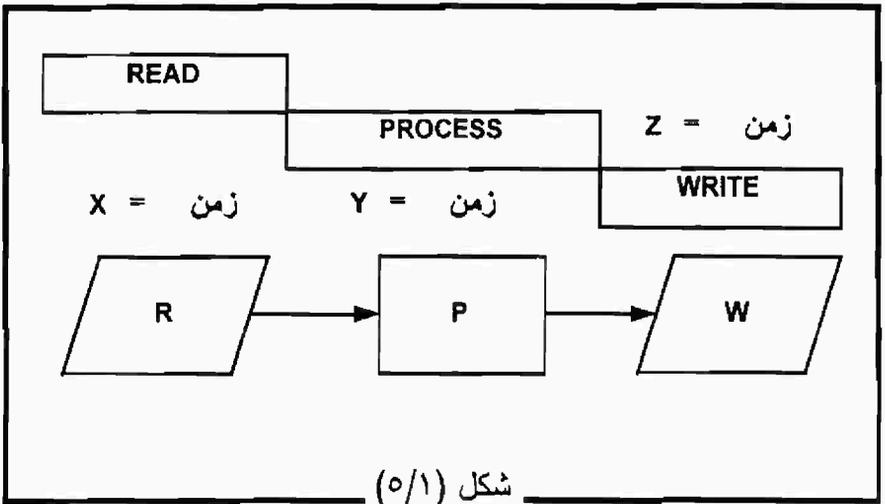


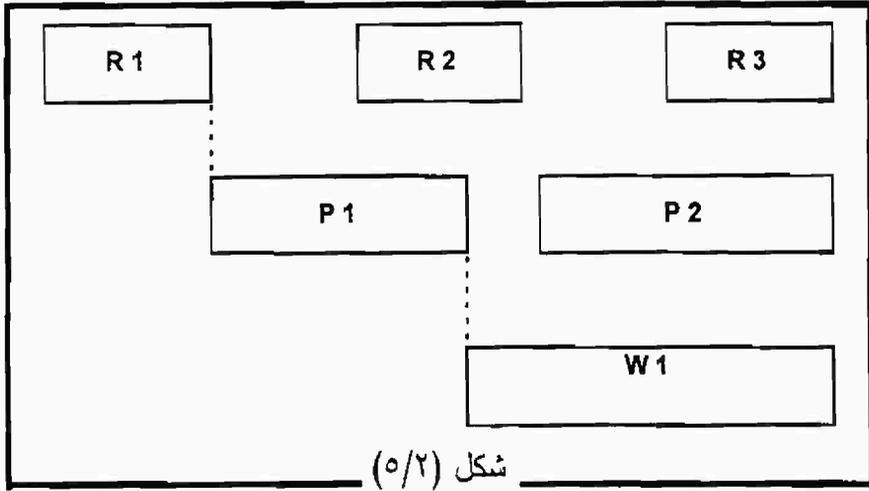
المقاطعات وعناصر التشغيل المتداخل

عند معالجة برنامج على الحاسب ووفقاً لمبدأ "قون نيومان" تجرى المعالجة خطوة تلو خطوة أو إيعازاً تلو إيعاز وفق التسلسل الذى صاغه المبرمج ويستحيل قيام الحاسب بإجرائين فى الوقت الواحد لعمل واحد لهذا يحسب وقت تنفيذ أى برنامج بجمع الوقت اللازم لقراءة المدخلات ووقت التنفيذ على وحدة التشغيل المركزية مضافاً إلى الوقت المستغرق فى تسجيل المخرجات كما فى الشكل (٥/١) والموضح أن الوقت اللازم $Z + Y + X =$ (وحدة زمنية).



ومن المعادلة السابقة نلاحظ أنه كلما زادت قيمة X, Z كلما تأثرت إنتاجية المنظومة سلباً وهذا يؤكد لنا أن كفاءة المنظومة رهن بسرعة وحدات المدخلات والمخرجات التي تنصف بالبطء مقارنة بسرعة وحدة التشغيل المركزية ذات السرعة الفائقة ، والمنظومة وفق الأسلوب السابق لا يمكن زيادة كفاءتها عن وضعها الراهن نظراً لتسلسل أدائها خطوة تلو خطوة ، لأنه لا يمكنها القيام بأكثر من وظيفة واحدة من الوظائف الثلاث في الوقت الواحد للعمل الواحد ، وهذا يعني إنخفاض كفاءة المنظومة بأكملها نتيجة توقف وحدة التشغيل المركزية في إنتظار أى من وحدات (المدخلات / المخرجات) حتى تتم كل وحدة عملها.

ولعلاج هذا البطء تم إبتكار أسلوب التشغيل المتداخل (*) Overlapping والذي يتيح للمنظومة القيام بالوظائف الثلاث السابقة قراءه / تشغيل / كتابة في وقت متداخل فيما يوضحه الشكل (٥/٢):



ونلاحظ من فكرة التشغيل المتداخل مايلي:

أ - أن بيانات السجل رقم (٢) تجرى عملية قراءتها بينما لا تزال وحدة التشغيل المركزية تعالج بيانات السجل الأول (P1).

(*) Overlapped Processing.

- ب - لا يسمح بتواجد بيانات السجل رقم (٢) R2 فى نفس منطقة السجل رقم R1
 (1) لأن ذلك يعنى تدمير بيانات السجل رقم (١).
 ج - نتيجة هذا الفكر والتطبيق العملى له زادت وتحسنت انتاجية وأدائية المنظومة.

أساسيات التشغيل المتداخل وزيادة الكفاءة:

الواقع أن الارتقاء بإنتاجية منظومة الحاسب كان هدفاً لم يرغب عن العلماء منذ البدايات الأولى للحاسبات وجرى تحقيقه على مراحل تزامنت مع القدرات العلمية والإمكانات الفنية المتاحة وأقصد على المدى الزمنى للتطوير والذي أرتكن على الأساسيات التالية:

أولاً : استخدام مناطق وسيطة / عازلة / BUFFER داخل الذاكرة الأساسية .
 إليها تقرأ أو منها تكتب السجلات ، والمنطقة العازلة ليست جهازاً آلياً لكنها جزء أو حيز محجوز فى الذاكرة الأساسية يتم حجزه آلياً أو أثناء صياغة برنامج التطبيق ، كما يحدث فى برامج لغة الكوبول حيث يعتبر المستوى [٠١] أمراً لنظام التشغيل بحجز منطقة وسيطة ، وقد تحجز آلياً بواسطة نظام التشغيل وإن لم ينص على ذلك صراحة فى البرامج المكتوبة باللغات الأخرى.

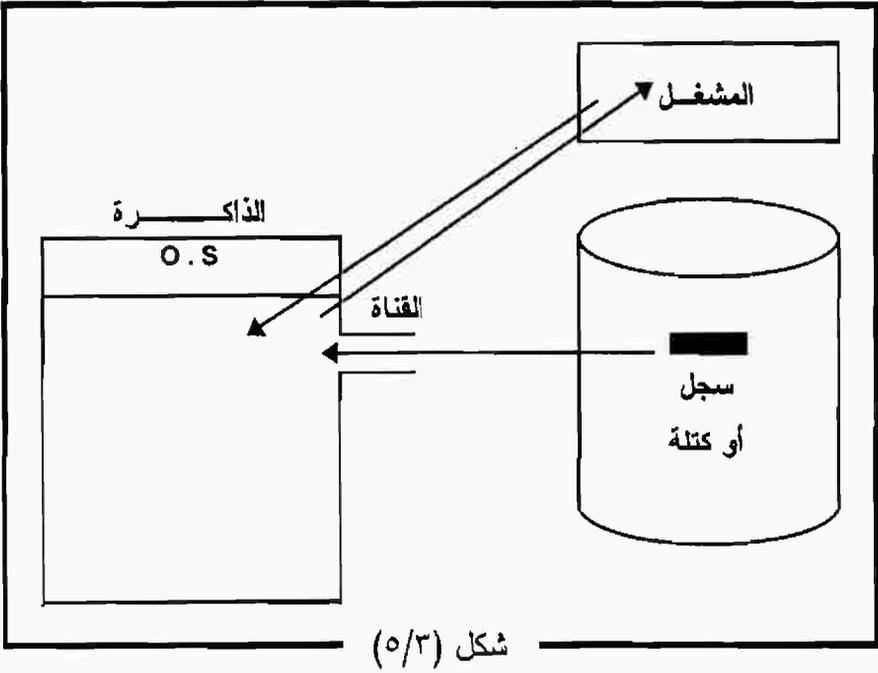
FD CARDS - IN FILE

0
0

ثانياً: تكتيل السجلات على هيئة كتل فيزيائية تضم الكتلة الواحدة واحد أو أكثر من السجلات المنطقية.

ثالثاً: ضرورة إعفاء المشغل من الأشراف على إجراء عمليات القراءة والكتابة بحيث تتم فى استقلالية تامة بحيث يتفرغ لأداء دوره فى تنفيذ إيعازات جديدة من برامج أخرى لحين إنتهاء عملية I/O .

وتحقق هذا باستخدام حاسبات تسمى I/O Programmable Controller والتي شاع عليها مسمى القنوات Channels حيث تتولى السيطرة على عمل وحدات المدخلات والمخرجات وكونت حلقة الاتصال بين المعدات الآلية للمدخلات والمخرجات وبين [الذاكرة الأساسية] ، فيما يوضحه الشكل (٥/٣) وأعفت وحدة التشغيل المركزية من التوقف لتراقب نقل البيانات ببطء ومثل.



رابعاً : ضرورة وجود برمجيات ضمن اطار نظام التشغيل تعفى المستخدم من التعامل مع معدات المدخلات والمخرجات ترفع عن كاهله عبئاً ثقيلاً لا قبل له به مع التطور السريع في تلك المعدات ، وهذا ما عرف بأسم برامج التحكم في المدخلات والمخرجات:

INPUT / OUTPUT CONTROL SYSTEM (IOCS)

بشيئها الفيزيائي (PIOCS) والمنطقي (LIOCS) وقد عرضنا إليها تفصيلاً في الباب الرابع ، إضافة إلى استخدام تقنية التخزين المؤقت SPOOLING. خامساً: تأكد علمياً أن العناصر السابقة لن تقدم الكثير اللهم إلا إذا استخدم نظام ضبط لنقل السيطرة بين البرامج المختلفة والعمل على توجيه الموارد نحو خدمة مختلف التطبيقات ، ويسمى بنظام المقاطعات INTERRUPTS ، ويتولى إجراء المقاطعات (كيان آلي) وكيان منطقي يتيح للمنظومة الإستجابة الفورية لظواهر طارئة تحدث في توقيتات غير متوقعة.

