



PRODUCCION AUTOMATIZADA SISTEMAS CAD/CAE/CAM

Ing. Oswaldo Rojas Lazo
Ing. Julio Salas Bacalla

RESUMEN

El presente artículo muestra los resultados de la investigación realizada por los autores sobre el tema, y proponen la creación de un laboratorio de producción automatizada con tres áreas definidas: Confecciones, Calzado, y Control Numérico.

ABSTRACT

This article presents the conclusions reached by the authors and a proposal for the creation of an automated production laboratory with three defined areas: Clothing, Shoemaking and Numerical Control.

Introducción

Hoy en día la industria nacional necesita adaptarse a las nuevas tecnologías emergentes que le permita simplificar, optimizar y elevar la calidad de los procesos de diseño y manufactura. Esto significa que es propicio el ambiente para la utilización de sistemas de diseño y manufactura asistidos por computadora CAD/CAM. Para tal efecto, se hace necesario implementar centros de formación profesional que se encuentren a la par del avance tecnológico, para transmitir el suficiente conocimiento sobre sistemas de esta naturaleza.

Actualmente la U.N.M.S.M a través de las facultades, como la de Ingeniería Industrial, ha venido desempeñando un papel importante en la actualización de la formación educativa informática. Esta formación la ejecuta con el desarrollo y promoción de sistemas que permiten al ingeniero industrial aprender rápidamente a conseguir resultados precisos, no sólo mejorando sus técnicas, sino aprendiendo a utilizar la información y los datos obtenidos en estudios anteriores, así como saber evaluar los resultados alcanzados a través de la asistencia de la computadora.

La Facultad de Ingeniería Industrial, en su afán de no ser ajeno al logro del incremento productivo que viene obteniéndose en países cuya producción está basada en la aplicación de sistemas de diseño y manufactura asistidos por computadora, ha comprendido que este éxito se debe también a las instituciones educativas que forjan profesionales acordes al avance tecnológico industrial.

De esta manera la Facultad de Ingeniería Industrial comprende que el profesional egresado de sus aulas debe aplicar y mejorar las técnicas empleadas en el desempeño de su labor, comprende también que además del buen criterio, esencial en su trabajo, debe tener un conocimiento pleno de la preci-

sión de las técnicas que utiliza en el manejo de sistemas informáticos, que le ayuden a conseguir su objetivo, tal es el caso del sistema CAD/CAM.

Instituciones industriales y educativas deben complementarse en el logro de un objetivo común, es por eso que la Facultad de Ingeniería Industrial viene realizando un gran esfuerzo por brindar a sus alumnos planes y programas que les permitan contar con los últimos avances en sistemas informáticos, los cuales cuentan con un adecuado asesoramiento que, asumiendo el reto de la competitividad actual reconoce que la tecnología que debe enseñar, se apoya en la globalización de la información, cuya tasa de cambio se supera cada vez más y genera una necesidad de adaptación, que es factor determinante en la supervivencia de su propósito educacional.

Contar con las tecnologías actuales es una constante preocupación de la Facultad de Ingeniería Industrial y consciente de su rol preponderante en la formación profesional del futuro ingeniero, las asimila y las adecua, las incorpora en el marco de la enseñanza que imparte a sus alumnos, en la seguridad de que esto redundará en beneficio del país y de nuestra sociedad.

Se propone :

La creación de un Laboratorio de Producción Automatizada con tres secciones definidas:

1. Confecciones
2. Calzado
3. Control Numérico

Teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Infraestructura Física: Se requiere de ambientes cuyas características, diseño y construcción estén en función de los objetivos del laboratorio, máquinas, equipos, útiles de escritorio y enseres.



- **Infraestructura Económica:** Se requiere de una partida económica para la construcción, compra de maquinarias, equipos y software necesarios.
- **Infraestructura Académica:** Se requiere de Profesionales de Alto Nivel Académico expertos en los sistemas CAD/CAM tanto en confecciones, calzado, y control numérico, razón por la cual se debe capacitar a los docentes que imparten la enseñanza de estos sistemas en sus materias curriculares correspondientes, para que sean responsables de la conducción del Laboratorio; como alternativa se tiene al personal extranjero para este objetivo de capacitación.
- **Infraestructura Administrativa:** Se necesita de una normatividad que defina con precisión el uso y las funciones del laboratorio, así también el equipo administrativo con sus respectivos manuales de políticas, organización, funciones y procedimientos.

I. Tecnologías CAD/CAE/CAM

1.1. CAD (DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA)

Es un sistema que permite el diseño de objetos por computadora, presentando múltiples ventajas como la interactividad y facilidad de crear nuevos diseños, la posibilidad de simular el comportamiento del modelo antes de la construcción del prototipo, modificando si es necesario, sus parámetros; la generación de planos con todo tipo de vistas, detalles y secciones, y la posibilidad de conexión con un sistema de fabricación asistida por computadora, para la mecanización automática de un prototipo.

También permite el diseño de objetos tridimensionales como diseño de piezas mecánicas, diseño de obras civiles, arquitectura, urbanismo, etc.

1.2. CAE (INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA)

El modelo geométrico de un producto es el elemento central dentro del concepto de la CAE, y consiste en la representación del mismo en la memoria de la computadora. Todos los demás elementos de la CAE utilizan esta descripción geométrica como punto de partida. Ejemplo, el contorno de la pieza puede emplearse para determinar el paso de la herramienta al mecanizarse, mediante un sistema de control numérico.

1.3. CAM (FABRICACION ASISTIDA POR COMPUTADORA)

Es un sistema que permite usar computadoras en el proceso de control de fabricación industrial, buscando su automatización.

