

التحكم الرقمي CNC

هو مصطلح مستخدم لعملية الاستفادة من معلومات الكمبيوتر مخزنة في الملفات الإلكترونية (نماذج ثلاثية الأبعاد عادة) , و عمل نموذج ثلاثي الأبعاد باستعمال الماكينات الخاصة . تترجم هذه الماكينات الدقيقة معلومات الكمبيوتر و في الحقيقة تبني النموذج الذي يمكن أن يُنجز ببضع عمليات مختلفة .

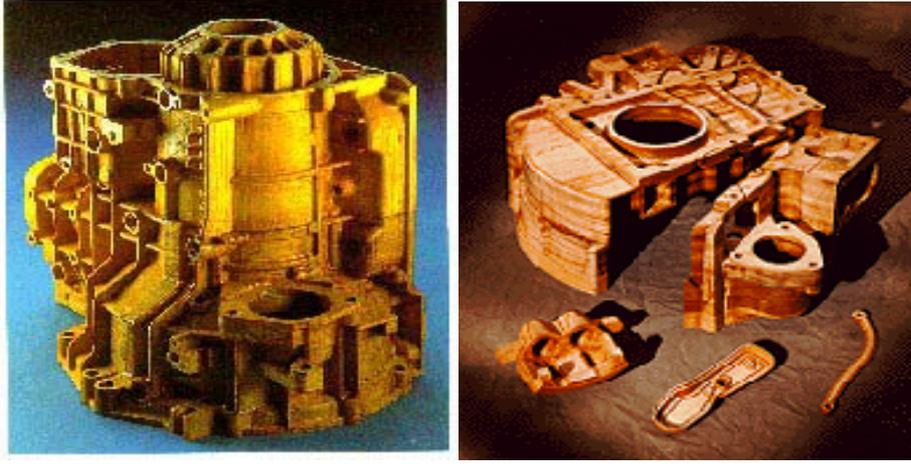
وبجانب هذا التكنيك ظهر أسلوب آخر يعتمد على توصيل الحاسب مباشرةً بماكينة القطع أو الحفر (Milling Machine) حيث تستقبل منه البيانات الرقمية مباشرةً من خلال رسومات الكاد CAD فتقوم بالتشكيل المباشر لقطعة ربما تكون من البلاستيك أو الورق أو الخشب أو النحاس الخ .



شكل ٣-٤ تقسم النماذج و المنتجات كبيرة الحجم ثم يتم تجميعها بعد تصنيعها منفصلة ونظرا للدقة العالية التي يمكن الحصول عليها من الماكينات فقد أصبحت تستخدم في عمل نسخ من التصميمات و الأعمال الفنية النادرة للحفاظ على القطع الأصلية وذلك بعد إدخال بياناتها رقمياً إلى الحاسب عن طريق الماسح الضوئي ثلاثي الأبعاد 3D scanner . أما فيما يتعلق بمشاكل الحجم الكبير فقد أمكن التغلب عليها بتقسيم النموذج إلى أجزاء يتم تصنيعها جزئياً ثم يتم تجميعها كوحدة واحدة.

أما عن أهمية تقنية النموذج الأول السريع Rapid Prototyping فهي تتضمن:

- ❖ جودة عالية وأداء متميز: توفر هذه التقنية إنتاج نماذج التصميمات بسرعة و بتكلفة محدودة, مما يضمن للمصمم أفضل منتج, في أقصر وقت ممكن .
- ❖ اقتصادية التكلفة: النماذج الأولى التي توفرها هذه التقنية تقلل من وقت التصميم والإنتاج, وتكاليف تشكيل وإنتاج النموذج .
- ❖ الاكتشاف المبكر للأخطاء والعيوب: فالشركات المنتجة يمكن أن توفر نفقات تقدر بالآلاف باكتشاف أخطاء التصميم قبل أن يدخل المنتج مراحل الإنتاج الفعلي.
- ❖ التسويق المسبق: في عمليات التسويق والبيع تساعد هذه التقنية في الترويج للمنتج حتى قبل إنتاجه الفعلي بأشهر عديدة. فيمكن للشركات أن تعرض لعملائها نماذجاً ثلاثي الأبعاد بالمقاييس الحقيقية للمنتج لكي تحصل على تقييمهم له وأرائهم فيه والاستفادة من هذه الآراء في المنتج قبل دخول المنتج مرحلة التصنيع والإنتاج كتغذية مرتجة Feed Back .