أولاً : المناطق العازلة:

تستخدم المناطق العازلة في الحاسبات كما تستخدم في نظم الإتصالات الحديثة ، وعندما ندق على لوحة المفاتيح إدخال حروف كلمة إلى الحاسب فإن سلسلة التمثيل الرمزي الإلكتروني للحروف تدخل إلى المنطقة العازلة الخاصة بلوحة المفاتيح ، وإذا كانت هناك معدات مدخلات أخرى فإن لكل آلة منطقة عازلة خاصة بها ولا يمكن لمعدات المدخلات والمخرجات المشاركة على المناطق العازلة في شبكات الاتصال وإن كان يمكن المشاركة عليها بالنسبة للحاسبات تحت إشراف برامج المدخلات والمخرجات IOCS وبالتالي توزع ALLOCATED وتدار MANGED بواسطة نظام التشغيل ، ولعل أبرز مهام المناطق العازلة ضبط إيقاع الأداء بين مختلف سرعات منظومة معدات الحاسب البطيئة والسريعة.

فإذا كانت وحدة التشغيل المركزية قادرة على ألتهام بيانات بسرعة تزيد ملايين المرات عن سرعة إمداد لوحة المفاتيح لذلك فلا مناص من المناطق العازلة ودعنا نلقى ضوءاً على مشهد من الريف عله يفسر لنا المناطق العازلة.

تسلق ضوء الفجر قمم الأشجار بعدما انسحبت أستار الظلام ، على الطريق إلى المدينة مشهد يتكرر كل صباح ، حركة مكوكية بين القرية والمدينة لاتعرف الصباح والضحى وتتوقف عند القبلولة ثم تعاود نشاطها بعد صلاة العصر إلى أن يهبط الظلام ، مشهد لا تخطئه عين ، حمار أصابه الإعياء والتعب يحمل على ظهره أقفاصاً ملئت خضاراً وفاكهة ، على مقربة من الحمار رجل ناهز الستين يستحث الحمار على الإسراع تارة صارخاً وتارة ضارباً والحمار لا يعير الأمر إهتماماً وكأنما ضبط سرعته على بطئه تتخلع أرجل الحمار وصاحبه على الطريق ، يصل موكب الحمار إلى مكان معلوم ، تستبدل الحمولة على ظهر الحمار وبديلاً عن الخضر والفاكهة يمتطيه صاحبه عائداً في رده إلى القرية ، ومع كل موكب يصل المدينة يزداد الرصيد .

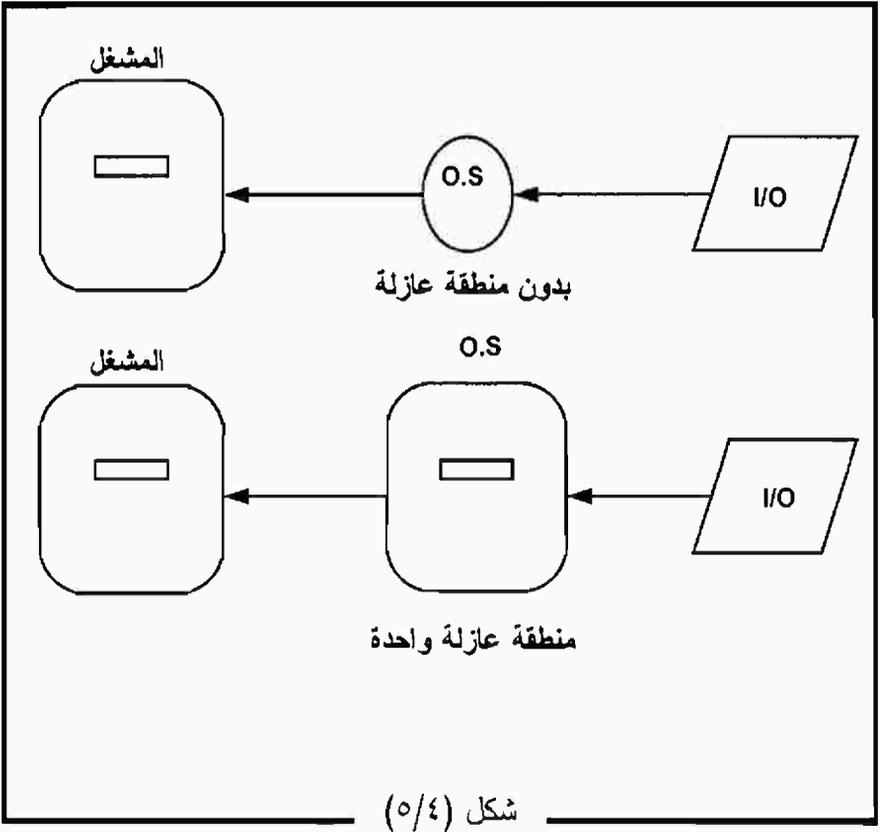
والمشهد ليس فريداً ، فلاحون آخرون على دروب مختلفة وطرق متعددة يحملون ثمرات الأرض إلى ذات المكان ، ويهل عليه رجل واحد صاحب شاحنة مهولة تخالها جبلاً متحركاً ذات شهيق وزفير وصراخ "جاعورة" كلاكس لا تخطئه أذن ، تقف ، يلقي في جوفها كل حصاد النهار وتنتطق صارخة زاعقة ، وبالمناظرة الفلاح ودابته يناظران وحدة المدخلات I/O البطيئة والتاجر بسيارته هو CPU الفاتقة السرعة ، والمكان يناظر المنطقة الوسيطة أو المنطقة العازلة.

أنواع المناطق العازلة:

هناك عدة أساليب في إنشاء المناطق العازلة تعتمد على منطق برامج التحكم في المدخلات والمخرجات IOCS كما تعتمد على فلسفة أستقبال البيانات من المصدر وفلسفة بث البيانات إلى الوحدة التالية وفي هذا الصدد نجد أسلوبين:

أ - حوض المناطق العازلة:

حيث تتيح IOCS عدداً من المناطق العازلة ذات حيز أكبر من حيز الكتلة الفيزيائية للسجلات وعندما يقرأ السجل يختار نظام IOCS الحيز المناسب لأشغاله وعند نقل البيانات إلى الوحدة التالية تطبق القاعدة من دخل أولاً يخرج أولاً (FIRST IN FIRST OUT) FIFO ، وعندما تخلص منطقة عازلة يتم إدراجها مرة أخرى في حوض المناطق العازلة تدار تحت إشراف IOCS ،



لتحديد المنطقة المشغولة من المناطق غير المشغولة يوضع (صفر أو واحد) حيال كل منطقة حسب أشغالها.

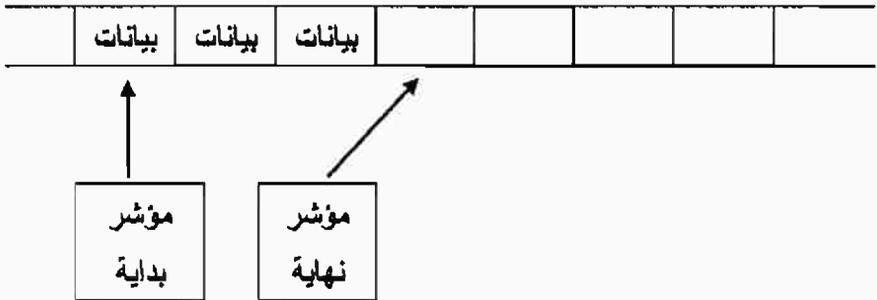
ب - القطاع الدائري لمناطق العزل:

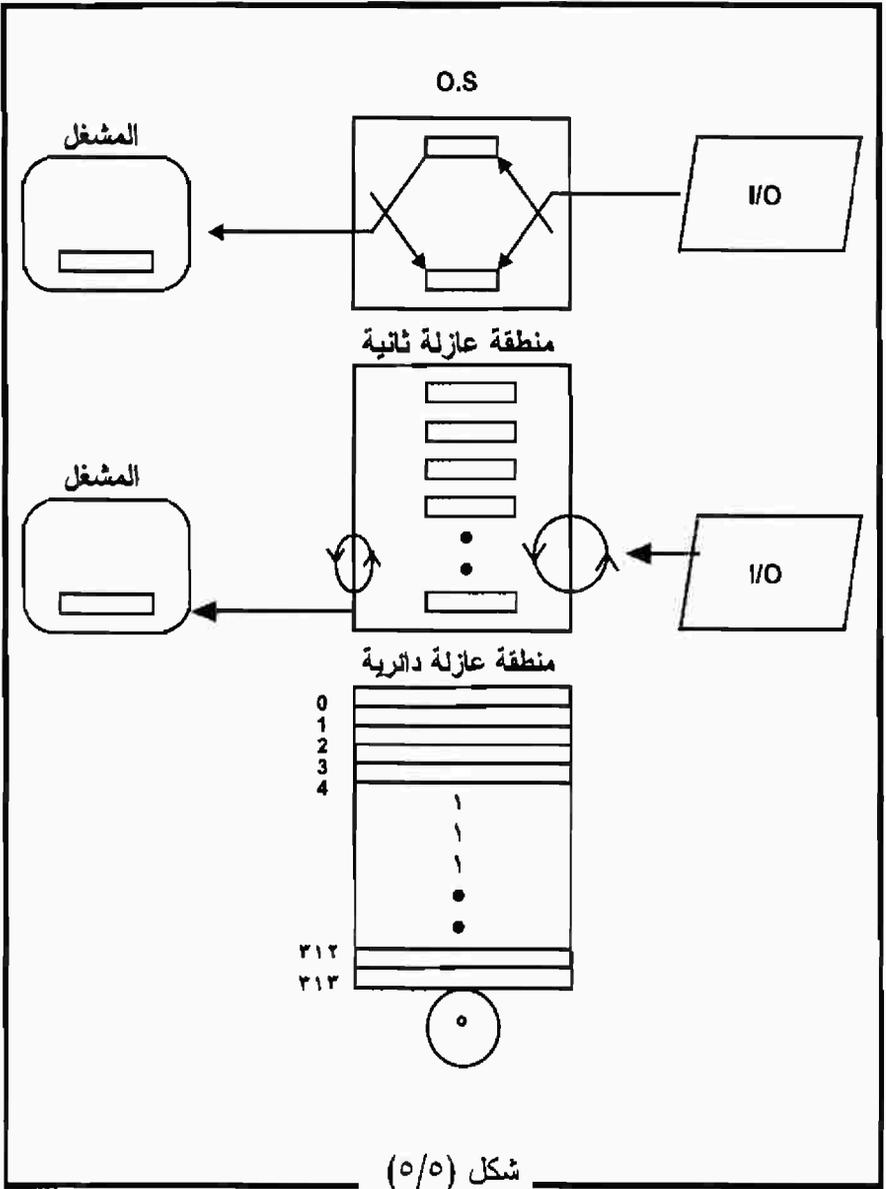
أود الإشارة في البداية إلى أن مسمى العزل الدائري لا وجود له فعليا داخل الذاكرة - كما قد يظن القارئ - لكن تقنية هذا النوع من العزل يعطى الإيحاء فقط بأنه على شبه دائرة وهذا إيحاء لا أكثر.

وتتلخص الفكرة في استخدام منطقة عزل ذات حيز كبير أكبر من أي سجل فيزيائي أو كتلة سجلات ويستخدم في إدارتها مؤشران أحدهما IN والآخر OUT أو بداية START ونهاية END يشير الأول إلى أول عنوان في المنطقة العازلة ويشير الأخير إلى آخر عنوان في المنطقة العازلة وعندما تستقبل المنطقة العازلة البيانات يتحرك المؤشر OUT إلى نهاية البيان وعندما تبث البيانات إلى الآلة التالية لا يعود المؤشر إلى البداية بل ينتقل إلى OUT لتصبح IN حتى تستقبل بيانات جديدة وهكذا وكأنها تلف وتدور فيما يوضحه الشكل (٥/٤) والشكل (٥/٥).

