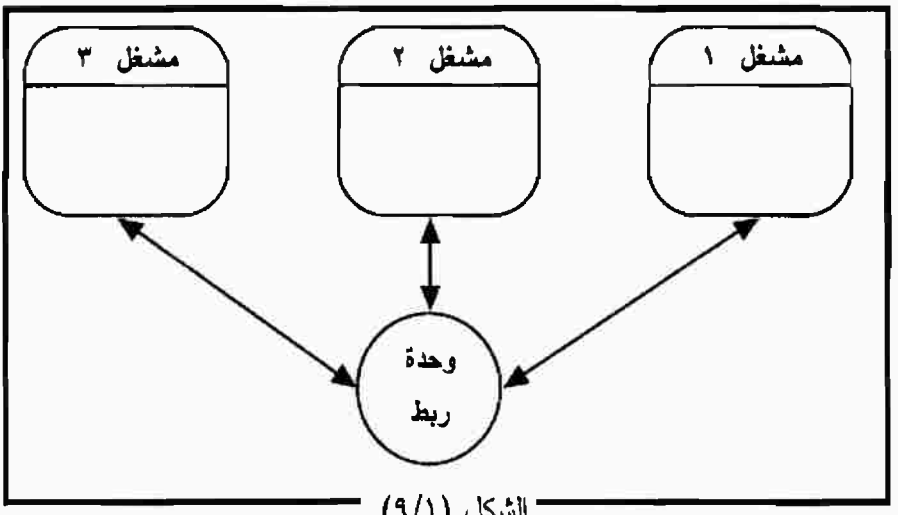
الباب التاسع

٩

التشغيل المتعدد

يقصد بالتشغيل المتعدد إمكان تنفيذ برنامج على عدد من وحدات التشغيل المركزية المرتبطة مع بعضها البعض من خلال نظام ربط يسمح بأن تتولى إحدى الوحدات القيام بمهام ووظائف وحدة أخرى أصابها عطل طارئ مما أضطرها إلى أخطار الوحدات الأخرى لتتولى عنها أعباءها ومما يستدعى من نظام التشغيل إعادة توزيع المهام على الموارد المتاحة للحصول على أقصى عائد ممكن.

ويوضح الشكل (٩/١) ثلاث وحدات تشغيل مركزية متصلة عبر نظام مشترك بحيث يسهل إعادة تخصيص الموارد وتوزيع الأعباء.



الشكل (٩/١)

ولعل أبرز أهداف التشغيل المتعدد مايلى:

أ ــ زيادة سماحية النظام حيال المستخدمين الحاليين والمرتقبين.

ب ــ تحقيق أعلى عائد من التشغيل.

ج ــ زيادة قدرة النظام مع زيادة محدودة فى تكلفة البنية الأساسية.

د ــ تحقيق ثقة المستخدم فى النظام وأنه نظام يعول عليه ، لأن النظام لا يتوقف أن حدث عطل فى إحدى وحداته برغم تدنى سرعة التنفيذ.

هـ ــ يحقق مرونة عالية فى إنشاء توسعات جديدة.

ويجدر القول أنه تطبق قاعدة مؤداها عدم السماح بوجود وحدة تشغيل مركزية معطلة أو لا تعمل على تنفيذ مهام حتى لو أدى الأمر إلى تكليفها بتنفيذ دوارة لانهائية ENDLESS LOOP وبما لا يؤثر على أداء الوحدات الأخرى.

أولا : تعددية التشغيل المتجانس (*):

يعتبر ربط وحدات التشغيل المركزية فيما بينها وبين وحدات المدخلات والمخرجات ووسائط التخزين الثانوية ، من أهم الأمور التى يجب إعطاؤها أهتماماً كبيراً ولذلك تفرض الشروط والمحددات التالية على نظم تعددية التشغيل لتحقيق مبدأ التجانس :

أ - ضرورة أن تكون قدرات وحدات التشغيل المركزية متقاربة.

ب - ضرورة أشتراك جميع الوحدات فى ذاكرة أساسية واحدة.

