

# نسق إنسان - آلة

## Man-Machine System

### 1 . . التفاعل بين الإنسان والآلة:

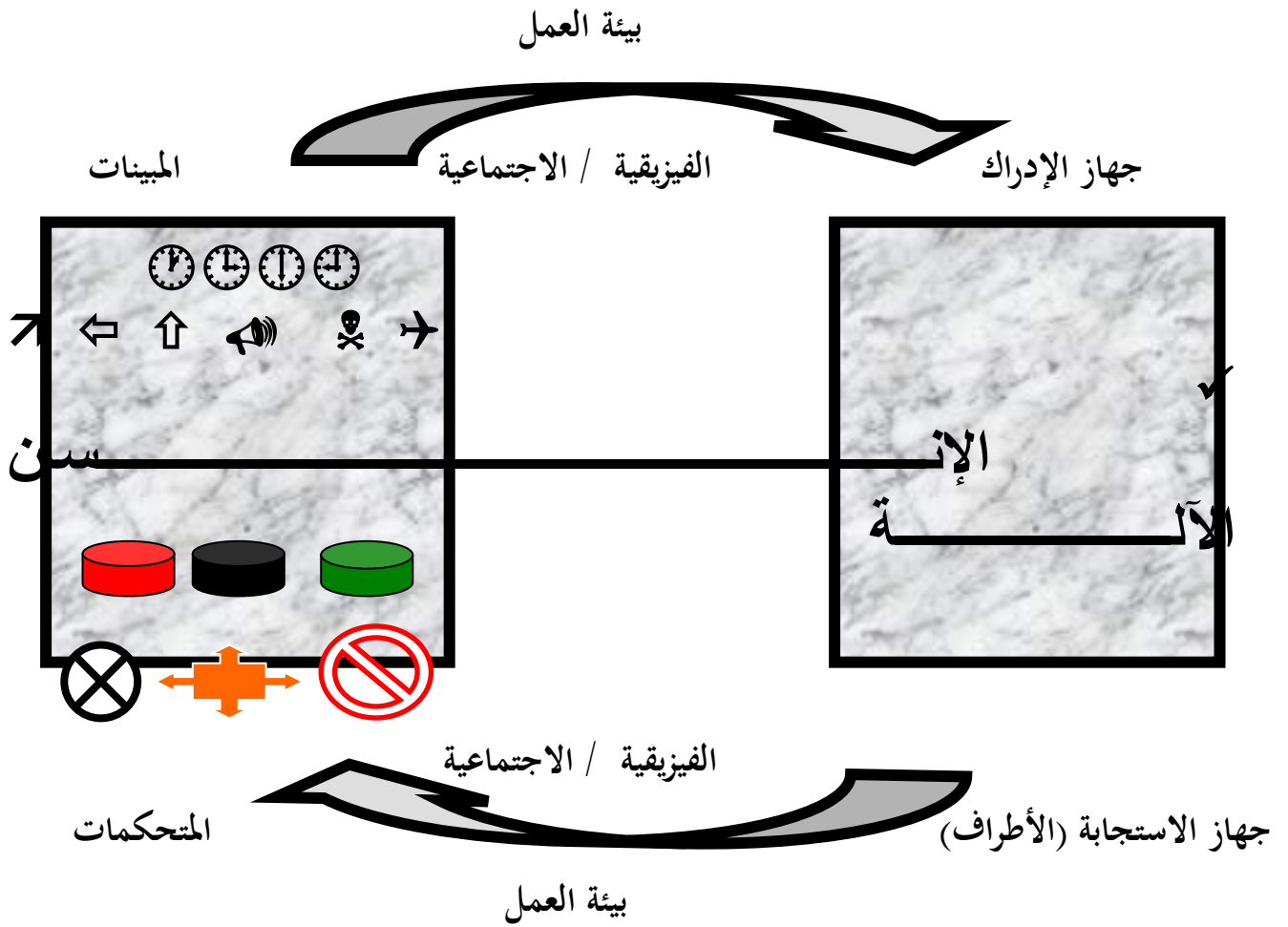
تسعى الهندسة البشرية إلى ضمان الحد الأعلى من الأمن، الكفاءة، والارتياح، بتكليف متطلبات الآلة أو أي شيء يستعمله العامل بمركز عمله ليتلاءم مع إمكانياته. ويمكن تكوين علاقة بين الإنسان والآلة بحيث تقدم هذه الأخيرة أي الآلة معلومات للإنسان الذي يتلقاها بدوره لمعالجتها ويتصرف على أساسها. وأول هذه العمليات (أي عملية تلقي) تكون عن طريق وظيفة الإحساس والتي تتم بواسطة الأعضاء الحسية كالعين والأذن. هذا بالإضافة إلى أن المعلومات يمكن أن يتم تلقيها كذلك عن طريق حاسة الشم، أو اللمس أو الإحساس بالحرارة أو البرودة أو عن طريق الاتزان.