راجع في ذلك قوائم الإنتظار عن دراسة هياكل البيانات وستجدها نفس

الأمر :

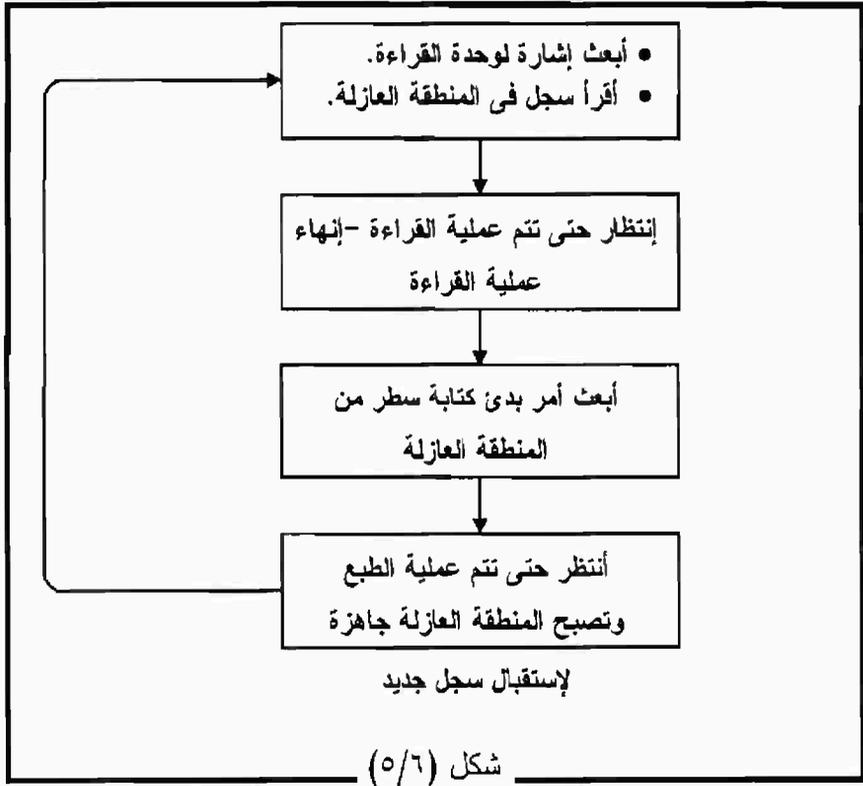




تأثير استخدام المناطق العازلة:

المنطقة العازلة المفردة:

نفرض أن المطلوب قراءة ألف كارت متقب يحتوى الواحد على سجل منطقي طوله ٨٠ حرف والمطلوب طباعة كل كارت على سطر مستقل؟ بأستخدام منطقة عازلة مفردة حيزها ٨٠ بايت.
وبوضح الشكل (٥/٦) منطق تنفيذ المثال...



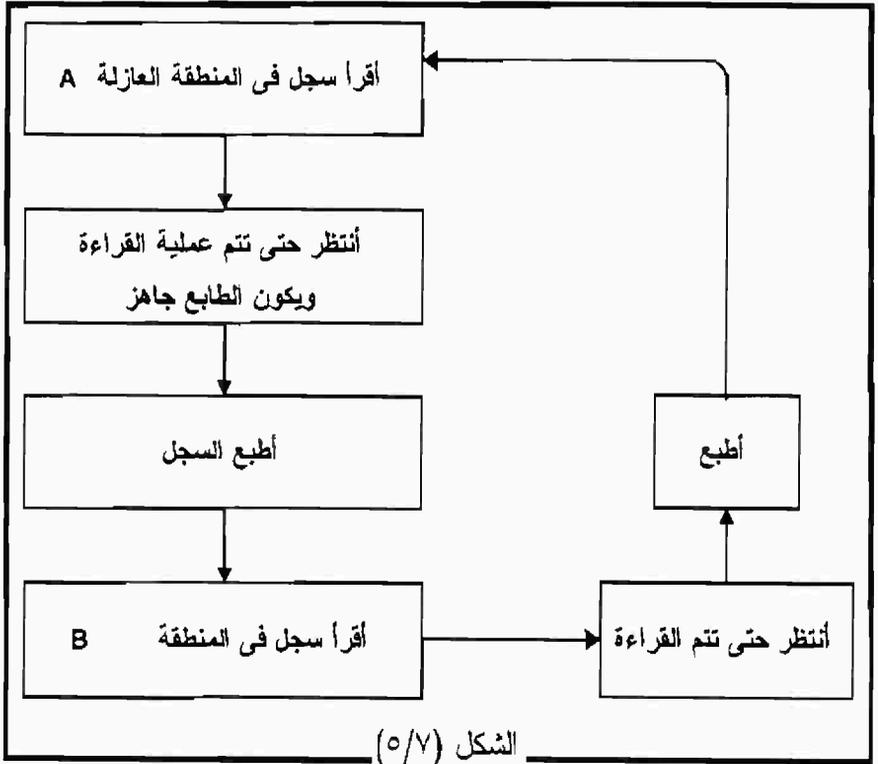
ونلاحظ من مخطط التنفيذ مايلي:

أ - إذا كانت وحدة التشغيل المركزية تعالج الإيعاز الأول فإن القناة تدخل حالة إنتظار والعكس صحيح.

ب - بفرض أن سرعة قارئ الكروت ١٠٠٠ كارت في الدقيقة وأن سرعة الطابع ١٠٠٠ سطر في الدقيقة فإنه تحت ظروف منطقة عازلة واحدة يتوقف الطابع طالما القارئ يعمل والعكس صحيح ، وبالتالي يستغرق تنفيذ هذا العمل دقيقتين وليس دقيقة واحدة. وهذا يؤكد أن استخدام منطقة عازلة واحدة لا يحقق أى مزايا للنظام برغم وجود القنوات.

استخدام منطقتى عزل:

يمكن زيادة كفاءة النظام السابق باستخدام منطقتى عزل حيث تحققان مضاعفة إنتاجية النظام وتنفذ المهمة السابقة فى دقيقة واحدة فيما يوضحه المخطط فى الشكل (٥/٧).



ويتضح من مخطط التنفيذ أنه تتم قراءة السجل في المنطقة العازلة الأولى ثم يكتب من نفس المنطقة بينما تجرى قراءة سجل منطقي آخر في المنطقة العازلة الثانية تبادليا ، وأشهر البرامج أستخدمًا لمنطقتي عزل هي البرامج المكتوبة بلغة كوبول كما تسمح بفتح أكثر من منطقة عازلة بالامر RESERVE .

وفى حالة عدم حاجة البرنامج إلى إجراء عمليات حسابية على السجلات فإن كتابتها من نفس هذه المناطق يرفع كفاءة التشغيل الإجمالي للبرنامج.

والخلاصة أن استخدام أكثر من منطقة عازلة يحقق قدرا كبيرا من مزايا التشغيل المتداخل.

INPUT - OUTPUT SECTION :

- 1 - FILE CONTROL.
- 2 - SELECT (XXXX).
- 3 - ASSIGN TO.
- 4 - ORGANIZATION IS SEQUENTIAL.
- 5 - ACCESS MODE IS SEQUENTIAL.
- 6 - FILE STATUS IS (*****).
- 7 - RESERVE (N) AREAS.

ملاحظات:

- ١ - ترقيم السطور لا يدخل في كتابة برامج كوبول.
- ٢ - السطر (٢) يعنى تعريف الملف (الآلة المنطقية).
- ٣ - السطر (٤) ، السطر (٥) تعريف تنظيم وأساليب إسترجاع الملف.
- ٤ - السطر (٧) يوضح إمكان حجز مناطق عازلة عددها ن .

ثانياً: تكتيل السجلات وأثره على الكفاءة:

يستخدم أسلوب تكتيل BLOCKING السجلات كأحد أساليب زيادة الكفاءة ، فإذا فرضنا أن عملية تشغيل بيانات سجل منطقي واحد في كتلة السجلات تستغرق ١٠ ميلي ثانية وأن قراءة كل كتلة منطقية تستغرق ٨ ميلي ثانية مما يعني أن قراءة الكتلة تستغرق تقريبا الوقت اللازم لتشغيل بيانات سجل منطقي واحد:

- * مما يقلل المقاطعات على المشغل.
- * ويقلل من استدعاء روتينات IOCS .
- * ويقلل العمل الميكانيكي لعمليات I/O على الأقراص.

إضافة إلى إمكان استخدام منطقة عزل واحدة ومنطقة عمل WORK AREA ، فإذا كان السجل المنطقي الواحد مكون من ١٠٠ حرف والكتلة تضم خمسة سجلات أى ٥٠٠ حرف فإنه في حالة استخدام منطقتي عزل للمدخلات والمخرجات فإن الحيز المطلوب يساوى ١٠٠٠ حرف بينما استخدام منطقة عازلة واحدة يحتاج ٥٠٠ حرف ومنطقة عمل واحدة في حدود ١٠٠ حرف لذلك يكون الحيز المطلوب ٦٠٠ حرف (١٠٠ + ٥٠٠).

وهذا الأسلوب رغم أنه يوفر في عمليات I/O فإنه يلزم بضرورة تحريك السجلات إلى منطقة عازلة للمخرجات ومنها تبدأ كتابة المخرجات. والخلاصة أن تكتيل السجلات يحقق بعض متطلبات التشغيل المتداخل خاصة في الحاسبات الحديثة ذات الذاكرات الأساسية الكبيرة جدا إضافة إلى توفر المؤكد في عمليات I/O وما يستتبع ذلك من إجهاد معدات المدخلات.

ثالثاً: استخدام القنوات:

ونعود مرة أخرى للفلاح والتاجر ونسأل ماذا لو تجمع عدد كبير من الفلاحين ووضعوا سلعهم في مناطق محددة مما استدعى لإدارة هذا المواقع الأستعانة

بجهد بشرى ينظم ويدير المواقع ويعفى التاجر من الاهتمام بكل صغيرة وكبيرة تحت ظروف مشاغلة ومهامه الكثيرة وفي ظل هذا الإمداد المتنوع ، لذلك زود السوق البدائى بطاقم ينظم حركة السلع فيما بين الفلاحين والتاجر وفيما بين التاجر والفلاحين خاصة وقد تطورت حركة البيع والشراء وأضحت فى الاتجاهين هذا يقدم المادة الخام والتاجر يصنع ويدفع بالمصنوعات إلى مستهلكيه من أهل الريف ، كما أن هذه المجموعة أصبحت مسئولة عن تحديد من الذى قدم سلعة ومن الذى طلب منتجات مصنعة وما هى حالة كل عميل فى السوق ، هل هو مستعد لتلقى المنتجات أو تقديم الخامات أم أنه مشغول ويجب الإنتظار قدرا من الوقت حتى يتلقى الرسالة أو يبيث أو يسلم الخامات المطلوبة.