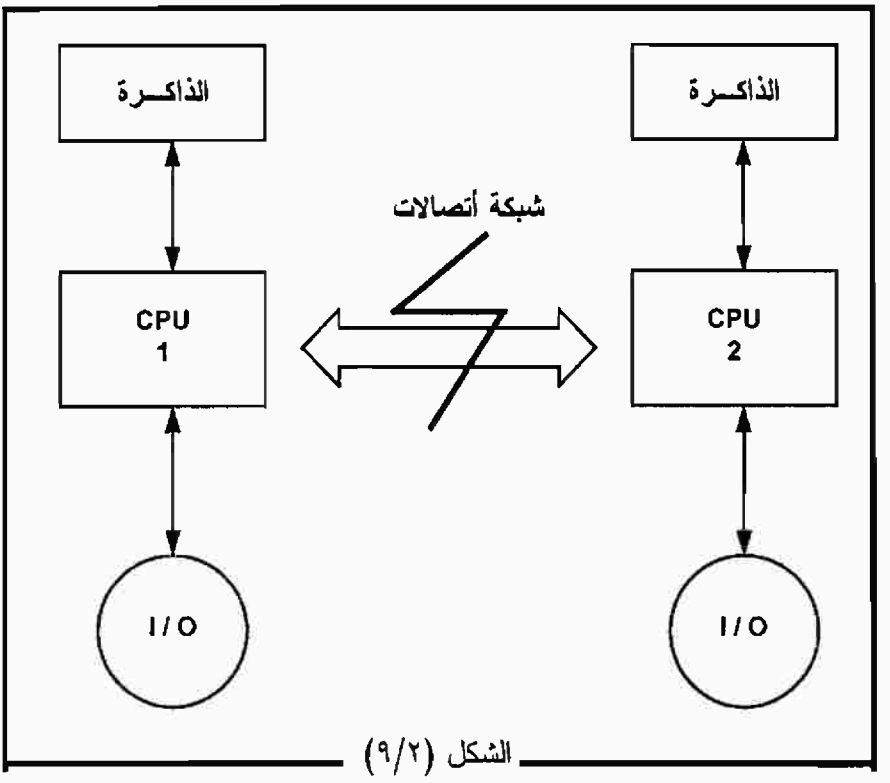
ج - ضرورة مشاركة الوحدات المركزية فى قنوات النظام ووحدات تحكم الآلات.

أن تخضع جميع وحدات الكيان الآلى إلى سيطرة نظام تشغيل واحد بما يتيح له تنسيق وتنظيم العمل فيما بينها ويسمح له بتوزيع الموارد التوزيع الأمثل.

(*) HOMOGENOUS PROCESSING.

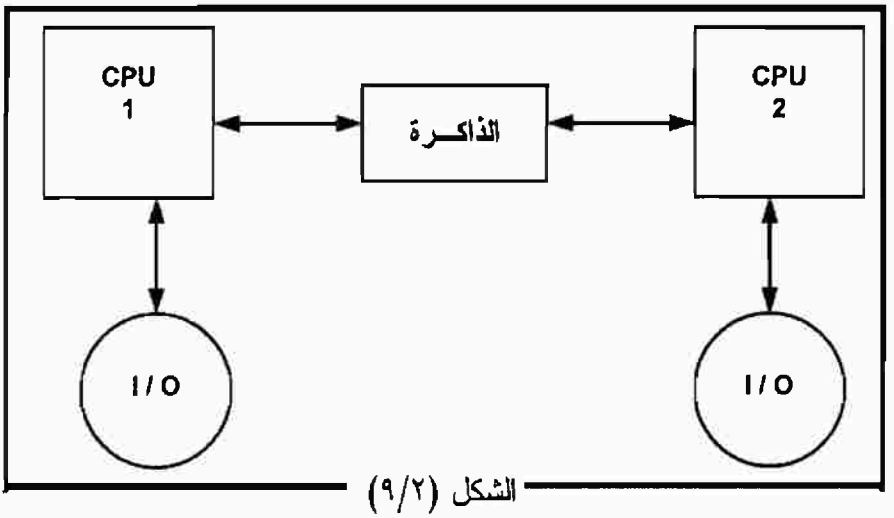
الأزدواج المرن والأزدواج الجامد:

يقصد بالأزدواج المرن إمكان ربط منظومتى حاسب عبر شبكة إتصـــالات شكل (٩/٢) رغم أن لكل منظومة وحدة المشغل والذاكرة الخاصة بها ونظام التشغيل الخاص بها وبحيث تستطيع كل منظومة العمل بأستقلالية كاملـــة أو الأتصـــال مـــع المنظومة المناظرة إذا دعت الضرورة وكل منظومة يمكنها نقل ملفات الأخرى إليها عبر شبكة الإتصالات كما يمكن نقل المهام من موقع لآخر إن كانت إحداها مفعمـــة بالمهام والأخرى ليس لديها ما يكفيها من عمل.



