

TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO Y LA FABRICACIÓN DE MOLDES Y TROQUELES

Bairo Vera Mondragón; Diego Vidarte Mayor
Instructores SENA, CDT - ASTIN

PRESENTACIÓN

La incorporación del computador y la automatización en todas las áreas de producción ha significado una segunda revolución industrial mucho más profunda y amplia que la proporcionada por la máquina de vapor.

Nuestra época se caracteriza por una gran evolución tecnológica, con una rápida obsolescencia de los productos industriales. Por ello, se precisa de unas áreas de diseño ágiles que proporcionen nuevos productos, con mejores prestaciones, y con un tiempo de respuesta cada vez más corto que mejoren la productividad, por lo que la incorporación de nuevas tecnologías es el medio más efectivo para conseguirlo.

La demanda es cada vez más selectiva al tiempo que los fabricantes amplían la gama de sus productos y disminuyen el tamaño de las series de fabricación. Todo ello hace necesario disponer de un diseño y una fabricación más flexibles, más sencillos de cambiar y adaptar a otros modelos.

Dado que los avances en la tecnología, por sí solos, ya no son suficientes para lograr las mejoras

requeridas para competir y sobrevivir en este nuevo mercado, las compañías necesitan revisar sus técnicas tradicionales de forma que permitan que las tareas seriales de ingeniería sean ejecutadas en paralelo, concurrentemente.

La Ingeniería concurrente o Ingeniería de compresión de tiempo puede ser considerada como una forma de reingeniería de procesos y las principales tecnologías que permiten esta característica en esta área son los sistemas CAD y el desarrollo rápido de prototipos. Por esto, la técnica de la Ingeniería concurrente se basa en la aplicación de principios y procedimientos que intentan involucrar, de forma temprana, a productores y proveedores en el diseño, y gestionar el trabajo de las distintas áreas, sin que se produzca una pérdida de tiempo y

eficacia apreciables. (Ver figura 1). Para responder a estas exigencias, se analizan a fondo los sistemas y procedimientos de producción:

1. DISEÑO DEL PRODUCTO. En ésta, el computador se incorpora a través de un software gráfico que permite crear, manipular y representar productos en 2D Y 3D, naciendo la tecnología CAD (Computer Aided Design) Diseño Asistido por Computador; también se habla del CADD (Computer Aided Drafting and Documentation) Dibujo y Documentación asistida por Computador, y del CAT (Computer Aided Testing) Pruebas Asistidas por Computador, así como del CAE (Computer Aided Engineering) Ingeniería Asistida por Computador, el cual incluye otros aspectos del diseño como cálculos, en especial el estructural por elementos finitos FE (Finit Elements); la planificación



Figura 1. Ingeniería concurrente

y el control de proyectos; la codificación y la estandarización GT (Group Technology), la tecnología de Grupos, entre otros.

2. INGENIERÍA DEL PROCESO.

En esta etapa, una vez definido el producto, se estudia y se establece los medios-máquinas, las herramientas, utillajes y los métodos y tiempos de fabricación. El computador, que apoyado del software de simulación de mecanizado, se constituye en una herramienta potente en manos del técnico, creándose el llamado CAM (Computer Aided Manufacturing) Manufactura Asistida por Computador, tecnología que incluye, también, la aplicación del computador en el taller.

La organización industrial establecía grupos orgánicamente distintos para ingeniería del producto e ingeniería del proceso; separación que ocasionaba, en muchos casos, graves problemas de comunicación. Desde el punto de vista funcional, a menudo, es difícil establecer esta separación, y es evidente que una estrecha colaboración entre ambos, tanto en el momento del diseño como en el de definición del proceso de fabricación, supone grandes beneficios. El computador facilita esta integración al compartir bases de datos comunes y facilitar la comunicación entre ambos grupos.

Por todo esto, en la actualidad, no se habla de CAD/CAM/CAE por separado por cuanto se utilizan como una única tecnología a incorporar de forma simultánea.

3. FABRICACIÓN Y MONTAJE.

En ésta el computador se incorpora de manera directa en

las máquinas, como elemento de monitorización y control; con ello se crea el CNC (Computer Numerical Control) apoyado en máquinas CN (Numerical Control); los sistemas de alimentación automática, la robótica y los procesos administrativos de planificación y control PPC (Product Planning Control) Planificación del Producto Asistido por Computador.

4. VERIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD. En ésta el computador se acopla a máquinas de medición y prueba, de forma que automatiza los controles y asegura una gran uniformidad en la producción. Esta técnica recibe el nombre de CAI (Computer Aided Inspection) Verificación Asistida por Computador.

La conjunción de todas estas técnicas en una sola tecnología nos lleva al CIM (Computer Integrated Manufacturing) Fabricación Integrada por Computador. Según ella, el computador o una red de computadores comunicados entre sí, apoyados en una base de datos única para todas las áreas, asiste y controla toda la producción en todos los aspectos (materiales, máquinas, hombres, costos, etc.)

Así, nace también el concepto de FA (Full Automation) Automatización Completa que apoyado en la FMS (Flexible Manufacturing System) Sistema de Fabricación Flexible, nos presenta las fábricas del futuro, sin papeles, sin operarios directos, funcionando totalmente automatizadas, de la misma forma que ya, hoy día, funcionan los grandes complejos químicos.

Por lo anterior, afirmamos que en la actualidad, el CIM es más una filosofía que una realidad industrial que consiste en la automatización e integración de todas las fases de producción. (Ver figura 2).

Es evidente que la utilización de todas estas tecnologías nos confronta o nos lleva a enfrentar nuevos problemas, como son aquellos particularmente derivados del intercambio de datos entre los diferentes sistemas CAD/CAM/CAE, y dado que es poco probable un consenso entre las diferentes empresas para utilizar el mismo sistema, es preciso recurrir a los Traductores Estándar (Interfases) o Formatos de Intercambio de Datos.

5. LA DIGITALIZACIÓN. Al aplicar la Ingeniería Inversa al Desarrollo y Diseño de Nuevos Productos, se hace necesario implementar Metodologías y Tecnologías de punta a las diferentes fases del proceso para que lo optimicen y sean más rentables (ver Diagrama 1).

En una de las primeras fases del Diseño como es la elaboración de bosquejos y planos del objeto a construir y/o modificar, labor que se hacía de forma manual y era dispendiosa con gran acumulación de errores por diferentes causas, se han incorporado sistemas CAD para la elaboración de estos planos.

En caso de que exista el objeto físicamente, y esté presente una gran complejidad superficial, es decir, superficies con geometría y contornos muy irregulares, se va a

tener más dificultad para su representación gráfica en sistemas CAD, ya que los datos que se le transfieren al sistema son los que se toman manualmente con instrumentos.

Para salvar este tipo de dificultad se han desarrollado los **DIGITALIZADORES** para objetos tridimensionales, los cuales permiten obtener el contorno superficial del objeto por más complicado e irregular que sea.

El digitalizado consiste en obtener información de la superficie de un objeto real en formato electrónico.

En un computador se tendrá una nube de puntos, en coordenadas cartesianas **X, Y, Z**, correspondientes a la superficie digitalizada. Los principales sistemas para realizar esta operación están basados, bien en una máquina de metrología tridimensional, bien en fresadoras **CNC** (Sistemas de Contacto, ver Figura 3 y 4), o mediante sistemas de visión artificial (Sistemas de No Contacto, ver Figura 5 y 6).

El control de la máquina de medir tiene que disponer del correspondiente software para realizar el proceso de digitalizado de forma

automática, almacenar de manera adecuada las coordenadas de los puntos medidos y exportar dicha información a un sistema CAD, en general en un formato IGES o bien en algún otro tipo de formato de intercambio gráfico.

Existen dos tipos de palpadores, el palpador discreto o dinámico y el palpador continuo o estático. El primero palpa puntos discretos sobre la superficie de la pieza, y si la estrategia de palpado se da conforme a los planos, permite la compensación automática del radio de la punta del palpador, registrando, por tanto, las coordenadas de los puntos de contacto entre los puntos y la superficie de la pieza.