وإذا كان السوق يتعامل باليوم والشهر والسنة فإن هذه المجموعة أو الطاقم لو تجسد فى كيان آلى فسوف يماثل تماما القنوات فيما عدا فرق واحد أن الزمن يتقلص هنا من يوم أو شهر الى اجزاء من مليون جزء من الثانية ونعيد القول مرة أخرى لا جديد تحت الشمس لو تعلمون.

ولقد تطرقنا إلى وظائف القناة فى الباب الثانى من وجهة النظر الآلية كما تناولنا دورها فى تنفيذ I/O ضمن الباب الرابع ونعود إليها فى هذا الباب لنلقى مزيدا من الضوء على دورها فى الارتقاء بإداء المنظومة كلها.

يتم نقل البيانات حرفا حرفا إلى الذاكرة عن طريق الاتصال المباشر بين كل آلة I/O وبين الذاكرة الأساسية عن طريق BUS I/O خاص بها لكن مع دخول آلات الشرائط المغناطيسية ثم ما تلاها من أقراص واسطوانات مغناطيسية تغيرت دفع سرعة المدخلات من حرفا حرفا إلى عدة مئات الألوف من الحروف فى الدقيقة الواحدة لعملية قراءة أو كتابة.

هذا من ناحية ، ومن الناحية الأخرى تتولى القناة إخطار وحدة التشغيل المركزية بحالة STATUS وحدات المدخلات والمخرجات هل هى جاهزة READY

أو مشغولة BUSY فإن تأكدت من أنها مشغولة فعلى البرنامج التوقف إنتظاراً لإنتهاء مشاغلها حتى يستخدمها في خدمة مدخلاته أو مخرجاته تحت اشراف وقيادة وسيطرة القناة وعدم أشغال وحدة التشغيل المركزية في متابعة أداء آلات بطيئة ، فيما يوضحه الجدول التالي:

حالة البرنامج	أعمال وحدة التشغيل المركزية	كيف توضح الحالة
يجرى تنفيذه	تحضر التعليمات الخاصة بالبرنامج (جملة البرنامج) من الذاكرة الأساسية ويتم تشغيلها	في الموقع ١٤ من PSW يوضع بت قيمته صفر
إنتظار	لا يتم تنفيذ تعليمات البرنامج تم قبول مقاطعة من I/O	في الموقع ١٤ من PSW يوضع بت قيمته واحد في PSW
البرنامج المشرف	تنفذ تعليمات البرنامج المشرف	في الموقع ١٥ من PSW يوضع بت قيمته ١
مخفى	<ul style="list-style-type: none"> • تنفيذ I/O • مقاطعة خارجية • هناك مقاطعة من الكيان الألى ويتم إهمال أى مقاطعة من البرنامج. 	يملى الحقل System Mask فى PSW بقيم صفرية كذلك توضع قيم صفرية فى باقى حقول الـ Mask .
مقاطعة	مقاطعة بأيا من الحالات التى لم ترد فى بند 'مخفى'.	توضع بت قيمته واحد فى حقول Mask فى PSW .

وعلى هذا فإن البيانات تنتقل من الذاكرة على هيئة كلمات حاسب وتقوم القناة على تقسيم الكلمات إلى حروف يمكن لوحدة سيطرة الآلة أستقبالها ثم دفقها إلى الآلة ، والعكس صحيح فمتى تلقت القناة أمراً من وحدة التشغيل المركزية يبعث

بيانات /قراءة/ فإن وحدة سيطرة ترسلها حرفاً حرفاً ثم تتولى القناة تجميعها على هيئة قطار فردي بما يناسب سرعة دفعها ثم تدفعها إلى الذاكرة. وعادة لا تقوم وحدة سيطرة النهاية الطرفية بتنشيط عمل الآلة إلا بعد أن تمتلئ المنطقة العازلة بها بالبيانات كما لا تقوم بالإجابة على القناة إلا بعد تأكدها من امتلاء المنطقة العازلة بها.

وتقاس سعة القناة بعدد الكيلو بايت من الحروف المنقولة في أي من الاتجاهين في الثانية الواحدة بين آلة I/O وبين الذاكرة ، وتذكر الكتب أرقاماً كثيرة حول هذه السرعة وأن كان الواقع يختلف عما يرد ذكره في كتب ونشرات الشركات ، فإذا كانت نوعية المسجلات في القناة ووحدة التشغيل المركزية من ذات النوع فإن كفاءة النقل تزداد بينما تقل سرعة النقل في اختلاف التصميم كما أن تخزين البيانات في مناطق متصلة داخل الذاكرة يساعد على الإسراع بسرعة النقل عن نقل البيانات وتخزينها في مواقع مشتتة داخل الذاكرة مما يستدعي تحديد العناوين الجديدة بدقة وعناية.

وكما سبق وأن أوضحنا في الباب الثاني والرابع تنفذ القناة " أوامر قناة Channel Commands" تتولى فك رموزها وتنفيذها بمعرفتها وتقرأها من عناصر تخزين داخل الذاكرة الأساسية وتتوقف عن تنفيذ باقي الأوامر بإختيار حقل خاص في الأوامر يشير إلى الاستمرار أو التوقف فإن كانت قيمة الحقل تساوي واحد فعلى القناة الاستمرار تحت مبدأ هناك أوامر أخرى تالية أما إذا كان صفراً تتوقف القناة على التنفيذ وتعطى تمام إتمام العمل لوحدة التشغيل المركزية عن طريق مقاطعة خاصة.

دورة الذاكرة مرة أخرى:

لا يمكن الولوج إلى المواقع المعنونة في الذاكرة بشكل دائم ومتصل بل يتم الولوج ACCESS خلال فترات بذاتها ، ويسمى الوقت بين ولوجين متتاليين دورة

الذاكرة MEMORY CYCLE ، لكن هذا الوقت يكون متاحا أما للمشغل أو للقناة ، ويعزى السبب في دورة الذاكرة إلى أن البيانات تكون غير متاحة خلال فترة القراءة أو الكتابة وتقاس هذه الفترة بوحدات الميكروثانية أو النانوثانية.

إشكالية أدائية الذاكرة والمشغل والقنوات:

لأن المشغل يركز على معالجة البيانات المخزنة في الذاكرة ، ولأن القناة تهتم فقط بحركة نقل البيانات من وإلى الذاكرة ، وبينما القنوات ووحدة التشغيل المركزية تركز على نقل البيانات من وإلى الذاكرة هنا تتولد بعض الإشكاليات مثل:

أ - إذا طلبت وحدة التشغيل المركزية والقناة في نفس الوقت الولوج إلى نفس البيانات.

ب - إذا طلبت قناة أخرى نفس البيانات بينما دورة الذاكرة لا تزال قيد التنفيذ.

ويتطلب حل هذه الإشكاليات وضع نظام يحدد الأسبقيات وفق سرعة الآلة فمعدات المشغل تأخذ أعلى أسبقية بينما معدات I/O البطيئة تجيء في نهاية الأسبقيات ، وتعطى الأسبقية لوحدة الأقراص المغناطيسية قبل الشرائط ، وذلك حتى لا تضيق البيانات وكقاعدة تعطى الأسبقية للقنوات في الولوج إلى الذاكرة قبل المشغل لإعتبارات السرعة والإبقاء على البيانات رغم الأثر السلبي على كفاءة المعالجة.

أن وقت دورة الذاكرة الذي يعطى أحيانا للقنوات وفيه ينتظر المشغل حتى تنتهي القنوات يسمى الدورة المسروقة [STEAL CYCLE] ، بمعنى أن القنوات قد سرقت الدورة الزمنية من المشغل ويعرف توقف المشغل عن الولوج إلى البيانات.

رابعاً: المقاطعات INTERRUPTS (*) :

هب أن هناك رجلاً مسترخياً في سريره يقرأ كتاباً شيقاً ويلتزم صفحاته في أهتمام ونهم لأن الكتاب يستحوذ على كل حواسه وفجأة دق جرس الباب والتليفون وأرتبك الرجل.. أيهما يوليه الأهتمام والرعاية أولاً ويلبى رنينه مبكراً وكيف يتعرف إلى صفحة الكتاب والسطر فقد شغله موضوع الكتاب عن معرفة كم صفحة قرأ وأي سطر يقرأ ، فإذا تخيلنا أن الرجل أسرع أولاً إلى وضع علامة على السطر المتوقف عنده ونحى الكتاب جانبا وألنطق سماعة الهاتف وأسترسل في حديث باسم ضاحك وأشاح بيده إشارة إهمال لمن يطرق الباب وصاح هاتفاً من يكون ذلك الضاغط على الجرس .. ربما البواب أو عامل الكواء .. لايهم المهم أنا أتحدث مع من أرتاح لحديثه تبا لهؤلاء القوم يريدون أن أضع سماعة التليفون.. كلا وألف كلا.. هالوو.. يا...

وإذا أجرينا تحليلاً لمنهجية الرجل لوجدنا:

أ - أنه يناظر وحدة التشغيل المركزية.

ب - وأن قراءة الكتاب كان البرنامج الأول الذى ينفذه ويقرأ سطره بحكم بشريته.

ج - وأن جرس الباب ورنين الهاتف يماثلان إشارات مقاطعة تبغى تغيير حالة STATUS الإسترخاء والقراءة إلى حالة أخرى تتطلب معالجة أمور طارئة أستجبت.

د - وأن الرجل وضع علامة على الصفحة التى خلفها والسطر الذى توقف عنده حتى يعود إليهما ببساطة ويسر بعد إنتهاء الأمر الطارئ.

هـ - وأنه أهمل جرس الباب وذلك الحرفوش الذى يدق الجرس محاولاً مقاطعة حالته الحانية.

(*) تسمى المقاطعات فى بعض المراجع بأسم المصيدة TRAP .

و — وأنه أختار الحديث فى التليفون بديلا عن القراءة لعدة اعتبارات:

(١) انه لا يترقب زائرا واحتمال من يدق الجرس سوف يعرض أمرا لا يهيمه الآن.

(٢) العودة إلى معاودة قراءة الكتاب مرة أخرى عندما يتوقف دق الحديث عبر الأسلاك.