الشكل (٩/٢)

أما الأزدواج الجامد فإن كلتا المنظومتين تتشاركان على نفس الذاكرة ونفس نظام التشغيل شكل (٩/٣).



الشكل (٩/٢)

نظم تشغيل تعددية التشغيل:

فى الواقع أن نظام التشغيل الذى يؤدى تعددية البرمجة يمكنه ــ ولو بقـــدر من التبسيط ــ أدارة تعددية التشغيل لان كليهما يجب أن يتصف بالآتى:

أ ــ أدارة وتوزيع الموارد.

ب ــ فرض الوقاية الكاملة على البيانات ومنع تكوين نقط الأختناق والتوقف التام.

ترتيب معدات التشغيل المتعدد:

يرى هارى كانزان فى كتابه "نظم التشغيل" ويشاركه فيما ذكـــره مؤلفـــون آخرون أن ترتيب معدات نظم تعددية التشغيل تنقسم إلى ثلاثة أساليب هى:

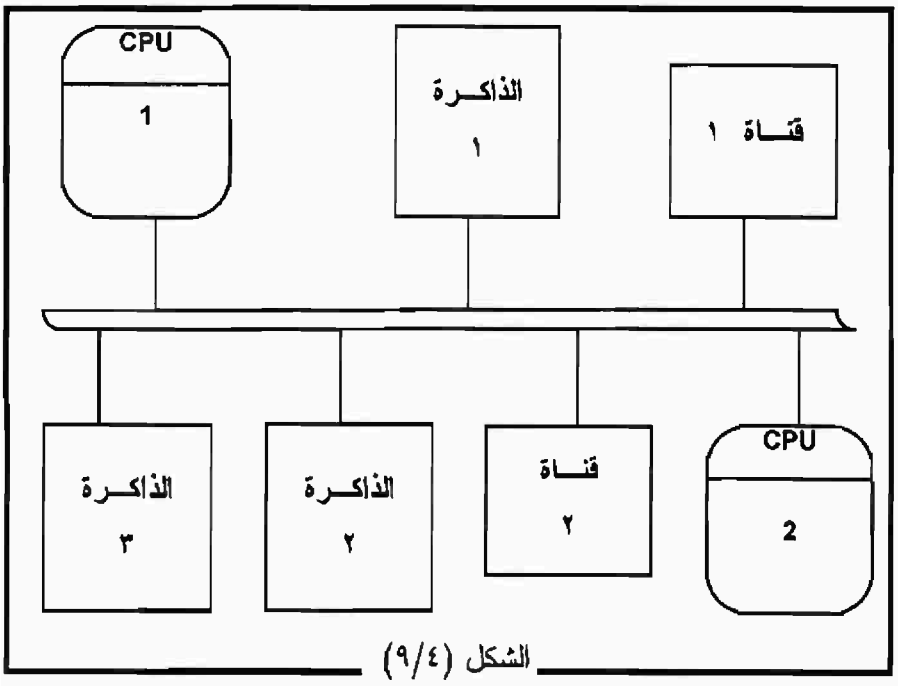
أ ــ أسلوب الناقل الرئيسى.

ب ــ الذاكرة متعددة المداخل.

ج ــ الترتيب المتعامد.

١ - أسلوب الناقل الرئيسى:

يعرف هذا الأسلوب أيضا بأسم المشاركة فى الزمن ، ويوضح الشكل (٩/٤) مفهوم أسلوب الناقل الرئيسى ، وفيه يستخدم مسار إتصال واحد لجميع عناصر الكيان الآلى للنظام ، ويتم نقل البيانات عبر جزء بينى INTERFACE على الناقل الرئيسى MAIN BUS ، فيما بين الذاكرة الأساسية والمشغلات المندرجة فى النظام ، وعلى هذا فإن نقل أى بيان يتطلب الآتى:



الشكل (٩/٤)

(١) أختبار قدرة الناقل على نقل البيانات.

(٢) تأكيد أستعداد الوحدة المنقول إليها لقبول البيانات.