ويتم تحويل هذه المعلومات عبر الجهاز العصبي حيث تتم معالجتها بالنخاع الشوكي أو الدماغ للوصول إلى اتخاذ قرار وهذه المعالجة قد تحتوي على اشتقاق المعلومات المتلقاة مع معلومات كانت قد خزنت في الدماغ من قبل. كما أن اتخاذ القرارات قد يختلف من استجابات أتوماتيكية أو آنية إلى تلك التي تحتوي على مستوى عالي من التفكير أو المنطق وبعد تلقي الفرد للمعلومات ومعالجتها يحتاج بعدها إلى إصدار فعل (Action) كنتيجة للقرار المتخذ أي أنه يستجيب بطريقة ما. وربما لتعديل سير الآلة أو إدخال بعض التغييرات على وضعيتها الحالية عن طريق المتحكمات. فمثلا للتمكن من قيادة سيارة بأمن وكفاءة يجب أن تكون هناك علاقة بين السائق والسيارة بحيث أن أي انحراف للسيارة عن الطريق المحدد من طرف السائق وشكل الطريق سيتلقاه السائق ويعرض له عن طريق حاسة الرؤية وفي بعض الأحيان عن طريق حاسة السمع وبعدها يمكن تصحيح هذه الانحرافات بواسطة إصدار حركة عن طريق أطرافه بالتحكم في السيارة بواسطة إدارة مقودها (عجلة القيادة) أو ربما عن طريق الفرامل. وهكذا فإن هذه التصحيحات ستدرك كمعلومات معروضة (displayed information) وتكرر العملية هكذا على التوالي إلى نهاية عملية التنقل هذه، وبهذه الطريقة تنتقل المعلومات من الآلة مرة أخرى على شكل حلقة مغلقة كما يتضح من الشكل: ( 1 ).

تنحصر مهمة المختص في الهندسة البشرية في تدعيم عملية الحلقات من هذا النوع. فمثلا يمكن الرفع من سرعة تحويل المعلومات عن طريق تنظيم أو حتى مجرد تنظيف الزجاج الأمامي للسيارة أو وضع إشارات مرور واضحة. أو جعل عملية التحكم أكثر كفاءة بتغيير وضعية أدوات التحكم أو إدخال تغييرات على أبعادها.