(٣) يحتمل أن يستأنن من محدثه ويفتح الباب لو ظل يقرع الجرس وسوف يجب على الوافد فى حديث مختصر مقتضب ولسوف يسأله محدثه على الطرف الآخر سوآلا تقليديا يستخدمه كثيرا فى تلك الحالات...
قيم كنا نتحدث؟

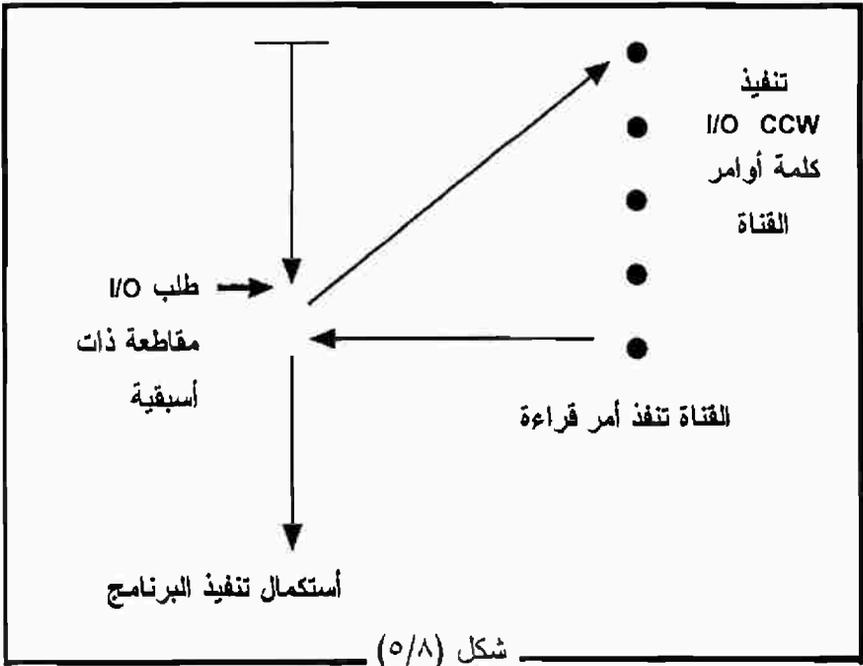
نفس ما أسلفنا — تقريبا — هو أقرب مثال لمعنى المقاطعة أى أنها ظروف طارئة فى أوقات غير متوقعة تطلب تغيير حالة وحدة التشغيل المركزية ، وكما كان للرجل حق الرد والإستجابة أو حق إهمال المقاطعة أو تأجيلها فإن لوحدة التشغيل المركزية صلاحيات مشابهة بناء على معايير وضوابط محددة، ويمكن القول بأن استخدام أساليب المقاطعة يعتبر من أهم طرق الحاسبات الحديثة فى إدارة مواردها والإبقاء على كل الموارد دون أستثناء وبقدر المستطاع منتجة ، ولولاها ما أمكن الإستجابة للظواهر التى تحدث داخل منظومة الحاسب.

وحتى تستجيب وحدة التشغيل المركزية للمقاطعة يجب توقيف البرنامج الجارى تنفيذه تماما وتوجيه الأهتمام صوب تحديد نوعية المقاطعة وتحديد الروتين/ النمط المناسب للتعامل معها.

وتحقق المقاطعة عدة اهداف لعل ابرزها:

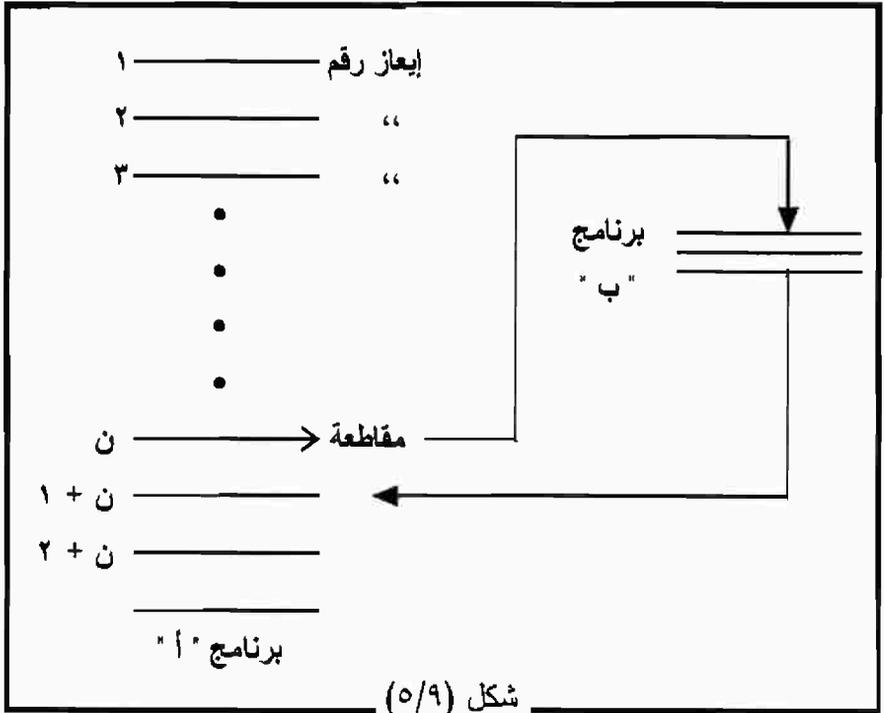
١ — تحقيق الأتصال بين الذاكرة وبين عدد كبير ومتنوع من النهايات الطرفية تخدم مختلف برامج المنظومة.

- ب - تساعد نظام التشغيل على حسن إدارة الموارد في منظومة الحاسب.
- ج - هي المسئولة عن وضع نقاط الضبط في أثناء تنفيذ البرامج بما يتيح تسجيل حالات وحدة التشغيل المركزية فيما عرفناه بأسم نقط المراجعة CHECK POINTS رغم عدم وجود ظروف طارئة أستجبت على النظام.
- د - كما أن المقاطعة هي التي أفضت إلى نظم تعددية البرمجة والتشغيل المتداخل والمشاركة على الوقت والمشاركة على المعدات.
- هـ - وهي التي تضبط اداء وحدة الحساب والمنطق وتحسن أستغلال قدرة المسجلات والمراكمات ACCUMULATORS فإن حدث طفو موجب نجمت مقاطعة وان حدث طفو سالب حدث نفس الأمر ويوضح الشكل (٥/٨) مخطط عملية مقاطعة في أبسط صورها.

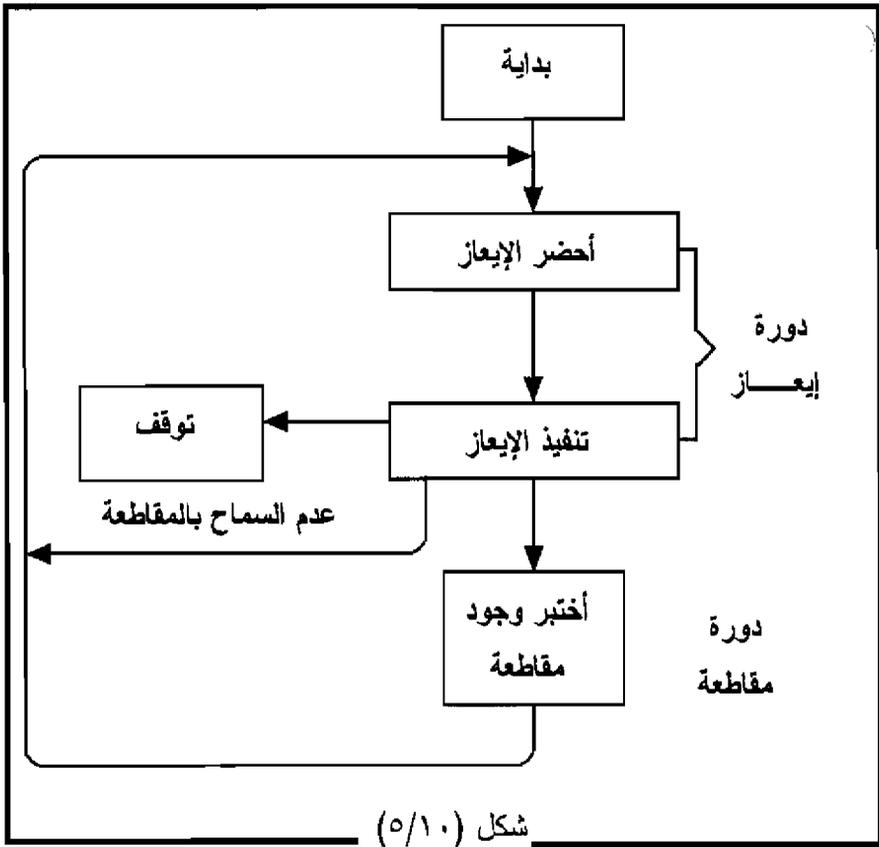


كيان معالجة المقاطعة:

سبق وأن عرضنا إلى أن المقاطعات كانت أحد أساليب زيادة كفاءة منظومة الحاسب وتحقيق عدم التزامن المتعمد في المعالجات بحيث يتمكن نظام التشغيل زمام السيطرة في إدارة الموارد المختلفة للمنظومة بعد أن باتت جليا أختلاف سرعات أداء عناصر الكيان الآلى للمنظومة بمجرد طلب كتابة بيانات بالأمر WRITE يجعل المشغل مشغولا لزمنا قد يطول أو يقصر بما يتعدى قدرته أو الزمن الذى يستغرقه فى تنفيذ مئات الأكواف من خطوات المعالجة أو دورات المشغل ، وبالتالى كانت المقاطعات المنفذ الوحيد لبيدأ المشغل فى تنفيذ إيعازات برنامج آخر محمّل فى الذاكرة وفيما يقرأ أو تكتب بيانات من البرنامج الأول يكون المشغل يجرى معالجة إيعازات فى البرنامج الثانى وهكذا ، شكل (٥/٩).

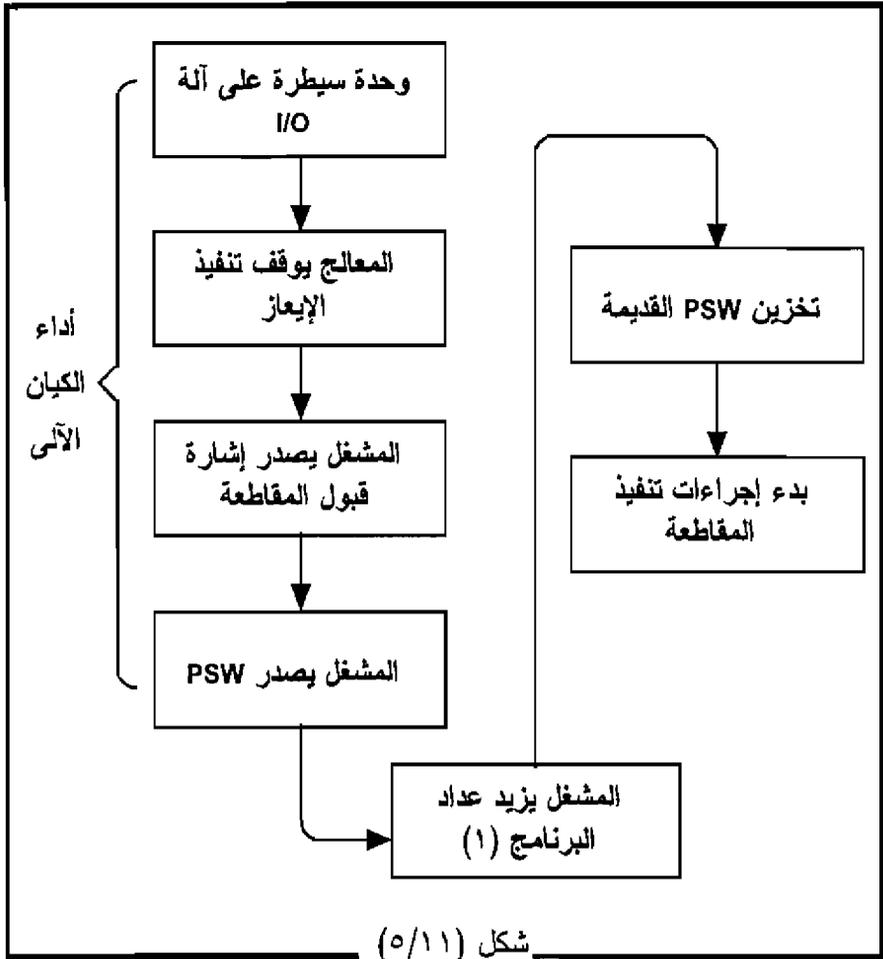


لهذا تضاف دورة المقاطعة إلى دورة الإيعاز وفي هذه الدورة يتولى المشغل اختبار حدوث مقاطعة فإن لم تحدث إشارة مقاطعة يستمر المشغل فى إتمام دورة إيعاز آخر كما هو موضح بالشكل (٥/١٠) فإن سمح بها يوقف تنفيذ الإيعاز.