En un sistema moderno, la automatización abarca el proceso de transporte, almacenamiento, mecanizado o conformado, montaje y expedición del producto.

1.4. RELACIONES ENTRE CAD/CAM, CIM, CAE, CAL/CAI

Existe entre algunos científicos la tendencia a la clasificación de disciplinas de la ciencia en conjuntos disjuntos.

Este podría ser el caso de los sistemas CAD/CAM. En cambio, la realidad es muy distinta de esas clasificaciones conceptuales. Por ejemplo, hoy en día, es difícil poder realizar procedimientos de CAD/CAM, sin apoyarse en otras disciplinas como la PIS (sistema de información gráfica), la CAS (simulación asistida por computadora), la computación gráfica, los diseños de sólidos en tres dimensiones (3D para el área de los CAD), los FMS (sistemas de fabricación flexibles), el control numérico (NC), el FA (automatización total) o el AM (fabricación autónoma) para el área del CAM. Sin embargo siguiendo esa normativa, ya aceptada, se pretende analizar diferentes sistemas, ayudados por computadora, necesarios para poder desarrollar CAD/CAM, CIM, CAE, CAL/CAI, dividiendo sus disciplinas de soporte en áreas concretas.

1.5. RELACIONES ENTRE CAD Y CAM

El diseño asistido por computadora (CAD) y la fabricación asistida por computadora (CAM) constituyen dos técnicas que, aunque diferentes, han estado, estrechamente relacionadas desde su aparición. Sin embargo, su evolución no ha logrado ser lo suficiente convergente para que la comunicación entre ambos procesos alcance los niveles mínimos deseables.

Sin embargo el futuro del CAD y del CAM depende mucho de los logros en la capacidad entre ambos procesos.

1.6. LA FABRICA DEL FUTURO

Una fábrica del futuro con una integración completa mediante computadora, consistirá en subsistemas modulares, controlados por computadoras que estarán interconectadas constituyendo un sistema de cálculo distribuido.

Parece evidente que los papeles del personal involucrado en el diseño, planificación de la producción, ingeniería de fabricación, y otras funciones asociadas se verán modificados respecto a la situación actual, en la fábrica del futuro. La aplicación de la tecnología CIM facilitará enormemente el diseño y desarrollo de nuevos productos e implicará la necesidad de elevar el nivel de los operarios. Como consecuencia de esto, la separación entre diseño y fabricación comenzará a disminuir.

II. Aplicaciones generales de los sistemas CAD/CAE/CAM

APLICACIONES CAD/CAM EN CAMPOS ESPECÍFICOS

2.1. Diseño de circuitos integrados

El auge y avance en la microelectrónica está íntimamente ligado al CAD, donde el paso más importante es el diseño y la experimentación.

El CAD colabora no sólo en el diseño, sino en el mejoramiento continuo del proceso de fabricación, donde interviene reduciendo horas-hombres y costos.

Otro aspecto importante del CAD es la verificación de los circuitos integrados diseñados y fabricados cuya complejidad aumenta constantemente, donde podemos resumir que:

- Se logra la obtención de circuitos con las características deseadas.
- Asegura la completa ausencia de errores.
- Minimiza el tiempo de diseño.
- Disminución de costos.
- Sincronización con la tecnología existente.

2.2. Diseño de circuitos electrónicos

Las constantes innovaciones tecnológicas procesan la reducción de la vida útil de los productos electrónicos, por lo que el fabricante debe enfrentarse al reto de producir productos cada vez más complejos, en el menor tiempo y con bajo costo posible. Esto se puede lograr gracias a la ayuda de la computadora, tanto en la creación y diseño, como en la automatización de la producción.

En todo este proceso desde el diseño hasta la fabricación, se encuentran realizados los sistemas CAD/CAM/CAE, la finalidad del CAE es ayudar al ingeniero de diseño en todas las etapas del desarrollo del producto, englobando los conceptos CAD/CAM/CAE.

El proceso de desarrollo de un producto se reduce drásticamente, agilizando y anulando toda posibilidad de cometer errores. Lo que antes era necesario desarrollar en físico un prototipo, ahora ya no lo es, hasta se puede comprobar la funcionalidad mediante una simulación.

2.3. Industria Aeronáutica

Una de las primeras industrias en asimilar las técnicas y tecnologías que ofrece el CAD/CAM es sin duda la aeronáutica, la que precisa de una ingeniería compleja, métodos de fabricación exactos y altas inversiones.

La industria aeronáutica es una de las más receptivas de la tecnología CAD/CAM, sobre todo en la aplicación para los proyectos aeroespaciales, donde se requiere el desarrollo de superficies complejas.

Hoy en día es prácticamente impensable desarrollar un proyecto de avión, sin la utilización de las importantísimas técnicas CAD/CAM.

Puede decirse que la industria Aeroespacial, ha sido una de las pioneras en el empleo de las técnicas y tecnologías que hoy englobamos bajo las siglas CAD/CAM, a cuyo desarrollo ha contribuido de forma muy activa. Una de las herramientas adoptadas sin vacilaciones por la industria aeronáutica, y quizá la más significativa de los últimos 35 años, ha sido la computadora, cuya contribución a la realización de trabajos de ingeniería representó, en su día, un salto cuantitativo y cualitativo al menos un orden de magnitud superior respecto a los procedimientos que subsistía.

2.4. Industria del automóvil

Si bien es cierto que la tecnología CAD/CAM es aplicable a todas las industrias, no es menos cierto que la industria automotriz necesita de manera imperativa la aplicación de esta tecnología, dadas sus características de gran variedad de productos, alto volumen de producción, su competitividad y su agresividad para llegar al usuario final en las mejores condiciones de calidad y precio.