و يمكن ملاحظة الكثير من مثل هذه الحلقات الفردية للإنسان -آلة في حالات العمل. إلا أن بيئة العمل العصرية تتطلب تجميع الكثير من هذه الحلقات الفردية لتتحول إلى نسق أكثر تعقيد. بحيث يتكون من أجزاء مختلفة ( من عمال وآلات ) و يجب وضع تصميم من أجل العمل في سلسلة معقدة. ومن وجهة نظر المختص في الهندسة البشرية، فإن تجميع الحلقات الفردية للإنسان -آلة تنجم عنه مشاكل مختلفة فمثلا حلقتان فرديتان للإنسان -آلة قد

تسير بكفاءة كل على انفراد لكن تجميعها من أجل تفاعلها قد يخلق نوعا من التعطل في السلوك، لأن ذلك يتطلب من العامل التدخل في أكثر من حالة واحدة. لذلك فان الهندسة البشرية الحديثة تهدف إلى دراسة الإنسان وبيئته داخل النسق بدلا من فحص تفاصيل كل طرف على حدى. أي أن الهندسة البشرية تصبوا إلى اعتبار خواص العمل أوسع وأعمق من نطاق التناول الخاص بالمتحكمات والمبينات أي التركيز على التناول الخاص بنسق الإنسان - آلة. والاهتمام بالتفاعل الكلي بين الإنسان وبيئته بما فيها الفيزيائية والاجتماعية ليصبح نسق الإنسان - آلة على شكل نسق الإنسان - البيئة - الآلة.



## 2. . تصميم النسق:

تهدف التكنولوجيا إلى تزويد الإنسان بوسائل مختلفة من أجل الرفع من قدرته على التعامل مع بيئته والتحكم فيها. إن الاعتماد المتبادل بين هذه التسهيلات أو التجهيزات والإنسان المشغل لها أصبح من الخصائص المميزة لهذا العصر. حيث أصبح من النادر أن يعمل اليوم بدون الاستعانة ببعض الأدوات أو التجهيزات والآلات والعكس بالعكس. حيث أن الآلات لا يمكنها أن تستمر في العمل لمدة طويلة بدون تدخل الإنسان. إن العمل يؤدي بما

يعرف بنسق الإنسان - آلة. وأبسط نسق من هذا النوع يتكون من إنسان واحد وآلة واحدة وهو أساس الوحدة الإنتاجية.

ولا يمكن بلوغ الهدف الذي صمم من أجله نسق الإنسان - آلة إلا إذا كانت أجزائه متناسبة لبعضها البعض ومتفاعلة بصورة ملائمة للهدف المشترك. ذلك أن أداء أي جزء من هذا النسق لا يمكن أن يقاس إلا في الإطار الكلي للنسق. فلا يمكن إيجاد أحسن كرسي مثلا، لأن الأحسن بالنسبة لسائق جرار لن يكون بالتأكيد مناسباً للموسيقار، لذلك فإن الآلات المصممة بدون أخذ الإمكانيات الذهنية والفيزيائية للأفراد الذين يستعملونها ويراقبونها ويقومون بصيانتها بعين الاعتبار، من المحتمل أن لا تكون مصممة تصميمًا جيدا.

ويختلف مهندس عن مهندس بصفة عامة في كون الأول يعطي أهمية خاصة للمشغل الإنساني كجزء مشتق من النسق المراد تصميمه، كما يسهر على ضمان كون كل جزء مناسباً للوظائف التي أسندت له من أجل الوصول إلى الهدف العام للنسق.

إن اتساع مفهوم المهمة، وتزايد درجة التعقيد في التجهيز، وارتفاع سعر الأخطاء في التصميم بالإضافة إلى الحاجة إلى تطوير نسق جديدة بسرعة. وهذه الأمور كلها تدفع إلى الحاجة الملحة للتركيز على المراقبة الدقيقة لعمليات تصميم النسق نفسها. ويعتمد النجاح في ذلك عن التعاون المتين والمتواصل بين المهندس والمصمم والمختص في الهندسة البشرية.

إن التناول المنطقي لتصميم مهمة ما هو تقسيمها إلى مراحل موزعة بين الجانب الإنساني والجانب الآلي في نفس الوقت كما هو في الشكل المبين أدناه.