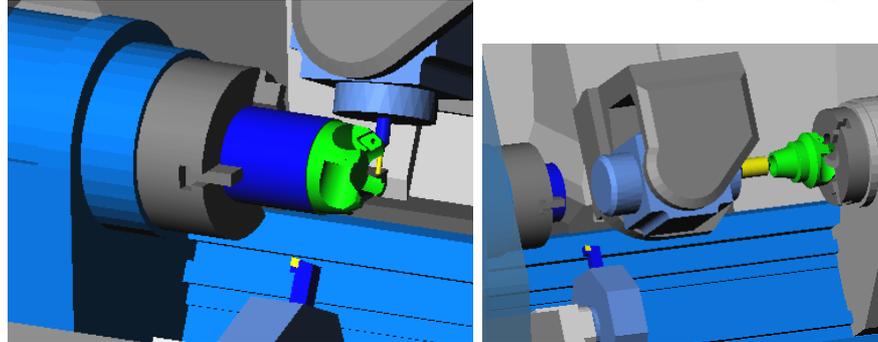
شكل ٣-٥ نماذج لتعقيد المنتجات الذي يتطلب استخدام CNC

التحكم الرقمي بالكمبيوتر:

يقصد بالتحكم الرقمي سلسلة التعليمات المدونة (المشفرة) في صورة أرقام وحروف أبجدية ورموز تستوعبها وحدة التحكم بالماكنة وتحولها الى نبضات كهربائية توجه المحركات الكهربائية Motors وأدوات القطع بالماكنة وممن ثم تنفيذ العمليات الميكانيكية المطلوبة , وهذه الأرقام , الحروف , والرموز التي تمثل التعليمات المشفرة تشير الى مسافات محدودة , أوضاع , وظائف وحركات يمكن لأدوات القطع إستيعابها وتنفيذها على القطعة المراد تشكيلها .

١. تطور التحكم الرقمي بالكمبيوتر:

لقد ظهر الشكل الأول للتحكم الرقمي مع البدايات الأولى للثورة الصناعية بإنجلترا عام ١٧٢٥م عندما ظهرت ماكينات النسيج (العقد) Knitting Machine تستخدم الكروت المثقبة في عمل أشكال ورسومات مختلفة على الملابس وفي عام ١٨٦٣م ظهر أول بيانو يعمل بواسطة شرائط مثقبة يمر من خلالها الهواء ليتحكم أوتوماتيكيا في حركة عدد من المفاتيح التي تحرك عددا من الروافع تتناسب مع الأمر المحدد .



شكل ٣-٦ شاشة عرض ماكنة z CNC توضح عملية التشغيل قبل بدءها

ومع تطور فكرة الإنتاج الكمي بواسطة الأمريكي إيلى ويتنى Eli Whitney مبتكر التوحيد القياسي تحولت العديد من العمليات التي تتم بواسطة الحرفين المهرة إلى الماكينات لإنتاج كميات هائلة من الأجزاء المتماثلة, وفي النصف الثاني من القرن التاسع عشر كان هناك عدد هائل من ماكينات التشكيل كالخرط , الثقب , الحفر, التجليخ إلخ بفضل تطور التحكم الهيدروليكي وضغط الهواء في ذلك الوقت . وفي عام ١٩٤٧م ظهرت صعوبات في إنتاج بعض أجزاء الطائرات الأمريكية خاصة ذات التصميمات المعقدة منها, وهنا بدأ (جون بارسون صاحب شركات Parsons Cooperation) بولاية ميتشجان تجاربه لجعل الماكينة تشكل السطوح المنحنية على المحاور الثلاثة بواسطة بيانات رقمية في توجيه حركة الآلة . وفي عام ١٩٤٩م توصل باراثون بالتعاون مع معهد ماستشوسيتس Massachusetts institute إلى ابتكار ماكنة قطع تعمل على ثلاث محاور x.y.z بالتحكم الرقمي . وفي عام ١٩٦٠م كانت هناك أكثر من مائة ماكنة تعمل بالتحكم الرقمي