La industria automotriz hace de la utilización del CAD/CAM una de sus principales herramientas debido a que tiene que afrontar:

- Altísima competitividad.
- Demanda creciente en calidad y precios.
- Gran variabilidad de modelos.
- Atender la alta demanda de repuestos.
- Escaso tiempo para introducir modificaciones substanciales en modelos y componentes.

2.5. Industria pesada

La industria pesada se caracteriza por producir equipos de grandes dimensiones y grandes pesos, complejos y en cantidades reducidas, y muchos son productos unitarios y no repetitivos.

En atención a las características mencionadas, se hace imprescindible el uso de la tecnología CAD, si se quiere reducir drásticamente el tiempo de diseño y el costo de producción de un prototipo en el que se puedan efectuar pruebas de suficiencia.

La reducción del ciclo de vida de muchos productos, hace que cada vez se disponga de menos



tiempo para el desarrollo de los mismos, complicando el hecho de su complejidad creciente, las exigencias de calidad y las garantías exigibles de seguridad.

Al producir bienes en cantidades pequeñas o unitarias, se hace impensable el tener que construir un prototipo. Las técnicas de CAD pueden aplicarse en las diferentes fases de desarrollo de un equipo pesado.

2.6. Diseño industrial

Las políticas industriales en los países desarrollados del mundo inciden mucho en la tecnología y el diseño industrial. Ambos conceptos influyen grandemente en la industria en general, pues hacen que el producto final se acerque cada vez más a las exigencias del usuario, llegando al mercado en las mejores condiciones de calidad y precio y sobre todo en el momento oportuno, lo que hace que la industria crezca en competitividad.

El diseño es una actividad que se proyecta conceptualmente hacia la solución de problemas, que plantea al ser humano en su adaptación al medio ambiente en la satisfacción de sus necesidades.

El diseño utiliza recursos disponibles en cada situación, estos recursos son la tecnología CAD/CAM/CAE.

2.7. Ingeniería Civil

Existen numerosas aplicaciones en la Ingeniería Civil, pero donde alcanza mayor importancia es en el diseño estructural y en el análisis del cálculo.

Es difícil englobar en un solo contexto los numerosos campos de conocimientos que se suelen incluir en esta rama técnica, por lo que basaremos la exposición en el diseño estructural, con breves descripciones y posibles aplicaciones a otras áreas (ingeniería de tráfico, ingeniería ambiental). Uno de los problemas pendientes en el diseño en Ingeniería Civil es el correspondiente a la optimización automatizada.

La aplicación del CAD a problemas de la Ingeniería Civil está hoy en día ampliamente extendida. Es evidente que, en la situación actual de la técnica, este desarrollo puede preverse rápidamente, y en poco tiempo nos encontraremos en disposición de utilizar técnicas automáticas para sustituir el tiempo del proyectista, el que podrá ser empleado en aquello que nunca se automatizará: el libre ejercicio de la imaginación creadora.

2.8. Diseño arquitectónico

El trabajo del arquitecto se funda, en especial, en el proyecto dentro de un abanico muy amplio de posibilidades, tanto en el ámbito de su aplicación (arquitectura, urbanismo, diseño, etc.), como por

las ciencias en las que se apoya (geometría, psicología, historia, física, derecho, etc.).

La realidad es muy compleja por la gran variedad de posibilidades constructivas, y provoca constantes reajustes del proyecto. Sin embargo la creciente complejidad en la tecnología de la construcción, hace que dentro de un proyecto arquitectónico subsistan varios subproyectos tecnológicos. El CAD permite, entonces, al profesional una concepción geométrica, un contenido constructivo y la elaboración de la documentación (planos) acorde a la necesidad del proyecto objetivo.

2.9. Industrial textil

La aplicación del CAD en la industria textil ha tenido un fuerte impacto sobre todo en:

- Reducción de la mano de obra
- Optimización del tejido
- Reducción de los inventarios en proceso

La empresa española INDUYCO, una de las empresas de confección líder en Europa, ha sido pionera en la utilización de los CAD/CAM, implantando en los procesos de producción estos sistemas hace más de diez años. El impacto de los sistemas CAD/CAM en la industria de la confección ha sido analizado en el informe sobre nuevas tecnologías financiado por la comisión de las comunidades económicas europeas a petición de la asociación europea de las industrias del vestido (AEIH). Los sistemas CAD/CAM hay que incluirlos en el denominado modelo 3.

"Super Tecnología": En esta aplicación de la industria textil podemos incluir algunos sistemas como son:

- Sistema de diseño, escalado y marcado INVESMARK
- Sistema de planificación de corte CUTPLAN
- Sistema automático de corte INVESMART

Una aplicación CAD muy importante en la sección de corte, es el **"PLANNING"** de corte, el nuevo desarrollo se denomina CUTPLAN. El objeto del "planning" de corte es la determinación de las combinaciones de tallas a marcar y de los colchones a tender y cortar, de forma que el coste total, incluyendo procesos y materiales, sea mínimo. Se puede decir que el CUTPLAN es una herramienta de ayuda a la definición del proceso de corte de una orden de fabricación.

En la etapa de diseño es muy usado en el momento de diseñar patrones, permitiendo una fácil manipulación de curvas y el control de parámetros geométricos importantes, asimismo facilita la combinación de modelos. Todo esto hace incrementar



enormemente la productividad del diseñador de patrones. Otro aspecto muy importante es reducir al mínimo los desperdicios al optimizar el corte de los componentes.

2.10. Aplicaciones en la industria de los plásticos

La selección de materiales, la síntesis de modelos, la simulación, la creación de prototipos y la documentación, son grandes campos que dominan la aplicación de los sistemas CAD/CAM en la industria de los plásticos de ingeniería.