## 1.2 . تحديد الأهداف : Statement Of Objectives

هذه المرحلة قد تبدو جد مباشرة وبسيطة إلا أنها في الحقيقة معقدة ولا تعتمد على نظرة المصمم فقط بل هناك خلفيات أخرى قد تدخل. ونظرا لما لهذه العملية من تعقيد، فإن أهداف النسق قد تأخذ طابعا اقتصاديا وفي أغلب الأحيان طابعا سياسيا إن صح التعبير لذلك عادة ما تحدد من طرف لجنة ذات مستوى عالي.

وبالرغم من كل ذلك فإن عملية تحديد الأهداف تبقى تدل على أن عرض النسق هو قبول بعض الإدخالات وتحويلها إلى نواتج (اخراجات) معينة. أن مدى (range) الإدخالات المقبولة والنواتج المطلوبة معا، بالإضافة إلى العلاقة الزمنية التي تربط بينها تشكل أهداف النسق.

## 2.2 . الفصل (العزل) بين الوظائف : Separation Of Functions

يجب على مصمم الأنسقة أن يفكر في قضية الوظائف. أي التفكير في النشاطات اللازمة أكثر من التفكير في الطرق الممكنة لتأديتها أو تنفيذها من طرف الأجزاء (أو الأطراف). إن هذه القدرة جد مهمة عند معالجة أنسقة بسيطة نوعا ما إلا أنها تزداد تعقيدا كلما كثرت تعقيدات الأنسقة. ففي حالة ما إذا كانت الطاقة مطلوبة مثلا، فان كميتها في هذه المرحلة أكثر أهمية من وسائل الحصول عليها.

## 3.2 . توزيع الوظائف : Allocation Of Function

عادة ما تتم عملية توزيع الوظائف بين الإنسان والآلة بناء على مدى تفوق كل طرف في قدرة من القدرات. لذلك فان من بين الخطوات المهمة عند دراسة نسق إنسان - آلة هي توزيع الوظائف بين الإنسان والآلة. أي ما هي الوظائف التي تعطى للإنسان والتي تعطى للآلة وبعبارة أخرى ما هي المهام التي يجب أن يقوم بها الإنسان. وعلى هذا الأساس حاول العديد من الباحثين أمثال فيتس، 1950، Fitts، تشابنيس، 1960، Chapanis، ميرال، 1971، Murrel، من وضع قائمة للعمليات التي يستطيع أن يقوم بها الإنسان بكفاءة أكثر، وكذا العمليات التي تؤديها الآلة أحسن من الإنسان. كما يتضح من الجدول (1).