ويكمل دورة المقاطعة مع تعليق تنفيذ الإيعاز ومن ثم يأمر برنامج معالج المقاطعات للتعامل مع المقاطعة.

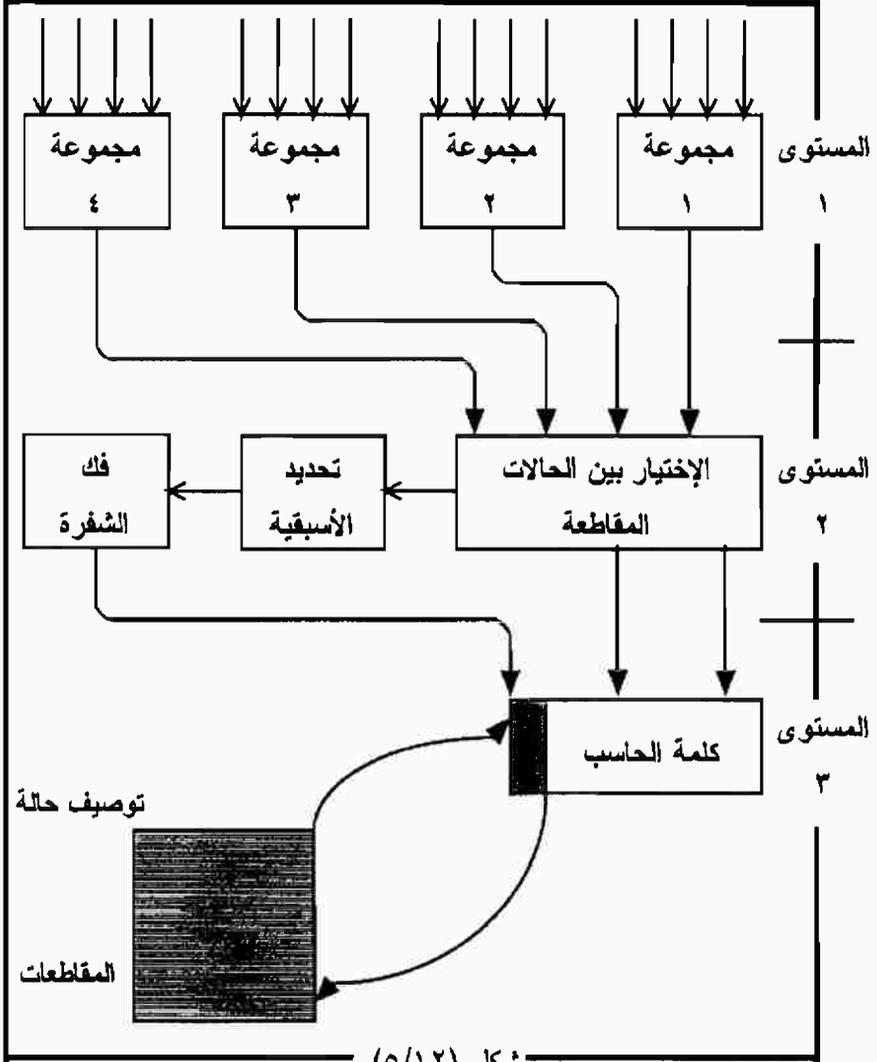
وواضح من إضافة دورة المقاطعات إضافة تكلفة جديدة تتطلب معالجة المقاطعات كيانين (ألى وبرمجى) فيما يوضحه الشكل (٥/١١) التى يمكن تلخيصها على النحو التالى:



تحديد ومعالجة المقاطعات:

يفرض أن منظومة الحاسب مكونة من وحدة تشغيل مركزية واحدة ومتصل بها عدة قنوات على النحو المبين في شكل (٥/١٢) ويوضح الشكل في مستواه الأول عند الحد الزمني [١] خطوط طلب المقاطعة من مختلف موارد النظام ولأعتبرات فنية تم تصنيفها إلى مجموعات كل مجموعة يمثلها خط حتى تتحد مع الإشارة الصادرة من كلمة توصيف حالة المقاطعة (تشبه العلامة التي وضعها قارئ كتابه

على السطر عندما دق جرسا الباب والتليفون) أو تتحد مع إشارة صادرة من مسجلات كلمة توصيف حالة المقاطعة.



ويتيح هذا الدمج إعطاء البرنامج السيطرة اللازمة والافضلية الواجبة على الإختيار بين حالات المقاطعة وبعد تحديد الاسبقية والخيارات المطروحة حيال المقاطعة التى سنأتى إليها تفصيلاً يتم توجيه طلب المقاطعة إلى مرحلة فك شفرتها وتحديد الروتين المناسب.

وتعتبر عملية التوقيت هنا من أهم وأبرز العناصر المطلوبة فلا يمكن الإستجابة لأى طلب مقاطعة إلا أن تنتهى وحدة التشغيل المركزية من إنهاء معالجة الإيعاز القائمة عليه وإن وجدت بعض النظم (الحاسبات) التى تسمح بالتوقف عن تنفيذ الإيعاز عند أى جزء منه والاستجابة الفورية للمقاطعة وهى ليست حالة عامة فى كل الحاسبات بل حالة خاصة جداً.

وعلى المستوى الثالث من الشكل يتم تحديد كلمة التوصيف وتخزينها فى مسجلات خاصة أى إصدار ما يسمى علمياً كلمة حالة البرنامج Program Status Word وتكتب اختصاراً PSW وهى كلمة تستخدمها شركة IBM وشاع استخدام نفس المسمى فى معظم المراجع.

حالات وحدة التشغيل المركزية:

- هناك جملة نقاط ضرورية للتمهيد لتوصيف حالات وحدة التشغيل المركزية على النحو التالى:
- أ - أنه يحتم وجود البرنامج المشرف فى الذاكرة الأساسية كشرط ضرورى لتنفيذ أى برنامج على الحاسب.
 - ب - أن برنامج التطبيق لا يستطيع تنفيذ أى قراءة أو كتابة منفرداً ولا بد من اللجوء إلى البرنامج المشرف.
 - ج - أن استدعاء البرنامج المشرف يتطلب مقاطعة INTERRUPT عمل وحدة التشغيل المركزية.

د - أن السيطرة والقيادة دائما لأي برنامج يجرى تنفيذ إيعازاته فعليا على وحدة التشغيل المركزية.

إذن حالة STATUS (*) هي تحديد الوضع القائم بوحدة التشغيل المركزية أو أى حالات أخرى طارئة تجبر وحدة التشغيل المركزية على وقف التنفيذ دون أن تتوقف الآلات عن العمل وبذلك تنتقل وحدة التشغيل المركزية إلى حالة إنتظار WAIT وبالتالي فهي حالة شائعة الحدوث.

ويمكن رصد حالات وحدة التشغيل المركزية فى الجدول التالى:

الحالة	
RUNING	تنفيذ إيعازات
WAIT	إنتظار
SUPERVISOR STATE	حالة البرنامج المشرف
PROG STATE	حالة البرنامج المستخدم
INTERRUPT	مقاطعة
MASKED	مخفاه
?	حالة غير معروفة

(*) تسمى فى بعض الشركات MODE .

أنواع المقاطعات:

من المقاطعات الشائعة حدوث خطأ أثناء قراءة بيانات من على الوسائط المغناطيسية لذلك تصدر وحدة التحكم أمراً يجبر وحدة القراءة على إعادة القراءة مرة أخرى ، ويتطلب هذا تغيير حالة وحدة التشغيل المركزية وأعطاء السيطرة للبرنامج المشرف.

وهناك حالات كثيرة للمقاطعة لعل أبرزها وجود عمليات قراءة / كتابة منتظرة التنفيذ نظراً لإزدحام حركة نقل البيانات على القنوات CHANNELS نتيجة إنشغالها بتنفيذ عمليات قراءة / كتابة أخرى ، وإذا ما تمت عاود البرنامج المشرف اختبار صحة التنفيذ والتأكد من خلو القناة من الأعمال المؤجلة ولا توجد عمليات قراءة / كتابة مؤجلة PEND.

وعموماً يمكن تحديد نواعي وأقسام المقاطعة على النحو التالي:

مقاطعة بسبب I/O :

- أ - عند طلب بدء عملية قراءة / كتابة.
- ب - إتمام عملية قراءة / كتابة.

مقاطعة خارجية:

- أ - تدخل بشرى من مشرف التشغيل [الموظف] مستخدماً الكونسول.
- ب - إنتهاء شريحة الوقت فى أسلوب المشاركة فى الوقت Time Share.

مقاطعة بسبب برنامج التطبيق:

- أ - عند حدوث طفو فى العمليات الحسابية Over Flow .
- ب - عند حدوث طفو معاكس فى العمليات الحسابية Under Flow .
- ج - عدم توصيف البيانات بدقة.
- د - عدم استخدام منطق وعبارات صحيحة فى إيعازات البرنامج.

أعطال فنية:

تتم عملية المقاطعة عند حدوث عطل فنى فى المعدات.

أستدعاء البرنامج المشرف:

وهى حالات مقاطعة كثيرة أبرزها مايلى:

أ - طلب I/O .

ب - مسح برنامج.

ج - تحميل برنامج.

د - تصحيح الساعة الداخلية.

هـ - نقل بيانات .

و - إنتهاء تنفيذ برنامج بأحد الأوامر التالية:

END
STOP RUN
STOP

ز - عند فتح أو غلق الملفات بالأوامر:

OPEN FILES
CLOSE FILES

ح - تحميل كلمات حالة البرنامج PSW .

كلمة حالة البرنامج PSW :

كل ما سبق من دواعى وأسباب المقاطعة يستدعى أن نتساءل : كيف تتعرف وحدة التشغيل المركزية على ما سبق تنفيذه من إيعازات قبل حالة المقاطعة ، وما هو الإيعاز المطلوب تنفيذه بعد إنتهاء المقاطعة؟ والإجابة تعنى حتمية تسجيل بيانات الموقف داخل وحدة التشغيل المركزية وحفظها فى الذاكرة الأساسية بحيث لا يؤثر وجودها على تسكين البيانات أو البرنامج كما لا يؤثر على حركة تداول وانتقال البيانات.