مقدمة في معرض شيكاغو . ومع تطور صناعة الإلكترونيات ظهرت الدوائر المتكاملة التي استخدمت بنجاح كبير في تشغيل وحدات التحكم بالماكينات . وفي عام ١٩٧٠م دخل المصطلح الجديد التحكم الرقمي بالحاسب Computerized Numerical Control إلى عالم ماكينات التصنيع ليفتح مجالاً جديداً في عمليات التشكيل لم يكن موجوداً من قبل .

إن التطور السريع في التصميم بالكمبيوتر CAD يمثل الأساس في فكرة النمذجة السريعة فبدون رسومات وبيانات التصميم بالحاسب CAD model فإنه من المستحيل عمل النمذجة السريعة لمكون ما , بإستثناء بعض البيانات المعدة يدوياً ويتم إدخالها للكمبيوتر عن طريق الأجهزة المختلفة مثل قارئ الرسومات ٣ D Digitizing وماسح الأشكال ثلاثية الأبعاد ٣ D Scanner وهي تمثل نسبة ضئيلة من البيانات التي توجه ماكينات إعداد النماذج والقوالب اليأ, حيث أن معظمها يتم الحصول عليه من بيانات الشكل المصمم بالكمبيوتر

٢. أهمية ماكينات التحكم بالكمبيوتر CNC :

الأنواع القديمة (التقليدية) من ماكينات التشكيل لا يمكنها إنتاج منتج او نموذج او قالب أكثر دقة من نموذج التصميم المشكل يدوياً والذي ينسخ عنه ، وأكثر من ذلك فإن أى خطأ في نموذج التصميم ينقل بدوره الى القلب ، ومن ثم فإن حلقة الضعف في عمل القوالب هو التشكيل اليدوي للتصميم،وهنا تأتي أهمية ماكينات التحكم بالكمبيوتر C.N.C حيث أمكن تلافى هذا العيب التي تعتبر أفضل الوسائل لميكنة القوالب فبواسطة وحدة التحكم الإلكترونية ومجموعة من المحركات تتحكم في حركة المنضدة التي تثبت عليها الخامة المشغلة وتؤدي الماكينة عملها وفقاً للإحداثيات X,Y,Z ويسجل بواسطة الكمبيوتر قيم الإحداثيات في عدة أوضاع ضمن ذاكرتها ومن ثم تقوم بتشكيل الخامة وفقاً لذلك .

٣. الملامح العامة لماكينة الـ CNC :

تشتمل ماكينة الـ CNC على وحدة نظام تتضمن وحدة للتحكم ووحدة للمراقبة ووحدة لتوجيه آليات التشغيل وفقاً لتصميم مسار الآلة الذي يوفره برنامج متخصص. كما يتضمن النظام عادة شاشة Monitor تستخدم في عرض برنامج التشغيل بغرض المراجعة والضبط ومتابعة العمل واستقبال الرسائل من الأعطال بالإضافة إلى مؤشرات أو مبيانات بيان موضع أداة التشكيل Tool Machine في كل مرحلة من مراحل التشغيل وكذا منضدة الماكينة Machine Table . وتضم وحدة التحكم أيضاً الذاكرة الخاصة باستدعاء البرنامج وتخزينه ، وكذا جهاز أو برنامج تشخيص الأعطال Diagnostics الذي يقوم بتحليل الأعطال وإجراء الاختبارات ، بالإضافة إلى العديد من مفاتيح الوظائف المختلفة .