عمليات تصميم الأنساق

**The System Design Process**



طرح الأهداف

**Statement Of Objectives**



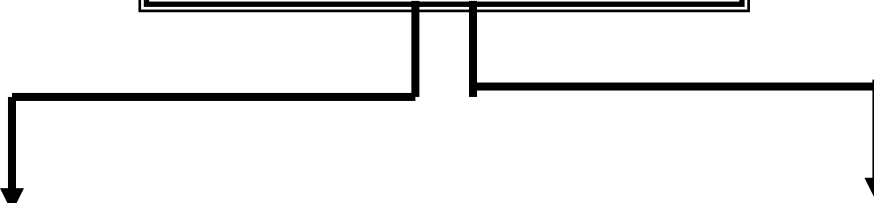
الفصل بين الوظائف

**Separation Of Functions**



توزيع أو تحديد الوظائف

**Allocation of Functions**



**Human الجانب الإنساني**

تكوين الأفراد

Development of personnel

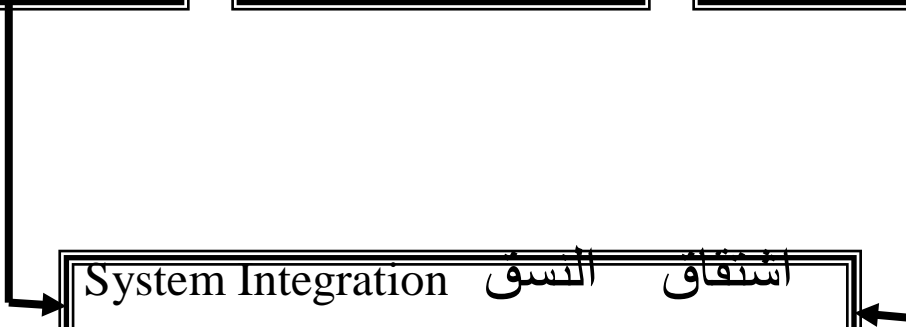
تصميم التداخل إنسان-آلة

**Man - Machine Interface**

**Hardware الجانب الآلي**

تطوير الأجهزة

Development of Equipment



**System Integration** استنفاق النسق

الخصائص	الآلة	الإنسان
السرعة	أكثر سرعة	أسرع رد فعل هو 0.05 ث
الطاقة	ثابتة على أي مستوى و توجد على مجال واسع بقوة معيارية ثابتة	2 حصان قوة خلال 10 ثواني 0.5 حصان قوة لمدة بضعة دقائق - 0.2 حصان قوة لمدة يوم عمل
الأنشطة المعقدة	متعددة القنوات	وحيدة القناة
الذاكرة	أفضل في النسخ الحري و التخزين قصير المدى	مجال واسع للتخزين (متعدد) سهل المنال . أفضل فيما يخص المبادئ والإستراتيجيات
الحساسية للدخل	بعض الأحاسيس خارج نطاق الحواس الإنسان	مجال واسع للطاقة كما يعالج الكثير من المنبهات عن طريق عنصر حسي واحد مثل العين فهي تعالج الموقع و الحركة واللون. جيد في تمييز النماذج يستطيع التمييز بين إشارة خلفية ( أرضية ) وبوسط مستوى عالي من الضوضاء الأرضية . يتأثر بالحرارة و البرودة ، الضوضاء، الاهتزاز... الخ
الاستمرارية	مثالي فيما يخص التكرار والأعمال الروتينية و الدقة	غير ثابت ، يجب أن تؤدي هذه الوظيفة من طرف الآلة .
التفكير	جيدة في الاستنتاج أو الاستدلال	جيد في الاستقراء
الحساب	سريعة ، دقيقة ، ضعيفة في تصحيح الخطأ	بطئ متعرض للخطأ ، جيد في تصحيح الأخطاء
ثبات الحمل الزائد	تعطل مفاجئ	انخفاض تدريجي
الذكاء	منعدم	يستطيع معالجة ما لا يمكن التنبؤ به أو توقعه
القدرة على المعالجة اليدوية	خاصة	تنوع واسع .

ويستخلص من هذه القوائم أن الإنسان أفضل في عملية اتخاذ القرارات خاصة عندما تكون هناك ظاهرة غير متوقعة حيث يستطيع أن يستجيب في اتخاذ القرارات بناء على خبرة الماضي أو حتى الاحتمال و يمكنه أن يدرك ويترجم مسائل معقدة. ومن وجهة نظر أخرى، فإن الآلة ذات كفاءة عليا فيما يخص الحسابات والاشتقاق والتفريق أو التمييز و يمكنها معالجة الظواهر المتوقعة بثبات عالي. كما أن الآلة مهمة أو ضرورية في المهام التي بها أخطار. ورغم هذه الفروق، فإن هذا لا يعني أن مهمة المختص في الأرغونوميا قد أصبحت سهلة، ذلك أنه يحتاج إلى معرفة ما يفضل الإنسان القيام به وإلا أدى ذلك إلى عدم رضا وبالتالي إلى نقص في الإنتاج والزيادة في التغيب ومغادرة العمل. بالإضافة إلى ذلك يضيف تشابنيس (1965) Chapanis ثلاثة مشاكل أو صعوبات أخرى:

1. إن المقارنة العامة لنسق الإنسان . آلة قد تكون خاطئة إلا أنه في أغلب الحالات يحدد النسق الطرف الجيد في

النسق. فمثلا لا يمكن تعميم الفكرة العامة التي ترى بأن الإنسان أحسن من الآلة في اتخاذ القرارات لأنها غير صحيحة بالنسبة لكل الناس أو بالنسبة لكل الآلات.