El ciclo de diseño se acopla perfectamente a estos campos, pero existen situaciones en las que los medios actuales no proporcionan la flexibilidad suficiente para disminuir su duración y por tanto el impacto sufre la economía de la empresa desde su inicio.

2.11. En la industria del calzado

El impacto de los Sistemas Informáticos en todas las áreas del quehacer humano es innegable. La industria del calzado no podía estar ajena a este fenómeno y es por ello que se ha puesto al servicio de este sector la más moderna tecnología como es el "CAD". Gracias al "CAD" se puede digitalizar la horma para luego añadir las líneas de diseño, los detalles y los colores en tres dimensiones (3D). Algunos Sistemas "CAD" permiten aplanar esta imagen tridimensional para adaptarla a una horma y realizar seguidamente los trabajos propios de Ingeniería de Patrones.

2.12. Análisis cinemático.

Muchos sistemas CAD poseen facilidades para establecer el movimiento de los componentes; los más simples dan animación a las partes, como pistones, puertas, manivelas, etc.; asegurando que en sus movimientos éstos no impacten con otras partes de la estructura.

2.13. Sistemas de información sobre imágenes (PIS).

Un sistema de este tipo es una forma especial de sistema de información que permite la manipulación, almacenamiento, recuperación y análisis de datos de imágenes. Hasta hace poco estos sistemas eran designados para aplicaciones específicas, pero los recientes avances en técnicas de datos, computación gráfica y estructuras de datos de imágenes, han conducido al desarrollo de sistemas de características más generales.

Las bases de datos de imágenes (PIS), son una colección de datos de imágenes codificadas en distintas formas. Hay sistemas, como el PDBS

(Sistemas de bases de datos de imágenes), que proporcionan una colección de datos de imágenes fácilmente accesibles por un gran número de usuarios. En definitiva los PDBS son el corazón o el almacén de los PIS. Hasta hace poco, la atención principal en la investigación sobre PDBS (Picture Data Base System) estaba dirigida al manejo de información no alfanumérica, lo que requiere gran cantidad de memoria aun con imágenes de mediana complejidad. La lista de nuevas aplicaciones dentro del proceso digital de imágenes ha crecido al concluir CAD interactivo, procesamiento de datos geográficos, sensores remotos para estudiar los recursos de la tierra, procesamiento de datos relativos a economía agrícola, aplicaciones a la cartografía y a la realización de mapas.

III. Aplicaciones en la facultad de Ingeniería Industrial UNMSM

Considerando el hecho de contar con un laboratorio de máquinas - herramientas con máquinas convencionales, así como la disposición de cursos afines aplicativos a los materiales industriales y una formación orientada a la programación en gran variedad de software; es imprescindible - por no decir imperativo- las máquinas CNC (control numérico por ordenador) como medio de apalancamiento para el desarrollo de nuestra Facultad en vísperas de recibir al nuevo milenio. Sus aplicaciones directas e indirectas son las siguientes:

- Contar con maquinarias de tecnología de vanguardia en CNC posibilitará que el alumno mejore los ya tradicionales métodos de producción.
- Orientar los destinos de la Universidad no sólo como un ente educativo, sino más vinculado con la sociedad.
- Relacionar más profundamente los cursos impartidos en la Facultad con el Laboratorio de Máquinas-Herramientas, buscando aplicaciones directas e innovaciones en cada uno de ellos.
- Acercar y vincular empresas relacionadas al tema con la Universidad (Facultad) a fin de intercambiar tecnologías, soluciones y conocimientos.
- Formar profesionales con visión empresarial con el apogeo del laboratorio de Máquinas-Herramientas.

3.1. Máquinas Herramientas

Descripción de las características de una máquina CNC

A.- Significado de CNC

- C : Significa la letra inicial de COMPUTER
- N : Significa la letra inicial de NUMERICAL
- C : Significa la letra inicial de CONTROL



Las computadoras, en estos sistemas, han alcanzado una gran difusión por lo siguiente:

- Permiten alcanzar una alta precisión.
- Elevan la productividad.
- Ejecución de trabajos complejos.
- Disminución de tiempos muertos.
- Concentración de operaciones.
- Almacenamiento de información tecnológica.
- Racionalización de personal.
- Reducción de áreas de trabajo.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo.
- Reducción de costos para grandes lotes.

¿Cuáles son las ventajas de las máquinas CNC?

- Elevada precisión.
- Alta confiabilidad.
- Alta productividad.
- Alto coeficiente de eficiencia de empleo de materiales.
- Concentración de operaciones tecnológicas.
- Reducción de tiempos muertos y suplementarios.
- Reducción de áreas de trabajo.
- Reducción de personal.

¿Cuáles son las desventajas de las máquinas CNC?

- Elevado costo de adquisición.
- Alto costo de mantenimiento.
- Efecto social en la reducción de personal.

B.-Centro de aplicaciones integradas de CAD / CAM / CMM

Constituye una infraestructura tecnológica para dar respuesta integrada a la formación continua y a la investigación aplicada a las áreas de Diseño (CAD), Fabricación (CAM) y Metrología tridimensional (CMM).

Está configurado como sistema integrado a través de red local que posibilita flujos de información multidireccional entre las diversas áreas.

Área de CAD/ CAM

El tratamiento del diseño mecánico en todas sus posibilidades (2D, 3D, sólidos, superficies, paramétrico) sobre plataformas PC, bien como finalidad en sí misma o para transferir geometrías a los sistemas CAM que integran los diversos software instalados, constituye la capacidad de esta área.

Cada sistema está conectado en red y todos ellos configuran una red general con un único servidor,

que permite transferir o recibir información de las áreas de CAM o de CMM.