(٣) إخطار الوحدة المنقول إليها البيانات بالإجراءات المطلوب القيام بها لمعالجة البيانات المنقولة.

وإذا شئنا مثالا من الحياة يقرب مفهوم أسلوب الناقل الرئيسى ، فلن نجد أفضل من مثال لرجل أعمال يريد إرسال نقود إلى أحد مكاتبه بالخارج ولذا يجب أن يعرف مسبقاً أن البنك يوافق على نقل المال وفق الضوابط الإجرائية والمالية ، كما يعرف مسبقاً مدى حاجة مكتبه إلى النقود ومتى دفع بالنقود إلى البنك فأنه يخطر مدير المكتب بالإجراءات حيالها.. أهى لدفع مرتبات العاملين أو تسديد إلتزامات مالية... إلخ.

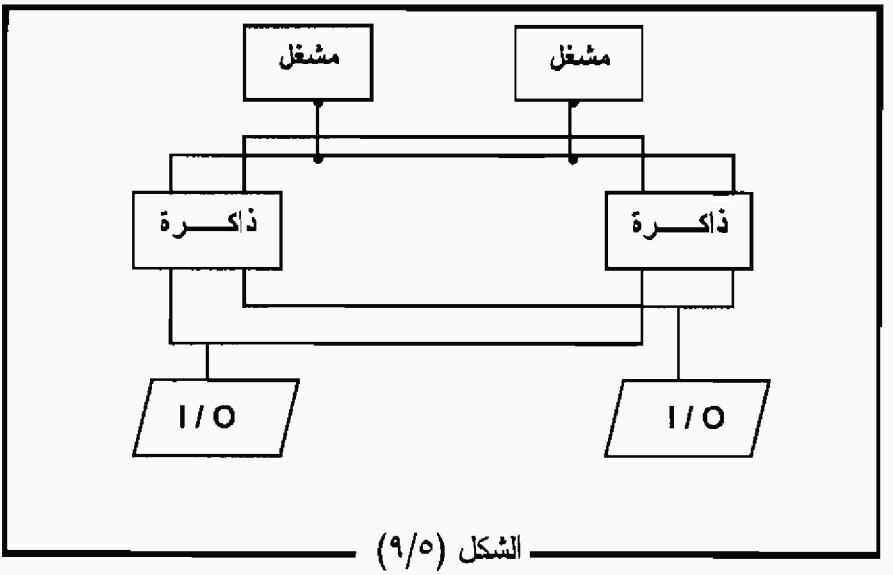
(٤) على الوحدة المستقبلة للبيانات البدء فى أستقبال اشارة بدء إرسال البيانات وكذلك نهاية الإشارة والبدء فى إتخاذ إجراءات المعالجة حيالها.

مميزات وعيوب أسلوب الناقل الرئيسى:

أسلوب يحقق مرونة عالية وتكلفة أقل وترتيبا سهلا وبسيطا يمكن معه إضافة معدات جديدة أو حذف معدات قائمة، لكن يتوقف النظام تماماً فور حدوث عطل فى الناقل الرئيسى ، كما أن كفاءة النقل تعتمد على كفاءة الناقل الرئيسى ، وعندما تزداد كثافة النقل تقل كفاءة الأداء بدرجة ملحوظة.

٢ - الذاكرة متعددة المداخل MULTI PORT STORAGE :

يوضح الشكل (٩/٥) الفكرة الأساسية فى ترتيب المعدات وفق أسلوب الذاكرة متعددة المداخل بحيث تستطيع وحدة I/O التعامل مع أى ذاكرة من خلال مدخل خاص بها وفق أسبقيات وإستراتيجيات مسجلة فى نظام التشغيل.