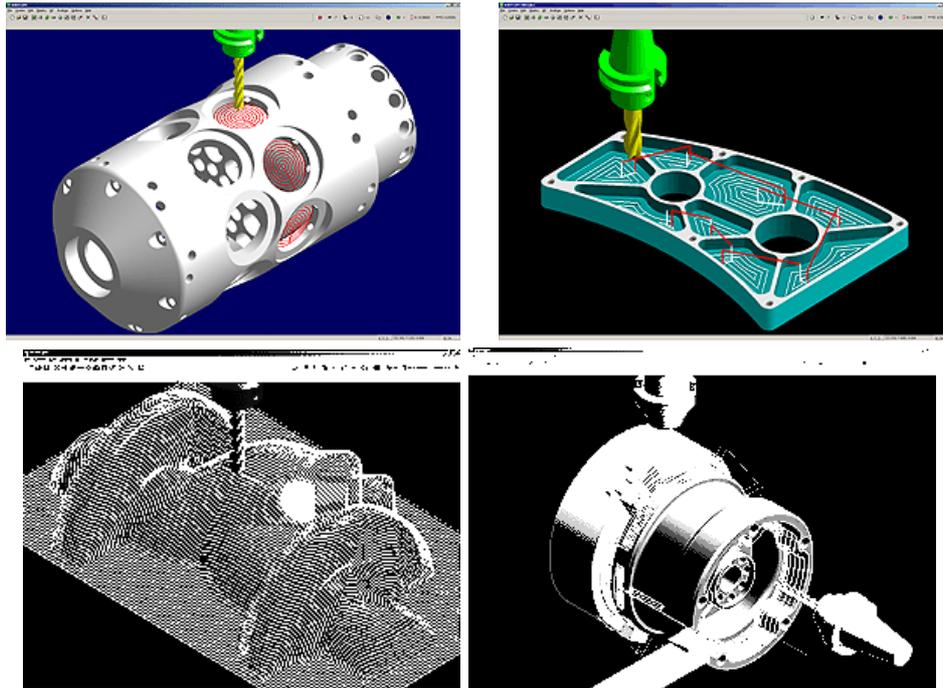
شكل ٣-٧ المكونات الأساسية لنظام CNC

٥ - الماكينات الرقمية (NC) :
التحكم الرقمي هو تقنية إعطاء التعليمات للماكينة على شكل " كود " ويتكون هذا الكود من أرقام وحروف ورموز أخرى .

وماكينة NC لا تحتوي على أي ذاكرة بداخلها ، ولكي تقوم الماكينة بتنفيذ جزء ما تقوم وحدة التحكم بالماكينة قراءة التعليمات أو الأوامر ثم تنفيذها . كما يمكن إدخال البيانات يدويا باستخدام مفاتيح الإدخال . وقد استخدم في الجيل الأول من ماكينات (NC) كما هو الحال في أجهزة الكومبيوتر الأتلي، الصمامات الكهربائية والوصلات البينية المعقدة التي يتم التحكم فيها بواسطة الماكينة ، وفي الجيل الثاني من الماكينات استخدمت فيه الأنابيب الإلكترونية المصغرة المحسنة ، ومع تقدم تقنيات الحاسب استخدم في الجيل الثالث منها الدوائر المتكاملة ، ومع مرور الوقت ازداد معدل انخفاض تكلفة الكمبيوتر وأصبح من الممكن الاعتماد عليها بمعدل أكبر ، حتى أصبح لوحات التحكم الرقمي ذاكرة ROM لتخزين برامجها الدائمة ، وهو الأمر الذي أدى بعد ذلك إلى ظهور نظام التحكم الرقمي باستخدام الكمبيوتر (CNC) .