Área de CAD / CNC

Esta área permite la fabricación de las piezas diseñadas (torno, electro erosión de hilo y penetración), a través de los programas CAM específicos instalados, o de los CAM instalados en el área de CAD-CAM. La conexión de las máquinas, tanto con los sistemas CAM específicos como con el resto del sistema a través del servidor de la red, posibilita los diversos flujos de información, tanto con el área de CAD-CAM como con el área de CMM.

Área de Metrología Tridimensional (CMM)

La medición tridimensional de las piezas fabricadas, con máquina manual o automatizada, es una de las posibilidades del sistema. Esta capacidad se completa con la digitalización de modelos y la transferencia de geometría en ambas direcciones, con los sistemas CAD-CAM, a través de la red general en la que se encuentra conectado este sistema de CMM.

WOP (Programación orientada hacia el taller)

WOP presenta básicamente dos modalidades:

- a. Una versión simple para taller. Es la instalación de un equipo PC o estación de trabajo; el cual está directamente conectado con el control CNC vía serie. En el momento de calcular las primeras sendas estas se envían directamente en tiempo real al control. El usuario puede preparar todos los programas de mecanizado que desee y ponerlos en una cola de trabajo para su mecanizado uno por uno.
- b. Una segunda opción es una integración total entre el control CNC y los demás sistemas. El funcionamiento es como en el caso anterior, pero con una mejora importante "el control es parte del equipo". En una misma pantalla se pueden visualizar tres diferentes ventanas:

3.2. Sistemas CAD/CAM en zapatería

El impacto de los sistemas informáticos en todas las áreas del quehacer humano es innegable. La industria del calzado no podía estar ajena a este fenómeno y es por ello que se ha puesto al servicio de este sector la más moderna tecnología. Uno de estos asombrosos aportes informáticos es el CAD o Diseño Asistido por Ordenador.

Gracias al CAD se puede digitalizar, por ejemplo, la horma para luego añadir las líneas de diseño, los

detalles, y los colores en tres dimensiones (3D). La imagen resultante puede poseer una calidad casi fotográfica de manera que los compradores de zapatos realicen una primera elección a partir de estas ilustraciones.

A. Ventajas del sistema CAD/CAM

- Este método es más rápido que los métodos convencionales en los que se utiliza la cuchilla y el papel; el proceso de clasificación es mucho más rápido.
- Gran exactitud y adaptación completa a la clase de horma.
- Permite utilizar los datos para accionar otro equipo controlado por ordenador, como las máquinas de coser o las fresadoras.
- La información sobre los patrones puede enviarse por enlace telefónico de módem.
- Los datos relativos a los patrones en dos dimensiones o 2D, pueden ser utilizados para accionar máquinas de corte, puede obtenerse a partir de los datos MCAD.
- El área del patrón y la tolerancia M área de corte puede obtenerse a partir de los datos del CAD.
- Facilita el cumplimiento rápido del pedido, respuesta rápida que exige el comprador.
- Reduce el número de muestras y fabrica éstas con mayor rapidez cuando existe un enlace entre el CAD y la cortadora.

En la fabricación de calzados el costo de la mano de obra empleado en el cierre o aparado es el segundo rubro más importante en cuanto a gastos se refiere.

Estos costos se pueden reducir también gracias al empleo M sistema CAD ya que en la actualidad existen máquinas de coser automáticas que pueden ser accionadas mediante el Diseño Asistido por Ordenador.

3.3. El CAD en la industria de la confección

Las tecnologías en este sector han dado un salto increíble en diez años, como lo demuestran las nuevas soluciones de diseño y fabricación asistidos por el ordenador. Gracias a ellas se puede agilizar el proceso de producción de una prenda, desde el diseño, hasta la entrega. En manos de un personal calificado, inclusive la entrega, se han convertido en armas decisivas para la conquista de los mercados.

El impacto de los sistemas CAD/CAM en la industria de la confección ha sido analizado en el informe sobre nuevas tecnologías de la comisión de las Comunidades Económicas Europeas a petición de la Asociación Europea de las Industrias del Vestido; en éste se analiza el impacto de las nuevas tecnologías. Los sistemas CAD/CAM hay que incluirlos

en el denominado modelo 3 "Súper Tecnología" cuyo impacto es el siguiente:

- Reducción de Mano de Obra 60 al 75 %
- Optimización del Tejido en Marcador 2 al 4 %
- Reducción de los inventarios en curso 20 %

Una encuesta reciente a usuarios del diseño asistido por computadora, o CAD, para la industria textil y de la confección, reveló que las empresas tardan un promedio de 14 meses en estudiar y seleccionar un sistema CAD. Esto no es demasiado sorprendente, cuando se tiene en cuenta que hay más de 30 compañías que venden soluciones de software y hardware de CAD, diseñados específicamente para la industria de la confección, y más de 100 paquetes de software comerciales para el diseño gráfico en el mercado.

A. Ventajas de diseñar en CAD

A manera de rápida enumeración podemos definir que el sistema CAD/CAM aportará de una forma inmediata:

- Un aumento del potencial creativo.
- Una agilidad en la obtención de nuevos patrones (la eliminación de moldes de cartón).
- Una elevación muy significativa de la calidad del producto basada en la estandarización de los escalados y la precisión de los trazos.
- Un ahorro de tejido y de tiempo en la marcada.
- La creatividad en el diseño.
- Ahorro de tiempo en el diseño.

B.- El CAD en las confecciones desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial

Uno de los principios básicos que constituye la esencia de la Ingeniería Industrial, desde sus comienzos, es la minimización del contenido total del trabajo de la mano de obra directa para una operación o proceso determinado.