وتسجل هذه المعلومات في حقل يسمى "موصف حالة العمل" Task State Descriptor (TSD) وتطلق شركة IBM مسمى حالة البرنامج Program Status Word (PSW) وكلاهما يؤدي نفس الوظائف فيما عدا أن شركة IBM تستخدم حيز تخزين أقل مكون من كلمة مزدوجة وأن كان استخدامها للمسمى PSW غير ملائما لأنه لا يعبر عن الوظيفة الحقيقية لـ TSD ويعطى مضمون غير حقيقي للمشكلة.

وتعتبر TSD دالة للمحددات التالية: (Ep , Ip , Mc , Pc)

EP = Enviroment Pointer

ويستخدم عدة مسجلات لتوصيف الحالة الداخلية للحاسب.

IP = Instruction Pointer

ويحتوى على عنوان الإيعاز التالي في التنفيذ.

Mc = Machine Pointer

ويحتوى على معلومات المسجلات ووحدة التشغيل المركزية.

Pc = Protection Code

ويضم أسلوب تأمين البرامج والبيانات المحملة في الذاكرة الأساسية.

وبالطبع تختلف مسميات شركة IBM عن مسميات الشركات الأخرى لنفس

الوظائف والدلالات إضافة إلى تحديد نوعية CLASS المقاطعة وأسلوب علاجها سيان بالتنفيذ أو الإهمال أو الإلغاء ، لذا لزم التنويه.

أستخدام TSD أو PSW :

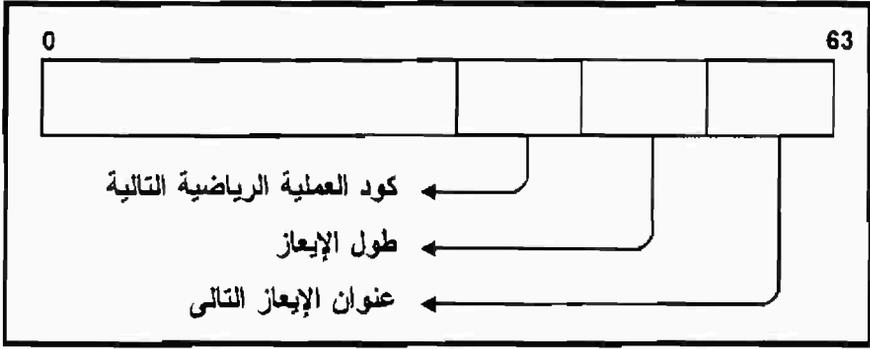
خلال مراحل تنفيذ البرنامج يستخدم الحاسب أعداد كبيرة من TSD أو PSW

(خلال الصفحات التالية بعد هذه الفقرة سوف نستخدم PSW بدلا من كلمة TSD) لكن

لا يوجد سوى PSW واحدة تشير إلى الحالة الراهنة وتسمى Current PSW وهى

إلى جانب وظائفها الأخرى ضرورية لأستمرارية وحدة التشغيل المركزية في تنفيذ

مهامها حيث تحتوى على عنوان / الأمر التالي ، الإيعاز التالي / المطلوب تنفيذه.



إصدار PSW :

متى أعطت وحدة التحكم أمرها بإصدار PSW جديدة بالأمر LOAD PSW تنتقل وحدة التشغيل المركزية إلى حالة الإنتظار WAIT ويبدأ روتين خاص في قراءة المسجلات والعناوين والاطوال ويصدر الـ PSW الجديدة لتصبح CURRENT .PSW

حقول PSW :

من بين المعلومات التي تسجل في PSW إلى جانب عنوان الإيعاز التالي حقل خاص يضم معلومات عن طول الإيعاز وحقل آخر يسمى PROGRAM MASK وهو حقل تتغير قيمه بين صفر وواحد على حسب قرار وحدة التشغيل بشأن المقاطعة كما تضم حقلًا آخر يسمى CONDITION CODE تسجل به نتاج عملية المقارنة التي تمت في إيعازات البرنامج.

الخيارات المطروحة حيال معالجة المقاطعة:

تطرح دواعي المقاطعة وأقسامها تساؤلات جديدة عن البدائل المطروحة أمام وحدة التشغيل المركزية للتعامل مع المقاطعة وأسلوب هذا التعامل ، وما هي

المقاطع التي يجب أن تستجيب لها فورياً ، وما هي تلك التي يمكنها إهمالها
 MASK / IGNORE
 أو تعليقها حتى تنتهي من تنفيذ المهمة القائمة عليها.

وللإجابة على هذه التساؤلات يمكن القول بشيء من التبسيط أنه فيما عدا
 استدعاء البرنامج المشرف فانه في مقدور وحدة التشغيل المركزية إهمال أو تسأجيل
 المقاطعة ، ومتى قررت ذلك فإن برنامج التطبيق يستدعى روتيناً خاصاً ليضع صفرأ
 في الحقل المناسب لنوعية CLASS المقاطعة ضمن PSW ، وهذه الروتينات لها
 أسبقية في التنفيذ.

التعليمات ذات الأسبقية:

هي تعليمات يشترط لتنفيذها أن تكون حالة STATUS وحدة التشغيل
 المركزية في حالة البرنامج المشرف ، أي أن البرنامج المشرف يتولى السيطرة على
 الحاسب ، وأهم هذه التعليمات تنفيذ عملية I/O ، أو تحميل PSW جديدة.

مثال:

طلب أحد برامج التطبيقات قراءة بيانات فما هي الخطوات التي تتم؟

بفرض أن البرنامج على النحو التالي:

```

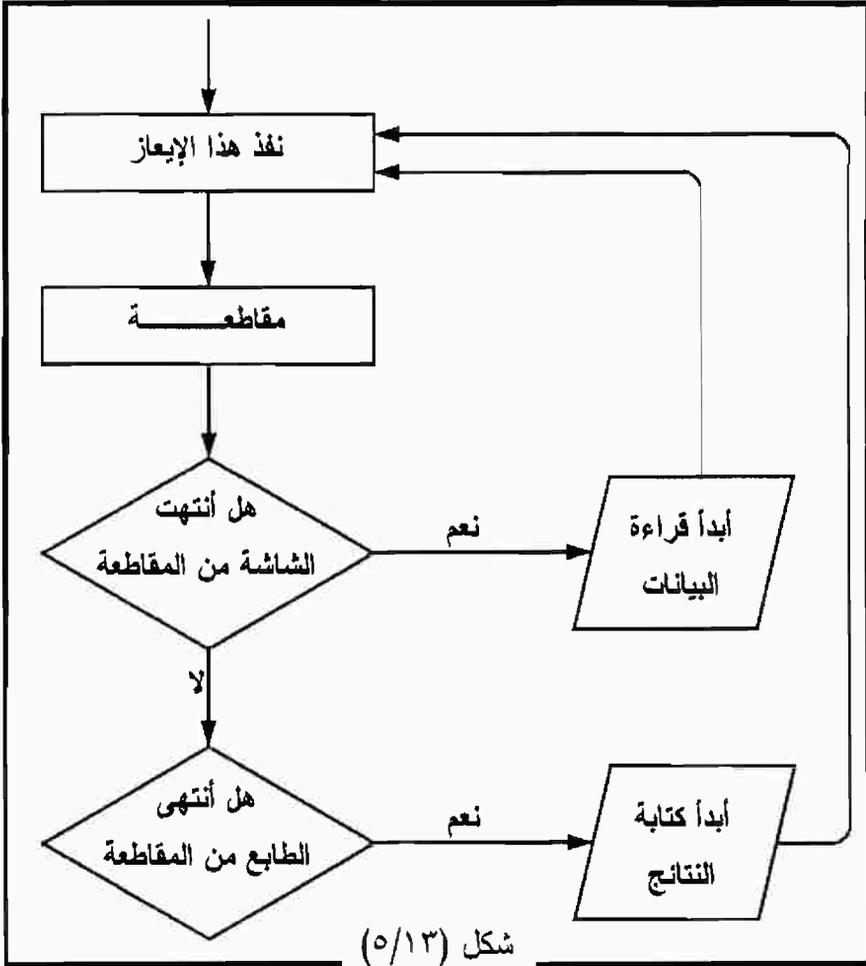
40   FOR I=1 TO N
50   READ X (I)
60   .
70   .
80   .
90   NEXT I
    
```

- أ - يتضمن الأمر READ X (I) بعد ترجمته طلب استدعاء البرنامج المشرف.
- ب - عندما يصل تنفيذ البرنامج إلى READ تتم مقاطعة CPU وتنفيذه استدعاء
 ويترتب على إجراء مقاطعة.
- ج - يتم استبدال PSW بأخرى جديدة وتنقل PSW السابقة للتخزين في الذاكرة.

د - تنتقل حالة الوحدة إلى حالة البرنامج المشرف.

هـ - يعطى البرنامج المشرف أوامر تنفيذ القراءة إلى القنوات من خلال روتين PIOCS .

و - تتعرف وحدة التشغيل المركزية على الحالة التي يجب أن تكون عليها بتكويد موقع محدد في PSW بالحالة المطلوبة ، فإذا كانت القيمة صفراً فإن السيطرة للبرنامج المشرف. ويوضح الشكل (٥/١٣) مخطط معالجة المقاطعة.



إهمال المقاطعة:

قد يتطلب تنفيذ البرنامج وتحت شروط خاصة إهمال أى مقاطعة تجرى على وحدة التشغيل المركزية ، فإذا كان هناك برنامج يطلب I/O فى مقدور نظام التشغيل ممثلاً فى البرنامج المشرف إهمال IGNORE أو إخفاء MASK إشارة المقاطعة الجديدة حتى ينتهى من تنفيذ ما يقوم به من عمل.

وإهمال المقاطعة يتلخص دون الدخول فى تفاصيل كثيرة إلى وضع أصفار فى حقول خاصة بالإخفاء MASK ضمن PSW.

ونعيد القول مرة أخرى أن إهمال المقاطعة شأنه مثل عدم فتح باب الشقة رغم أن الطارق يدق الجرس أو التانى فى فتح الباب حتى تنتهى من عمل تقوم به لا تريد للضيف رؤيته أو التعرف على ما كنت تؤديه.