COMPUTER NUMERIC CONTROL

وقد تم إدخال نظام التحكم الرقمي باستخدام الكمبيوتر (CNC) بنجاح كبير في مختلف عمليات التصنيع مثل الثقب والقطع والتعزيز والخراطة التي تم تنفيذها بشكل جيد . وقد استخدمت تقنيات التحكم الرقمي باستخدام الكمبيوتر في نطاق واسع من العمليات وتصميم الروبوت والكثير من العمليات الأخرى . وبالإضافة إلى مزايا إجراء المراجعات والتعديلات فقد قام مصممي ماكينات وبرامج CNC بإدخال أساليب المراجعة والتعديل المرئية لاجزاء التصميم المحفوظ في الذاكرة ، بل ومكنت المصممين من رؤية عملية التشغيل كاملة قبل حدوثها ليتسنى للمصمم التعرف بشكل مرني على أية مشاكل قد تصادف التشغيل قبل حدوثه. كما تم توفير آليات للإنذار والتحذير تصدر عند التعرض للمشاكل ، ويصاحب هذه التحذيرات رسائل تشخيصية يتم عرضها وفقا للظروف التي تمر بها الماكينة .



شكل ٣-٨ عرض ماكينة CNC توضح عملية التشغيل قبل بدءها

ومن الناحية العملية فقد تم ربط مختلف وظائف الماكينة مع النظام ويتم مراقبتها خلال العمليات المختلفة .

أسباب الحاجة إلى ماكينات التحكم الرقمي بواسطة الكمبيوتر .

١ . ارتفاع مستوى تعقيد الأشكال والتصميم بحيث يصبح تنفيذها على الماكينات التقليدية . أو أن يكون من الصعب الحصول على أبعاد دقيقة باستخدام الماكينات التقليدية



شكل ٣-٩ نموذج لمشغولة معقدة لا يمكن تصنيعها بالطرق التقليدية

٢. انخفاض كمية المنتجات المطلوبة مع ارتفاع مستوى الدقة المطلوب ، مما لا يمكن معه الاستفادة من الماكينات التقليدية
٣. التقليل من معدلات الرفض وإعادة التشغيل بدون اللجوء
٤. الى استخدام عمالة ماهرة مما يؤدي تلقائياً إلى خفض تكاليف العمل الأمر الذي ينعكس على خفض معدل التكاليف العامة وتكاليف التداول .
٥. الاتجاه نحو الحصول على أدوات طويلة العمر .
٦. ضرورة تغيير تصميم المنتجات عدة مرات بسهولة ودون عناء.
٧. قلة الحيز الذي تشغله الماكينة في الورشة .

٤. عمليات التصنيع بالتحكم الرقمي

هناك عدة طرق أساسية في عمليات التصنيع يمكن ان يتم توجيهها جميعاً بالتحكم الرقمي :

التآكل بفعل الشرارة الكهربائية :

ويتم ذلك بواسطة الماكينات ذات الشحنات الكهربائية E.D.M حيث يخترن التيار الكهربى فى مكثف للشحنة ممثلاً للكاثود بينما تكون القطعة المشكّلة هي الأنود فتنتقل الآف الشحنات الكهربائية فى الثانية الواحدة من ثقب مقداره (٢٥ ميكرون) محدثة إهتزازات عالية وتفتت فى خامة التشكيل .

ماكينات التفريز Milling Machine :

هناك عدة أنواع من ماكينات الحفر منها الحفر بالنسخ Copying Machine حيث تستخدم نسخة لنموذج التصميم بالأبعاد الحقيقية من أى خامة مناسبة لعمل الإسطمبات الخاصة به ، وهناك أيضاً ماكينات البانتوجراف Pantograph Machine شكل وهى تختلف عن السابقة فى إمكانية التكبير والتصغير بواسطة منضدة الإحداثيات .