En el caso particular de la industria de la confección, numerosos estudios realizados con sistema de tiempos predeterminados, han establecido que el tiempo asignado a una operación de costura se descompone básicamente en 2 grupos de elementos:

- Elementos manuales = 60 a 75 u 80 %
- Elementos de máquina = 30 %

En los últimos años los especialistas del tema han profundizado el desarrollo de equipos y sistema (CAD-CAM), que tienen como objetivo fundamental reducir los elementos manuales a la mínima expresión, empresas como ETON, GERBERT, LECTRA, entre otras ofrecen a la industria una nueva alternativa de proceso que recibe el nombre de sistema unitario de producción.



3.4. Sistemas de Información Geográfica (GIS)

Un sistema de Información geográfica, es un sistema que por medio de computadoras, es capaz de reunir, guardar, manipular y mostrar información desde el punto de vista geográfico identificando datos de acuerdo a sus localizaciones.

Características generales

- Es una herramienta de análisis.
- La mayor ventaja de un GIS es que permite identificar las relaciones espaciales entre características de los mapas y planos.
- Un GIS no necesariamente almacena el mapa o plano (imagen o una vista de un área geográfica) de una manera convencional, un GIS almacena los datos (información), desde la cual puede crear la vista deseada, dibujándola para un propósito particular.
- Un GIS guarda información acerca del mundo como una colección de capas temáticas que pueden unirse juntos por geografía.
- La información geográfica contiene una referencia explícita (latitud, longitud o coordenada); o también una referencia implícita (dirección, código postal, identificación de la posición del bosque o nombre del camino, etc.).
- Un proceso automatizado llamado geocodificación se usa para crear referencias geográficas explícitas (locaciones múltiples) de referencias implícitas (descripciones tal como direcciones). Estas referencias geográficas permiten localizar rasgos como un negocio o posición del bosque, y/o eventos como: un terremoto, en la superficie de la tierra por análisis.
- GIS trabaja con dos modelos geográficos; "el modelo vector" y "el modelo raster".

Aplicaciones

1. Ventas y Marketing: Análisis de:
 - Competitividad
 - Demográfico
 - Distribución
 - Probabilidad
 - Localización, etc.
2. Telecomunicaciones:
 - Administración.
 - Cobertura de Telefonía Celular.
 - Mantenimiento.
 - Pronósticos
 - Planeamiento Estratégico.
3. Bancos:
 - Análisis de competitividad.
 - Servicios a Clientes.
 - Planificación de la localización de sucursales.

Administración de préstamos.
Análisis de distribución de crédito bancario.

4. Gobierno:
 - Control de drogas.
 - Control de enfermedades.
 - Administración de catástrofes
 - Impacto ambiental.
5. Transporte:
 - Localización automática de vehículos.
 - Despachos.
 - Análisis de carga.
 - Planificación de Rutas.
 - Planificación de tráfico.

Ventajas

- Los datos están en formato digital.
- Velocidad en la manipulación y recuperación de datos.
- Habilidad para análisis espaciales complejos.
- Datos reales en tiempo real, manipulado para necesidades específicas.
- Consultas espaciales: Longitud, latitud y otra información.
- **Proyectar ubicaciones óptimas.**

Limitaciones

- Dificultades en la captura, modelamiento y almacenamiento de la información (sobre todo gráfica).

IV Direcciones Internet

1. Autodesk en la Web en: www.autodesk.com.autocad
2. Servicios CAD/CAM Escuela Superior de Ingenieros.Servicios CAD/CAM.INDICE. 1. Impresoras.2.plotters.1.Impresoras. Se dispone de 2 impresoras Propinter III IBM 4201... [Preview] <http://www.esi.us.es/CDC/servicios.html-size 6K-13-Sep-96-Spanish-Translate>
3. CAD/CAM/CAE Multimedia Ahora Grup4 EMPRESAS pone al alcance de su organización toda su experiencia en la automatización de las tareas de diseño, con un... [Preview] <http://www.acoss.es/grup4/multim.htm-size 2K-25-Dec-97-Spanish-Translate>
4. SISTEMAS CAD/CAM Este es un examen de auto evaluación[Prview] <http://www.chi.itesm.mx/~cim/examenes/ecadcam1.html-size 16K-17-Mar-97-Spanish -Translate>
5. CAD/CAM Diseño y Fabricación Asistida por Ordenador. Centro donde se imparte: Facultad