**2.** ليس من الضروري دائما تحديد الطرق الذي يستطيع أداء المهمة أحسن من الآخر ، ففي كثير من الحالات يجب التساؤل فيما إذا كان الطرف قادرا على أداء المهمة ولقد طرح فيتس، 1962، Fitts، هذا السؤال بالطريقة التالية: ما هو الطرف الذي يؤدي المهمة بدقة وتكاليف أقل وبوزن أو طاقة منخفضة أو باحتمال أقل للفشل في أداء المهمة Failure وبأقل حاجة إلى الصيانة.

**3.** إن المقارنة العامة بين الناس والآلات تأخذ اعتبارات أخرى فمثلا: الوزن، التكلفة، الحجم، وكذلك قضية توفر الطرف المعني، وبالتالي فان عوامل كهذه تحتاج إلى مقارنتها مع بعضها البعض قبل تصميم النسق نهائيا، وبالتالي فان الأسئلة التي يجب أن تطرح هي: هل يجب تصميم النسق الذي يحتوي على مشغل وعلى أجهزة أقل نظرا لمحدودية الحجم أو هل من المستحسن التخلي عن المشغل والسماح بذلك في ضياع نوع المرونة لكن إدخال أجهزة أكثر. وهكذا فان الأمور ليست ببساطة كما يظهر من القائمة المذكورة.

إن الخلفية التاريخية لتطوير هذا التناول الخاص بتوزيع الوظائف بين الإنسان والجانب الآلي ترجع إلى سنة 1950 حيث اعتمد التصميم العسكري في إطار السلسلة البسيطة للمنافسة مع العدو. وكانت مبادئ توزيع الوظائف مبنية أساسا على القدرات النسبية للإنسان والآلات. وهذا التفكير كان في الأصل من إنتاج فيتس Fitts، لذلك عادة ما تسمى قائمة توزيع الوظائف بين الإنسان والآلة بقائمة فيتس.

وما يمكن ملاحظته على هذه المقارنة هو أنه على الرغم من أن القدرات النسبية للإنسان والآلة بارزة في خطوط عريضة، كما هو مبين بهذه القائمة، فان هناك حاجة لبحوث أكثر من مجرد التعبير عن هذه الفروق بمفاهيم كمية. حيث أنه عادة ما يلجأ المصمم في الوقت الحاضر إلى التجريب من أجل تحديد هذه العوامل لنسق ما بالخصوص.

و بعد سنة 1950، ازداد تعقد الأنسقة الخاصة بالأسلحة إلى درجة أن التكاليف أصبحت ذات درجة قصوى من الأهمية و ذلك بالنسبة للدول الكبرى و ظهر على إثرها معيار آخر يتمثل في الثمن و قيمة الوظيفة ليضاف كمقياس للتكاليف النسبية وفعالية أداء الوظائف من طرف الإنسان أو الآلة.

وعندما انتشر هذا المفهوم بالوسط الصناعي، في حوالي 1960، أضاف معيارين آخرين. للدول يتمثل في الحاجة إلى المهام المشتقة، أي المهام التي تستعمل قدرات المشغل الإنساني بدقة. وفي نفس الوقت أخذ محدودياته بعين الاعتبار. أما المعيار الثاني فيتمثل في حاجة الإنسان الواسعة إلى المهام المجزأة والمدرجة وفقا للمستويات المختلفة وللقدرة وللتفوق الموجودة في كل مجتمع. والفلسفة الكلية التي تحيط بتوزيع الوظائف تتمحور الآن حول المشغل الإنساني. مهما كان النسق كبير أم صغير ، فان أهدافه عادة ما يتم التوصل إليها بواسطة إنسان واحد – يطلق عليه المشغل الرئيسي أما باقي المشغلين والجانب الآلي المستعمل فيقوم بمهمة توسيع إمكانيات المشغل الرئيسي على ثلاثة مستويات:

◆ **الدخل** . التجهيزات تكمل حواسه.