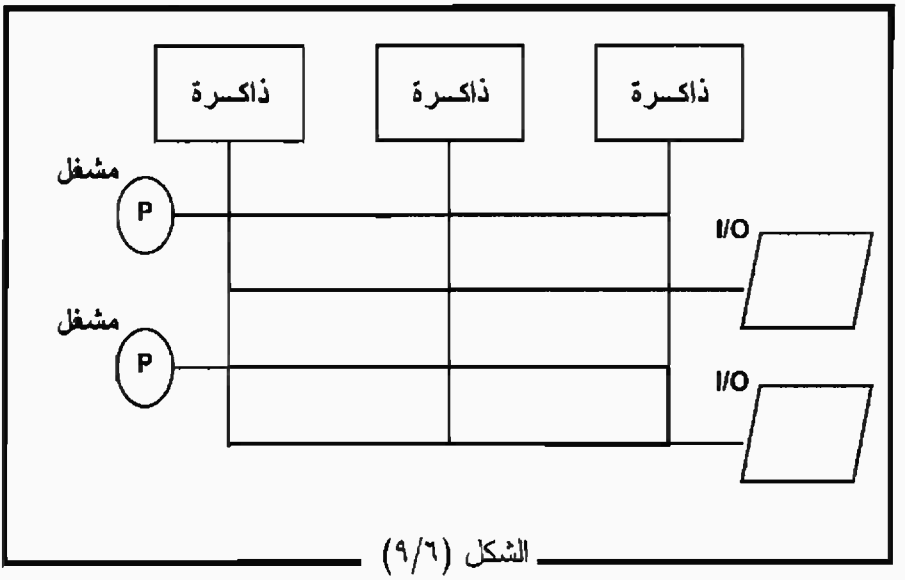


الشكل (٩/٥)

٣ - الترتيب المتعامد:

يتلافى هذا الترتيب عيوب الناقل الرئيسى حيث يتوفر أكثر من ناقل واحـــد لكل ذاكرة ، مما يساعد على نقل البيانات بين الوحدات المختلفة فورياً دون حـــدوث تعارض BLOCKING أو توقف تام DEAD LOCK.

وأسلوب الترتيب المتعامد ليس فكرة أستحدثتها نظـــم الحاســبات إذ ســبق أستخدام نفس الفكرة فى شبكـــة الخطـــوط التليفونيـــة بيـــن مختلـــف الســـنترالات والمشتركين ، وعنها دخلت نظم تعددية التشغيل ، ويعتبر الكيـــان الـــبرمجى لـــهذا الترتيب [البرامج + نظام التشغيل] حجر الزاوية فى نجاحه ، فإن أحســـن تصميمـــه حقق للشبكة سرعة نقل عالية جداً ، مما يزيد الوثوقية فى النظام ، ويوضح الشكـــل (٩/٦) مفهوم الترتيب المتعامد.



الشكل (٩/٦)

وفى الثلاث طرق السالفة تخصص وحدة تشغيل مركزية واحدة لتتولى إدارة جداول النظام.

ثانيا : تعددية التشغيل غير المتجانس :

يسمى التشغيل المتعدد غير متجانس إذا لم يحقق كل أو أحد الشروط السالف الإشارة إليها فى تعددية التشغيل المتجانس ، لكن الشائع فى هذا النوع هو أستخدام وحدة تشغيل مركزية صغيرة إلى جانب وحدة تشغيل مركزية أكبر قدرة بقصد المعاونة فى تأدية مهام النظام ــ لذلك يطلق على هذا الأسلوب التشغيل المتعدد بأسلوب المعاونة ــ أو المعاونة وفق نظرية السيد والخادم.

وتخصص الوحدة الصغيرة لاجراء العمليات الرياضية والحسابية وتتولى الوحدة الأكبر القيام بباقى مهام النظام.

والواقع أنه إذا حدث عطل فى الوحدة الصغيرة تقل بالتالى كفاءة النظام كما أن تعطل الوحدة الأساسية يجعل من المستحيل على النظام القيام بأى عمليات I/O.

وتحل مثل هذه المشكلة باعادة تعريف الوحدة الصالحة فى النظام على أنها الوحدة الرئيسية وتنقل إليها كل عمليات I/O على أن يراعى فى إختيار المعدات وجود تطابق فى الكيان البرمجى وإلا تطلب تشغيل النظام أستخدام نظام تشغيل معقد للربط بين الوحدتين.