* * *

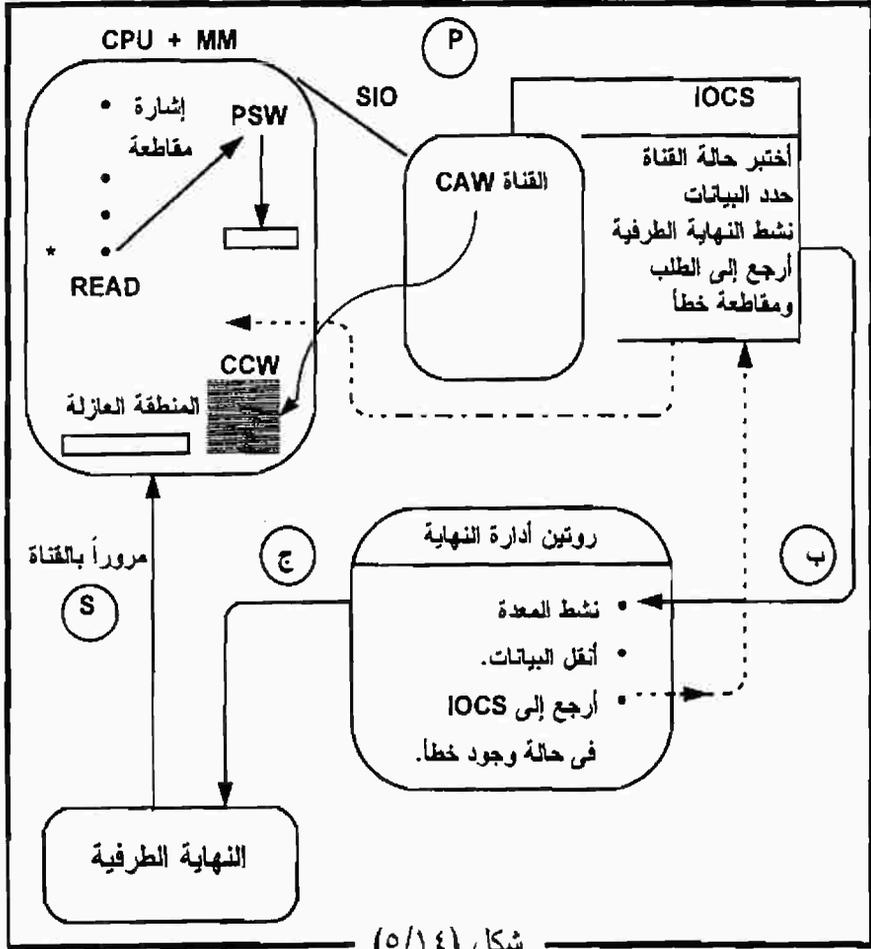
منهجية التشغيل المتداخل:

لأن الحاسب ليس بشرا يفهم ويعى ويدرك ويقرر أن كل مكون مما عرضناه فى هذا الباب سوف يؤثر فى إنجاح وتحقيق تداخلية التشغيل وحتى نتفهم هذه المنهجية نلقى الضوء على أثر كل عنصر فى هذه المنهجية.

أولاً: علاقة القناة بوحدة التشغيل المركزية:

سبق وأوضحنا أن العلاقة بين وحدة التشغيل المركزية وبين القناة تماثل نفس العلاقة بين السيد والخادم ، فليس للقناة بدء أى عمل دون تلقى أوامر قيادة من وحدة التشغيل المركزية يوضح لها أسلوب أداء العمل ، وليس للقناة حرية تغيير المهمة ، وعليها متى أتمت التنفيذ إخطار وحدة التشغيل المركزية بذلك من خلال إجراء مقاطعة وعليها إخطارها بحالتها الفيزيائية والمنطقية، وقد سبق وعرضنا إلى

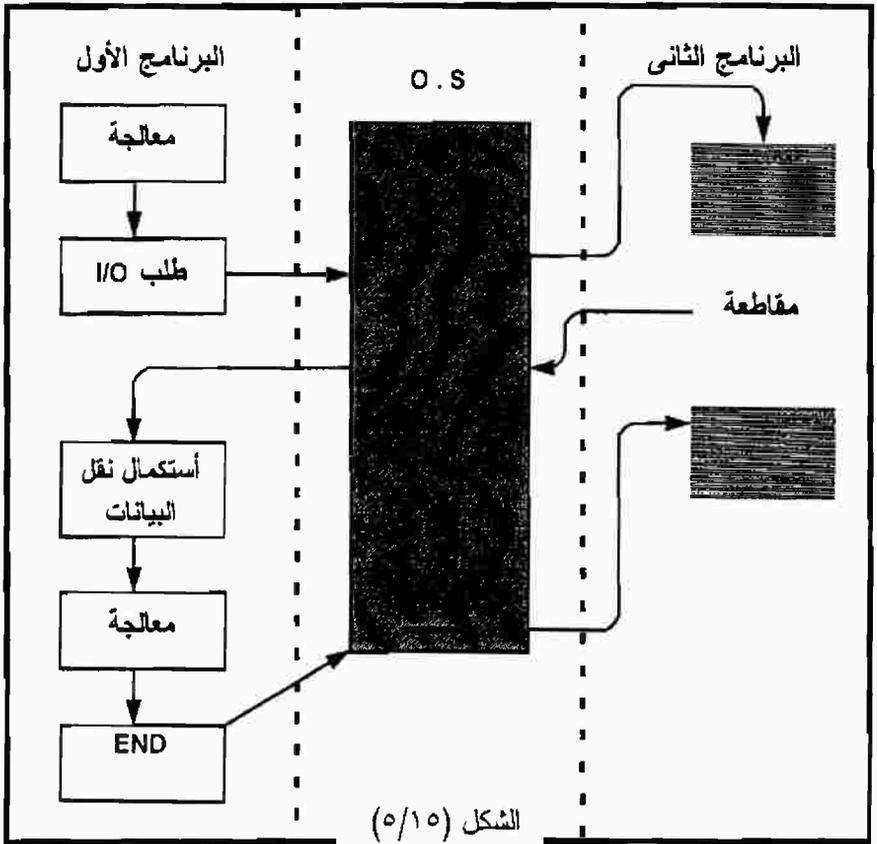
هذه العلاقة تفصيلياً في الباب الرابع ، وتنفذ أوامر I/O على المستوى الشامل وفق ما ورد في الباب الرابع والموجز في الشكل (٥/١٤).



شكل (٥/١٤)

ثانياً: علاقة المقاطعات بوحدة التشغيل المركزية:

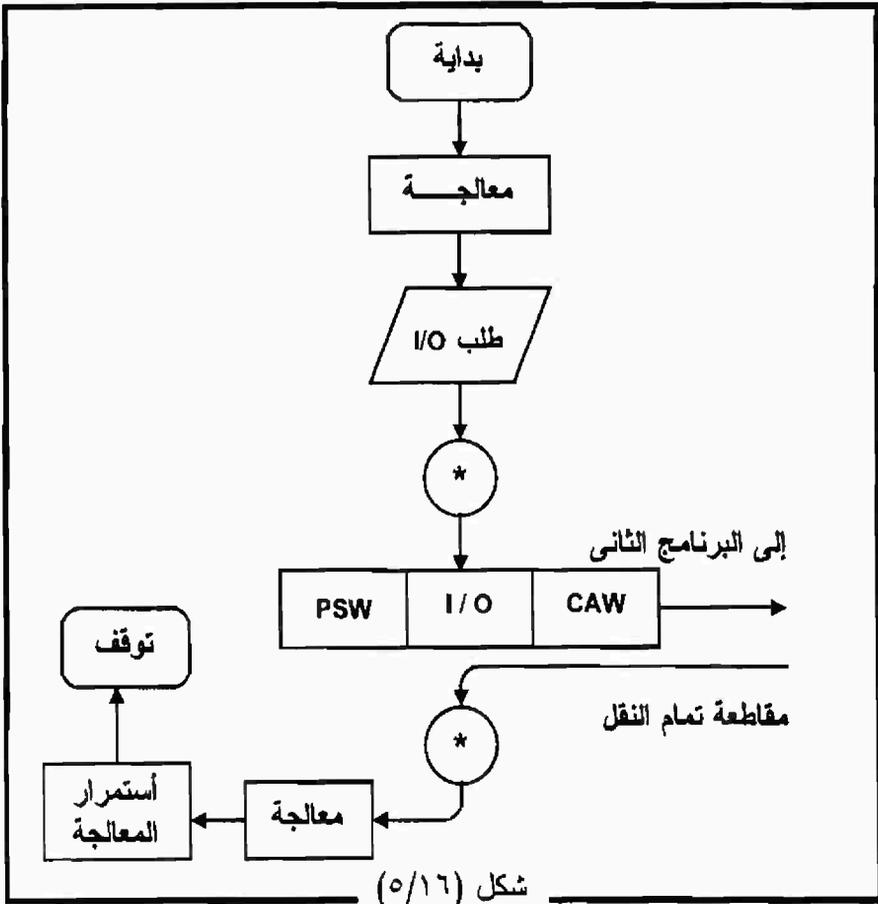
كانت إضافة المقاطعات من الأمور الهامة التي حققت لوحدة التشغيل المركزية بدء عملية I/O دون إنتظار حتى يتم نقل البيانات وتنقل التنفيذ إلى برنامج



آخر مسترشدة باستخدام PSW الخاص بهذا البرنامج بينما تقوم القنوات على مراقبة تنفيذ I/O المتعلقة بالبرنامج الأول فيما يطلق عليه تعددية البرمجة فيما يوضحه الشكل (٥/١٥) والذي يتضح منه أن وحدة التشغيل المركزية تقوم على تشغيل البرنامج الأول وتستمر في التنفيذ حتى يطلب البرنامج I/O ولأن نظام التشغيل هو المسئول مع القناة عن تنفيذ الأمر لذلك يقوم البرنامج بإستدعائه حيث تصدر PSW جديدة محل اللاحقة بعدها يراجع النظام التشغيل كل PSW المؤجلة ويستدعى الأقرب ويبدأ في تنفيذ البرنامج رقم (٢) طالما لم يطلب هو الآخر I/O ويستكمل تنفيذه حتى يطلب I/O ومع نهاية I/O ترسل إشارة مقاطعة ليبدأ أستكمال التنفيذ.

ويتم للتنفيذ وفق الخطوات التالية والمحددة بالشكل (٥/١٦) حيث:

- ١ - ترسل النهاية الطرفية إشارة مقاطعة بإتمام عملية I/O.
- ٢ - ترسل وحدة سيطرة النهاية الطرفية إشارة إلى القناة بتمام العملية.
- ٣ - ترسل القناة تمام إلى وحدة سيطرة النهاية الطرفية.
- ٤ - ترسل القناة إشارة مقاطعة إلى وحدة التشغيل المركزية بحيث تشمل عنوان المقاطعة Interrupt Vector على ناقل I/O وتتلقى القناة عنوان المقاطعة فسي مسجل خاص بعناوين المقاطعات.



- ٥ - تحفظ القناة عنوان المقاطعة.
- ٦ - ترسل طلب القناة المقاطعة إلى وحدة التشغيل المركزية.
- ٧ - تستكمل وحدة التشغيل المركزية معالجة طلب المقاطعة وتحديد الروتين المطلوب.
- ٨ - تتغير حالة وحدة التشغيل ويتصدر البرنامج المشرف ويصدر SIO وعنوان كلمات القناة.
- ٩ - تبدأ القناة في تنفيذ أوامر المناظرة... وهكذا.

الخلاصة:

والسؤال الآن هل حققت كل الخمس إضافات التي استخدمناها رفع الكفاءة لأعلى حد ممكن؟ وهل استخدام المقاطعات حل جميع المشاكل ورفع كفاءة المنظومة لديها الأقصى؟ الإجابة ببساطة : لا ، هنا يتبادر على الذهن مباشرة لماذا؟ والإجابة دون الدخول في تفاصيل كثيرة ، بداية لابد من الاعتراف بأن ما استخدمناه من المناطق العازلة والتكثيل وبرامج IOCS والقنوات والمقاطعات حققت الارتقاء بالانتاجية لكنها لم تصل بها الى مائة بالمائة لان هناك ثلاث مؤثرات أخرى تدخل مثل زمن I/O ، حيز التكتل ، سرعات الأقراص المغناطيسية ، نوعية وقدرة نظام التشغيل ... إلخ.

