاكرة , فانه يحتاج إلى عنونة متحكمات الأجهزة لتبادل البيانات معهم . يستطيع المعالج طلب البيانات من متحكم الإدخال/الإخراج كل بايت على حدة , لكن ذلك يؤدي إلى هدر الوقت الثمين للمعالج , لذلك تستخدم طريقة أخرى مختلفة تدعى الوصول المباشر للذاكرة .

يستطيع نظام التشغيل استخدام DMA فقط إذا كانت المكونات المادية تحوي متحكم DMA, وهو موجود في معظم الأجهزة الحديثة . التصميم الأكثر شيوعا فيتضمن متحكم DMAواحدا (موجودا في اللوحة الأم) لتنظيم عمليات النقل بين الأجهزة المتعددة , والتي تتم غالبا على التوازي . متحكم DMA يستطيع الوصول إلى ناقل النظام بشكل مستقل عن المعالج .

أسئلة اختبارية:

س1: يمكن تقسيم اجهزة الادخال والاخراج الى فئتين هما 0000000 و 000000000 .

س2: كيف يستطيع المعالج الاتصال مع مسجلات التحكم ومخازن البيانات المؤقتة buffer الموجودة في الاجهزة من وجهة نظر المكونات المادية للاجهزة ؟