- de Informática. Curso: 5 .Carácter... [Preview]
<http://ccdis.dis.ulpgc.es/docencia12/asignaturas/cadcam.html>-size 2K-19-Nov-96-Spanish-Translate
- 6. Recursos de Laboratorio CAD/CAM Los recursos de laboratorio de CAD/CAM constan de Autocad. Modelador de sólidos AME. MasterCam V6 (Diseño,Torno y Fresadora) Cosmos:Análisis de.. [Preview]<http://www.mor.itesm.mx/~cerg/CSM/rec..html>-size 579 bytes
- 7. MTS-CAD/CAM/CNC Software – Pedidos Esta Ud. interesado en nuestros servicios. [preview]
<http://www.mts-cnc.com/espagnol/order.htm>-size4K-15- Aug-97-Spanish-Translate
- 8. Proyectos docentes:CAD/CAM. Departamento de Informática y Sistemas Proyecto Docente. [Preview]<http://ccdis.dis.ulpgc.es/docencia12/proydoc/prcadcam.html>-size 5K-4-Nov-96-Spanish-Translate
- 9. PROGRAMA DE CAD/CAM Cad/Cam. Index... Información Modulo CAD/CAM para gestionar procesos de oficina técnica . [Preview]
<http://usuarios.intercom.es/dliia/pagc11.htm>-size 1K-1 –aug- 97-Spanish-Translate
- 10. DELTA CAD.Soluciones CAD/CAM/CAE/CMM Soluciones CAD/CAM/CAE/CMM para modelistas, moldistas, troquelarias, estampación (CADRA, TEBIS, OPTRIS, TYPE3, WENZEL). [Preview]<http://www.deltacad.es/> - size 2K-22-Aug-97-Spanish-Translate
- 11. AUTOCAD R14 Features Preview. <http://www.cadcamsys.com/AUTODESK/R14PREVW.HTML>
- 12. MECHANICAL ENGINEERING. <http://www.pt.wb.utwente.nl/home.html>
- 13. PROYECTO DE IMPLANTACION DE SISTEMA CAD/CAM. WEB:<http://www.promonal.com.htm>. <http://www.promonal.com/calculo.htm>
<http://www.promonal.com/decad.htm>
- 14. LABORATORIOS DE CAD/CAE/CAM. WEB:<http://www1.ceit.es/Asignaturas/LabCAD/CAE/CAM>
- 15. CAD INFONET-AUTOCAD RELEASE 14. WEB:
<http://www.dbm.com.au/CADINFO/r14.htm>
- 16. RSI-CAE/CAD/CAM data Integration. WEB:
<http://www.rsi-inc.com/about.html>
- 17. CAD/CAM Catalogo. WEB:<http://www.ibassoc.com/direct/CadCam.htm>
- 18. AUTODESK RESOURCE. WEB:<http://www.acad.co.uk>
- 19. PAUL S favorite AUTOCAD SITES. WEB:<http://ucad.uccb.ns.ca/acad/links.htm>
- 20. AutoCAD RELATED SITES and RESOURCES. WEB:<http://nt.gc.fl.us/auto/>
- 21. UNIVERSO AUTOCAD HQME PAGE. WEB:
<http://www.informex.it/autocad/>
- 22. MASTERING AUTOCAD :The One-Stop AUTOCad RESOURCE. WEB:<http://www.omura.com/autocad/aec.htm>
- 23. AUTOCAD LISP/ADS PROGRAMS. WEB:<http://xarch.tu-graz.ac.at/autocad/progs/index.html>
- 24. MAC INGENIERIA –ArchiCAD. WEB:<http://www.macing.com/acad/acad455.htm>. <http://www.macing.com/index.html>
- 25. NEMETSCHKE ESPAÑA(Lider en el área de CAD) . Empresa de software dedicada a la arquitectura. WEB:<http://www1.nemetschke.es/nemetschke/>
- 26. MAQUINAS Y HERRAMIENTAS . http://www.cegs.itesm.mx/tecnicos/romulo/maquinas_herramientas.html
- 27. SECCION MAQUINA <http://estruc.etsiig.uniovi.es/iuta/mecanica.html>
- 28. CAD MECANICA dmt20 . <http://www.bsp.es/binary/menudmt.htm>
- 29. LABORATORIO DE FABRICACION INTEGRADA <http://www.ulpgc.es/departamentos/ingmeca/lfi/index.html>
- 30. INTERGRAPH MECANICA . <http://www-nihon.intergraph.com/spain/prod/mec/mec.htm>
- 31. CENTRO DE INVESTIGACIONES DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS . <http://www.inti.edu.ar/cimher.htm>
- 32. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA . <http://www.pt.wb.utwente.nl/projects/froom/cad.html>
- 33. DISEÑO/DIBUJO INDUSTRIAL . <http://www.shadow.net/~imaginev/javier.htm>
- 34. DISEÑO INDUSTRIAL . <http://www.globalx.net/ocd/directions/2252.html>
- 35. TRIANON S.A. . INTERNET:info@trianon.com.pe
- 36. T.S.T. CAD/CAM . [HTTP://WWW.CTV.ES/TST/](http://WWW.CTV.ES/TST/)