الماسحات ثلاثية الأبعاد 3D Scanners

عندما يتم توظيف الهندسة العكسية وهى واحدة من احدث التقنيات الهندسية والعلمية لتنفيذ أجزاء معقدة بأسلوب سريع جدا من خلال معرفة التصميم والتركيب الداخلى للمنتج المطلوب تصنيعه أو عندما يكون مصدر المعلومات منتج قائم بالفعل وليس منتجا مصمما أو عندما يراد تطوير منتج ما من خلال تقنيات التصميم بالحاسب حتى يتسنى تصنيعه بعد ذلك أيضا بمساعدة الحاسب، يكون من المهم جدا التعرف على تقنيات المسح الثلاثى الأبعاد بغرض التعرف على الصفات المادية لمنتج ما. وقد تقتصر هذه الصفات المادية على قياسات المنتج وابعاده ولكنها قد تمتد أيضا إلى عدد آخر من الصفات الفيزيائية كاللون واللمس وغيرها.

ماكينة القياس بواسطة الكمبيوتر Computer Measuring machine

فى حالة عدم وجود قياسات محددة للمنتج ، يتم عن طريق قياس أبعاد المنتج الثلاثية بعد مسحه (تصويره) من مختلف الاتجاهات بتوظيف تقنيات الليزر من خلال ماكينة القياس بواسطة الكمبيوتر

COMPUTER MEASURING MACHINE CMM وهي نوع من المرقمات ثلاثية الابعاد 3D Digitizer تستخدم لقياس الأبعاد الثلاثية في الفراغ بواسطة الليزر. والوقت اللازم لعمل مسح للشكل الخارجي للمنتج لا يتجاوزه دقيقة واحدة.



شكل ٣-١٠ أنواع مختلفة من الماسح الثلاثي الابعاد 3D Scanner



شكل ٣-١١ 3D Laser digitizer

شبكة الإنترنت ونظم التصميم والتصنيع:
تعود جذور الشبكة للسينات ، عندما قام دوغلاس إنجلبرت وهو عالم قاد فريقاً من العلماء في معهد ستانفورد للبحوث ، وتد نيلسون وهو عالم كان يعمل لوحده ، قاما بطرح فكرة تسمى النصوص الفوقية (Hypertext) وهو أسلوب لتخزين النصوص بحيث يمكن للمستخدم تركيب وصلاته الخاصة به ما بين المواضيع المختلفة وبين أجزائه المختارة من هذه النصوص .



شكل ٣-١٢ 3D scanner

وباستخدام هذا الأسلوب يمكن زرع المعلومات التي تمكن من الارتباط التشعبي للوثائق الرقمية داخل الوثيقة نفسها . غير أن هذا الأسلوب لم يتوجب بالنجاح إلا في التسعينات عندما قام تيم بيرنيز وهو مبرمج بريطاني في معهد سيرن لبحوث الفيزياء في جنيف بتطوير لغة تخزين معلومات النصوص الباطنية (HTML) وهو نظام الإسناد المزروع داخل كل وثيقة على الإنترنت ، وكانت هذه اللغة بالإضافة إلى برامج تصفح الإنترنت هي التي أعطت الإنترنت مزاياها وقوتها وانتشارها الذي نشاهده اليوم .

لقد أدت الإنترنت في فترة زمنية وجيزة إلى التأثير أو كما يقوم البعض تهديد كل مجال في حياتنا العصرية ، وقد أرغمت هذه الوسيلة العديد من الشركات الضخمة المعروفة بتقليديتها على تعديل إستراتيجيتها التجارية ، كما أنها ساهمت في إندثار بعض النشاطات وانتعاش نشاطات أخرى ، ففي قرى ريفية نائية في كمبوديا على سبيل المثال أنعشت الإنترنت صناعات الحرف اليدوية البسيطة .

لقد أحدثت الإنترنت مجالات التصميم، كغيره من المجالات الكثير من التغيرات وأدى انتشارها الواسع والإقبال الكبير عليها خاصة من قبل جيل الشباب وصغار السن إضافة إلى مزاياها المتعددة ، إلى ارتفاع الكثير من الأصوات التي تحذر من قرب أفول عالم التصميم التقليدي. في حين رأى البعض الآخر في الإنترنت فرصاً نادرة للربح وزيادة الانتشار أمام المصممين حتى التقليديين منهم .