وكثيرا ما تحدث المعاونة بأن تنتج احدى وحدات التشغيل المركزية بيانات تستهلكها الوحدة المعاونة لإنتاج المعلومات النهائية ، مما يستدعى وجود تزامن مطلق بينهما شأنهما فى ذلك شأن العلاقة بين المنتج والمستهلك ، وإذا نظرنا إلى مثال من الحياة ، فقد نجد فى هذا المثال تبسيطا غير مخل لما نبغى، فبفرض أن أحد المنتجين يرسل إنتاجه إلى منفذ توزيع واحد ، وهناك مستهلك يتلقى هذا الإنتاج دوما فإن كليهما يواجه بأحد الحالات التالية ، **الأولى** : إذا كان الإنتاج أكبر من طاقة الإستهلاك فإنه يجب إعطاء إشارة للمنتج بوقف إرسال إنتاجه وإلا تراكم وتسبب فى مشكلة فيض على منفذ التوزيع ، **والثانى** : إذا كان الإنتاج أقل من الإستهلاك فيجب إعطاء إشارة للمنتج أن يزيد إنتاجيته أو يحد المستهلك من سرعته على الإستهلاك ، **الثالث**: أنه فى الوضع الأمثل فإن الإستهلاك يعادل الإنتاج تماما.

ونعود إلى مثال المعاونة بين وحدات التشغيل المركزية نجد أنه يلزم أستخدام الـ SEMAPHORES فى ضبط إيقاع وأداء كلتا الوحدتين.

نظم تشغيل تعددية التشغيل:

فى الواقع أن نظام التشغيل القادر على إدارة تعددية البرمجة يمكنه ولو بقدر من التبسيط إدارة تعددية التشغيل لذا يجب أن يضم هياكل برمجية تحقق الوظائف التالية:

أ ــ توزيع الموارد وإدارتها.

ب ــ منع وقوع النظام فى مشكلة التوقف التام.

ج ــ معالجة مشاكل سقوط الخدمة فجأة.

د ــ توزيع الأعباء توزيعاً جيداً على المشغلات.

هـ ــ الإنهاء الإضطرارى للمهام.

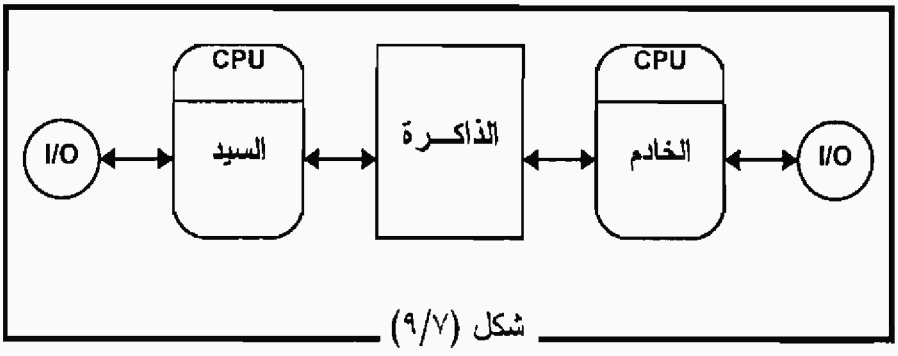
و ــ تحقيق التوازن فى المدخلات والمخرجات.

ز ــ إمكانية إعادة ترتيب المعدات منطقياً.

التنسيق فى تعددية التشغيل:

الأول : علاقة السيد بالخادم:

وهو الأبسط حيث يخصص مشغل يسمى "السيد" أو "الرئيسى" يتولى تنفيذ إيعازات برامج نظام التشغيل بينما المشغل "الخادم" يقوم فقط على تنفيذ إيعازات برامج التطبيقات فإذا كانت البرامج تطلب تدخل نظام التشغيل فإن "الخادم" يصدر إشارة مقاطعة تنقل إلى [الرئيسى] وينتظر "الخادم" حتى يمكن الإجابة عليها ، وطبعا يطول الإنتظار إذا كان عدد وحدات [الخادم] كثيرة ومتعددة ، أضف إلى ذلك أن توقف الحاسب الرئيسى يسبب كارثة للنظام كله ، كما أن إستجابة النظام سوف تتأثر كثيراً بمدى أسبقية وحدة "الخادم" فى فئتها.



شكل (٩/٧)

الثانى : الأستقلالية لكل مشغل:

وفيها يتاح لكل مشغل نظام تشغيل خاص يتولى معالجة المقاطعات ويدير ملفاته ووحدات I/O وان كانت فئة المشغلات معروفة على المستوى الأعلى للمنظومة ، وتتيح هذه الأستقلالية عدم حدوث مشاكل على مستوى الكارثة التى تحدث لو توقف المشغل [السيد] كما أسلفنا ، وهذا يوضح لنا أن كل مشغل فى المنظومة كيان قائم بذاته يتعاون مع باقى المشغلات عن طريق تدخل مسئولى المنظومة لإعادة توزيع المعدات فقط.