- ◆ اتخاذ القرارات . باقي المشتغلين، وتخزين المعلومات ومنطق الحاسب الآلي، تساعده في عمليات التفكير.
- ◆ الناتج . منابع الأخرى للطاقة تساعد عضلاته.

## 4.2. الجانب الإنساني لتصميم النسق : Personnel Aspects Of System Design

### أ - تطوير المستخدمين : Development Of Personnel

يجب أن تتخذ كل القرارات الخاصة بالموظفين في إطار علاقتها بالثلاثة أوجه من النشاط التي تعني أو تخص المشغل الإنساني و هي : ( 1 ) وضع النسق ( 2 ) تشغيل النسق ( 3 ) توفير الصيانة اللازمة للنسق.

### ب . وصف المهمة : Task Description

إن الخطوة الأساسية والأولى لكل العوامل الإنسانية هي وصف المهمة. أي توضيح بسيط حول المهام التي عينت لتأديتها من طرف الإنسان . و في حالة تصميم نسق جديد يمكن وصف المهمة مبدئياً عن طريق التحديد المنطقي لمهمة العامل أمام متطلبات النسق. أما في حالة النسق المشغل فانه يمكن وضع وصف للمهمة عن طريق ملاحظة وقياس نشاط العامل .

### ج . تحديد العمل : Job Specification

إن الخطوة الثانية هي تحديد العمل أي تحديد عدد العمال المطلوب وما هي المهارات التي يجب أن تتوفر لديهم للوصول إلى أغراض النسق. وأي هذه المهارات يمكن الحصول عنها بواسطة الاختيار المهني وأياً يكون عن طريق التدريب، وكيف يمكن القيام بكل من الاختيار والتدريب.

### د . تصميم التداخل بين الإنسان والآلة : Interface Design

إذا كان الهدف هو خلق تناسب أو تلاؤم بين الإنسان والآلة من أجل الحصول على وحدة عمل مشتقة، فانه يجب التركيز على إعطاء انتباه مدقق لمجالات الاتصال بينهما. أي تداخل الميكنات والمتحكمات. وذلك من أجل التوفي بين خصائصهما الأساسية المختلفة. فتصميم الأول ومهارات الثاني يجب أن تكيف بحيث أن ناتج المعلومات من الآلة مناسب لاحساسات الدخول لدى الإنسان. والناتج الفيزيقي للإنسان لمتطلبات المتحكمات بالآلة. إن عدد المتغيرات الموجود يجعل هذا المجال صعب الدراسة. فليس هناك مجموعة قرارات وحيدة تؤدي إلى إيجاد حلول. وأحد فنون تصميم التداخل هو اعتبار ما يناسب كل حالة خاصة ولإنجاح تصميم نسق الإنسان آلة والذي يعتبر وصف المهمة وتحديد المهام كتمهيد لها، فان مصمم النسق يعتمد على تعاون الأروغونومي والمهندس.

### هـ . تصميم الأدوات المساعدة في العمل : The Design Of Job Aids

وتتمثل في التعليمات التي يجب أن تعطى للعامل. وخاصة طريقة تقديمها. وقد تعطى التعليمات عن طريق وضع لوحات تذكارية على الآلة أو جدول أو دليل أو مخطط.

### و . الاختيار والتدريب : Selection And Training

إن اختيار وتدريب المشغلين مبني على أساس تحديد المهام كما سيعتمد على نوع العمال المطلوبين وعلى درجة تعقد التداخل وتوفر إمكانيات التدريب.