ففي عام ١٩٩٤ ظهر مقال بعنوان " تطور التصميم في العالم ، هل تصبح ممارسات التصميم التقليدية جزءاً من الماضي ؟ " ذكر فيه أن وسائل العرض الأليكترونية الحديثة وبشكل خاص تلك التي تستخدم تكنولوجيا الحاسب الألى المتطورة قد تجعل في المستقبل القريب استخدام التقنيات التقليدية كوسيلة لتداول المعلومات بين المصممين جزءاً من الماضي . وقتها كانت الإنترنت لاتزال مجرد ابتكار جديد لا يقدر على استعماله إلا المتمكنون فنياً، حيث كانت إجراءات الشبكة والبروتوكولات المعقدة تجعل من عملية تصفح الإنترنت أمراً صعباً للغاية .

يقول " تم بيرنيز " وهو المؤسس الرئيسي للإنترنت في مقال نشره عام ١٩٩٣ ، ستظهر صناعات جديدة تماماً تتناسب مع هذا النوع من الجديد من وسائل الاتصال وسيكون مستقبل التصميم على الإنترنت " .

أما الآن فإن عدد مستخدمي الإنترنت في العالم يزيد عن ٩٠٠ مليون مستخدم ، والسبب الرئيسي في ذلك هو أن تطوير برامج التصفح المختلفة مثل Netscape و MS Explorer جعل من عملية تصفح الإنترنت أمراً سهلاً بل وشيقاً .

مع نهاية عام ٢٠١٠ ستضم شبكة الإنترنت ٥,٥ بليون موقع وستصبح نافذة العالم للمعلومات والإنتاج ، فمن المعروف أن حجم التجارة الدولية على الشبكة سوف يصل إلى ٧٥% من الاستثمارات في العالم بحلول عام ٢٠٠٥ وفي مجال التصميم أصبح تبادل الخبرات والمعلومات مع المؤسسات ومكاتب التصميم في الدول المختلفة غاية في الأهمية للمؤسسات الصناعية . فالفكر التصميمي لم يعد منغلقاً أو منفرداً ففي حالات كثيرة تكون بيانات ومدخلات التصميم معدة بواسطة فرق عمل مختلفة ربما كل منها في بلد مختلف (كما هو الحال في تصميم السيارات لمصانع مرسيدس فهي تستعين بخبرات مكاتب تصميم إيطالية وأمريكية بالتعاون مع الخبرات الألمانية) ، فإنه يمكن تجميع هذه البيانات ومشاهدة صورة التصميم النهائية (الافتراضية) عبر شبكة الإنترنت مع إجراء التغيرات المختلفة في أثناء الاجتماع الافتراضي لمجموعات التصميم Virtual meeting ومناقشتها في وجود فرق العمل ، وهناك ما يسمى بالتصنيع الافتراضي Virtual Manufacturing حيث يمكن لمهنيي الإنتاج تكوين ورشة عمل افتراضية ورؤية التصور الكامل لعملية التصنيع والمكونات القياسية ومواصفات الأجزاء وقولبتها دون عملية تشكيل مادية لأي جزء منها Physical Process Forming بما في ذلك التدريب الافتراضي على أساليب الصيانة والأمان.... الخ وهذه الإمكانيات بالطبع تزيد من فاعلية التصميم وعمليات التخطيط.

نماذج الواقع الافتراضي Virtual Reality Models :

مصطلح الواقع الافتراضي يقصد به التمثيل شبه الواقعي للأشياء والأجسام والأشخاص وبيئات تواجدها ، كما أضاف إليها فكرة التفاعلية الدائمة بين مستخدم الكمبيوتر والرسوم والصور الرقمية التي يتعامل معها وأهم صفات نظم الواقع الافتراضي هو استخدام أجهزة مثل قفازات البيانات وعصى

التحكم والنظارات الخاصة ، وتستخدم هذه النماذج في صنع المحاكيات في الأغراض المدنية والعسكرية وبعض الألعاب التي يعيش المستخدم لها في واقع افتراضى أثناء ممارسة