الثالث : التناسق SYMMETRICAL :

وهو أصعب نظم التشغيل المتعدد وأقواها إنتاجية على الإطلاق ، وهنا يشترط أن تكون كل المشغلات من نفس النوع والقدرة ويتولى نظام التشغيل إدارة كافة موارد المنظومة الآلية والبرمجية، وكل مشغل ينفذ برامج نظام التشغيل ، ويتولى نظام التشغيل حل التضارب بين المشغلات عند طلبها نفس المورد من خلال قوائم أسبقية كما أن تعطل إحداها لا يسبب مشكلة للمنظومة ويقوم نظام التشغيل بإستبعاده من الجداول وإسقاط مهامه وإعادة توزيعها على باقى المشغلات ، كما أنه يجب تحديد مشغل يكون مسئولا عن الهيمنة على المستوى الأعلى على مجموع المشغلات.

التشغيل المتوازى :

يمكن أستخدام تعددية للتشغيل فى تنفيذ إيعازات برنامج واحد بأسلوب متواز ، وهو أسلوب ليس جديداً لكنه يتطلب لغة برمجة تسمح بمثل هذا الأداء.

مثال:

بفرض أن الإيعاز التالى يراد تنفيذه:

A = 3 * B * C + 4 / (D + E) * * (F-G).

الحل:

إذا تمت صياغة الإيعاز بلغة البيزك أو كوبول أو أى لغة برمجة شائعة فإن تنفيذ الإيعاز على الحاسب يتم بأسلوب متسلسل وفق أسبقيات الأقـــواس والعمليـــات الرياضية فيما يوضحه الجدول.

```
(F - G)  ..............> T 1
(D + E)  ..............> T 2
(T1 * T2) .............> T 1
(4 / T1)  .............> T 1
(T1 * C)  .............> T 1
(T1 + T2) .............> A
```

وبفرض أنه تمت صياغة إيعاز بلغة ADA بأستخدام الإصطلاح :

COBEGIN COEND

وكلاهما يعطى البرنامج المترجم إشعاراً بأن التنفيذ سوف يتم على التوازى وبالتالى يمكن صياغة البرنامج على النحو:

```
COBEGIN
        T1 = 3 * B
        T2 = C * E
        T3 = F - G
COEND

COBEGIN
        T4 = T1 * C
        T5 = T2 ** T3
CONED
        A = T4 + 4 / T5
```

وبفرض أن النظام يضم ثلاث وحدات تشغيل مركزية فأن التنفيـــذ ســـوف يجرى على النحو التالى:

CPU NO ..	OPERATION	RESULT
1	3 * B	STORE IN T1
2	D + E	STORE IN T2
3	F - G	STORE IN T3
1	T1 * C	STORE IN T4
2	(T2) ** (T3)	STORE IN T5
1	4 / T5	STORE IN T1
1	(T4) + (T1)	STORE IN A

ووفق ما سبق فقد تحققت سرعة التشغيل مما تطلب معدات إضافية زيـــادة على صعوبة برمجة الإيعاز.

مثال:

كيف يتم تنفيذ دوارة محدودة على النحو:

```
FOR I = 1,3 STEP 1
A (I) = B (I) + C (I)
NEXT I
```

بأستخدام ثلاثة مشغلات ؟

الحل:

PROCESSOR NO	OPERATION PERFORMS
1	A (1) = B (1) + C (1)
2	A (2) = B (2) + C (2)
3	A (3) = B (3) + C (3)

ونخلص من الأمثلة السابقة أن التشغيل المتوازى حالة من تعددية التشغيل حيث تعمل أكثر من وحدة تشغيل مركزية فى تناغم تام وجميعها تنفذ الإيعازات آليا ويمكنها تنفيذ عدة برامج فى وقت واحد ، لذلك يجب على نظام التشغيل خاصة برامج قيادة المشغلات أن تكون لديها القدرة على تنسيق مهام المشغلات وكذلك إجراء التزامن وضبط إمكانية التداخل بينها.

وتتعدى سرعة التنفيذ ٣ بليون إيعاز فى الثانية الواحدة مقاربة بـ ١٠٠ مليون إيعاز فى الثانية الواحدة على النظم التقليدية .

*