- CAD_CAM./CAD_CAM.HTML
37. IMPLANTACION DE UN SISTEMA CAD/CAM EN EMPRESA . [HTTP://WWW.EDIMICROS.ES/AUTOCAD/REVISTA/TALLER/R45P12.HTML](http://www.edimicros.es/AUTOCAD/REVISTA/TALLER/R45P12.HTML)
38. MTS - CAD /CAM/CNC. SOFTWARE - SUPPORT . [HTTP://WWW.MTS-CNC.COM/ESPAÑOL/SUPPORT.HTML](http://www.mts-cnc.com/ESPAÑOL/SUPPORT.HTML)
39. CUSPIDE : LIBROS SOBRE SISTEMAS CAD / CAM /CAE . [HTTP://WWW.CUSPIDE.COM/CATALOGOS/CAT01/SEC0800/01243/.HTML](http://www.cuspide.com/CATALOGOS/CAT01/SEC0800/01243/.HTML)
40. SISTEMAS DE DIBUJOS ASISTIDOS POR ORDENADOR . [HTTP://WWW.INTERCOM.ES/CIMATICA/TECNOSALONES/PRODUCTOS/S1302.HTML](http://www.intercom.es/CIMATICA/TECNOSALONES/PRODUCTOS/S1302.HTML)
41. DIRECCIONES INTERNET APLICADAS A LA GEOLOGIA . [HTTP://GUGU.USD.ES/GOU/GOU/SICOPEDA/ESTUDIOS/EPOLITAN/IHOPOGR/PLANESTU.HTM](http://gugu.usd.es/GOU/GOU/SICOPEDA/ESTUDIOS/EPOLITAN/IHOPOGR/PLANESTU.HTM)
42. CAD /CAM SOFTWARE . [HTTP://WWW.NEWSPAGE.COM/NEWSPAGE/INFO/D2/D6/D1/PUBLIC/A608](http://www.newspage.com/newspage/info/d2/d6/d1/public/a608)
43. CAD-NC koppelung . [HTTP://MEMBERS.AOL.COM/GFAHV/CNC/CADMC.HTM](http://members.aol.com/GFAHV/CNC/CADMC.HTM)
44. CAD TOOLS . [HTTP://VELOX.STANFORD.EDU/GROUP/CADTOOLS.HTML](http://velox.stanford.edu/group/cadttools.html)
45. NASA CAD/CAM/CAE INTER CENTER WORKING GROUP . [HTTP://OOPS.GSFC.NASA.GOV/CAE-ICWG/](http://oops.gsfc.nasa.gov/CAE-ICWG/)
46. EST CAD/CAE-STD 3D EUCLID . [HTTP://WWW.LHC01.CEVM.CH/LHC/TCC/STANDARD](http://www.lhc01.cevm.ch/lhc/tcc/standard)
47. MASTER CAD SISTEMAS . [HTTP://WWW.ARRAKIS.ES/~MCADS/](http://www.arrakis.es/~MCADS/)
48. MICROCADAM DO BRASIL . [HTTP://WWW.8415.COM.BR/MICROACADAM/DEFAULT.HTM](http://www.8415.com.br/microacadam/default.htm)
49. PROJETOS DE MECANICA . [HTTP://REESC.CTCLAB.UFSC.BR/MECANICA.HTM](http://reesc.ctclab.ufsc.br/mecanica.htm)
50. LABORATORIO CAD/CAM/CAE/CNC . [HTTP://W3.KHK.BE:8000/KHK/Geel/mechanica/cadcam.html](http://w3.khk.be:8000/khk/Geel/mechanica/cadcam.html)
51. CATALOGO DE SOLUCIONES HP CAD/CAM/CAE-EDA . [HTTP://WWW.OPENLAND.COM.MX/CADCAM.HTML](http://www.openland.com.mx/CADCAM.HTML)
52. ACERI S.A. TECNOLOGIA DEL CAD/CAM/CAE . [HTTP://WWW.ACERI.COM/HTMLS/LANGESP.HTM](http://www.aceri.com/htmls/LANGESP.HTM)
53. CENTRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE MANUFACTURA (CSIM) . [HTTP://DG11.MTY.ITESM.MX/CSIME.HTM](http://dg11.mty.itesm.mx/CSIME.HTM)
54. BSP HARDWARE Y SOFTWARE CAD/CAM/CAE . [HTTP://BSP.ES/BINARY/](http://bsp.es/binary/)
55. CAD SISTEMAS -DESARROLLO . [HTTP://WWW.EXPOW.COM/CADSISTEMAS/DESARROLLO.HTML](http://www.expow.com/cadsistemas/desarrollo.html)
56. CAD E INFOGRAFIA . [HTTP://WWW.REDESTB.ES/PERSONAL/SAMICRO/CAD-VERANO.HTM](http://www.redestb.es/personal/samicro/cad-verano.htm)
57. AULA CAD CAM . [HTTP://WWW.ESI.US.ES/CDC/AULA_CAD-CAM.HTML](http://www.esi.us.es/CDC/AULA_CAD-CAM.HTML)
58. TECNICO DE PROGRAMACION ASISTIDA CAD CAM . [HTTP://WWW.CETA.ES/PERSONAL/RAFA4.HTML](http://www.ceta.es/personal/rafa4.html)
59. CAD CAE CAM SERVICIOS EN INGENIERIA . [HTTP://WWW.GRIPPO.COM/WWWBOARD/MESSAGES/1318.HTM](http://www.gripp.com/wwwboard/messages/1318.htm)
60. DISEÑO MECANICO POR ORDENADOR : CAD/CAE . [HTTP://WWW.ICTNET.ES/HTML-CAT/FORM/PEF/DMOCAD.HTM](http://www.ictnet.es/html-cat/form/pef/dmocad.htm)
61. LABORATORIO DE CAD/CAM/CAE . [HTTP://WWW1CEIT.ES/ASIGNATURAS/LABCADCAE](http://www1ceit.es/asignaturas/labcadcae)
62. CAD/CAE Y ELEMENTOS FINITOS EN LAS INGENIERIAS . [HTTP://WWW.CECALC.ULA.VE/TALLERES/TALLERES/NODE17.HTML](http://www.cecalk.ula.ve/talleres/talleres/node17.html)
63. CURSOS AUTOCAD . [HTTP://OSIRIS.STAFF.UDG.MX/CURSOS/ACTUALIDAD.HTM](http://osiris.staff.udg.mx/cursos/actualidad.htm)
64. LABORATORIO DOCENTE CAD/CAM . [HTTP://IO.DIS.ULPGC.ES/](http://io.dis.ulpgc.es/)
65. LABORATORIO CAD-MAC . [HTTP://WWW.GDL.UAG.MX/UAG/TDI/COMPACAD/DISMANU/LABCAD.HTM](http://www.gdl.uag.mx/uag/tDI/COMPACAD/DISMANU/LABCAD.HTM)
66. AUTOCAD NEWSLETTER MAR 97 . [HTTP://WWW.HALCYON.COM/JEEPER/SAUG/JUN97N1.HTM](http://www.halcyon.com/jeeper/saug/jun97n1.htm)
67. CAD CENTRE . [HTTP://WWW.BENVLE.DMU.AC.UK/RESEARCH/CADCTR/CADCTR.HTM](http://www.benvle.dmu.ac.uk/research/cadctr/cadctr.htm)
68. CAD MANAGEMENT PROJECT . [HTTP://WEBER.U.WASHINGTON.EDU/~SNOWIN/CADMP.HTML](http://weber.u.washington.edu/~snowin/cadmp.html)