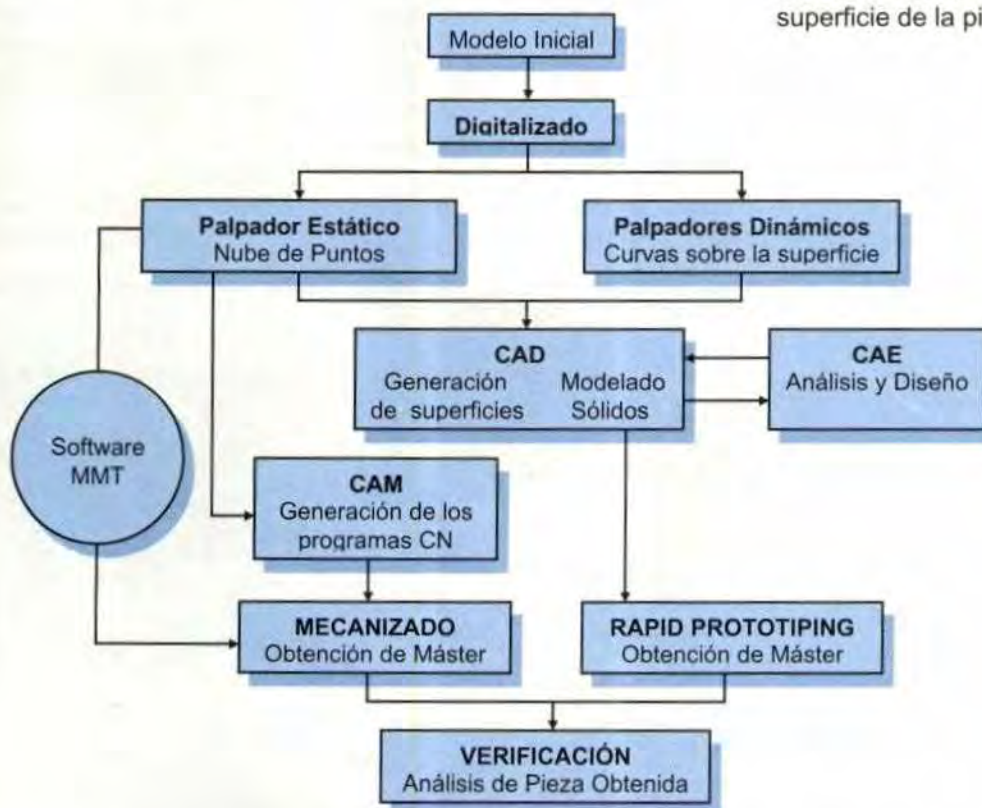


Diagrama 1. Tecnologías de punta utilizando la digitalización como punto de partida.

(A partir de una pieza real, modelo o pieza master, por digitalizado se obtiene una nube de puntos correspondientes a la superficie de dicha pieza).



Figura 3. Sistema de digitalización de contacto

Este sistema ofrece flexibilidad al ser posible definir diferentes estrategias de digitalizado a fin de obtener el máximo de información sobre la superficie de la pieza con el mínimo número de puntos digitalizados, dispuestos en forma de "costillas" que facilitan el tratamiento posterior en el sistema **CAD** para el ajuste con superficies matemáticas al manejar la mínima información posible.

El segundo, el palpador continuo o estático, la superficie se palpa de manera continua y automática, dentro de la zona que se le define, realizando un barrido, y registrando las coordenadas **X,Y,Z** del centro del radio del extremo del palpador con la densidad de puntos que se especifique.

Inicialmente las coordenadas de los puntos obtenidos corresponden a puntos de una "piel" paralela a la superficie digitalizada y separada una distancia igual al radio de la punta del palpador. A partir de estos puntos, existe un software que permite obtener las

coordenadas de puntos de la superficie de la pieza, realizando lo que se denomina la "corrección de offset o compensación de radio de punta de palpador". Con este sistema de palpado se obtiene un gran volumen de información, coordenadas de muchos puntos, que no siempre es sencilla de manejar.

El sistema de palpado es el adecuado para generar de forma directa los programas de **CN** mediante el propio software de digitalizado o bien para exportar la nube de puntos directamente a un sistema **CAM**, si éste lo permite, para generar los programas de **CN**. Para el digitalizado existe, también, la opción de utilizar un cabezal láser (ver Figura 5 y 6) en lugar del palpador en las máquinas de medir por coordenadas. En este caso, el digitalizado se realiza sin contacto físico, de manera continua, generando un barrido de la superficie de la pieza

obteniéndose las coordenadas **X, Y, Z**, de puntos de la superficie de la pieza con la densidad de puntos que se especifique.

Las coordenadas **X, Y** se determinan a partir de los captadores de posición de los ejes de la máquina que controlan la posición del cabezal y la coordenada **Z** de cada punto viene dada por el sistema de medición láser.

Si bien este sistema tiene ventajas como la rapidez de digitalizado y que permite acceder a zonas donde no sería posible con palpador debido al radio de su extremo, también hay que tener en cuenta la dificultad de digitalizar superficies paralelas al rayo láser y la problemática que puede introducir la superficie a digitalizar según sus características reflectantes, que pueden solucionarse pintando de manera adecuada dicha superficie.

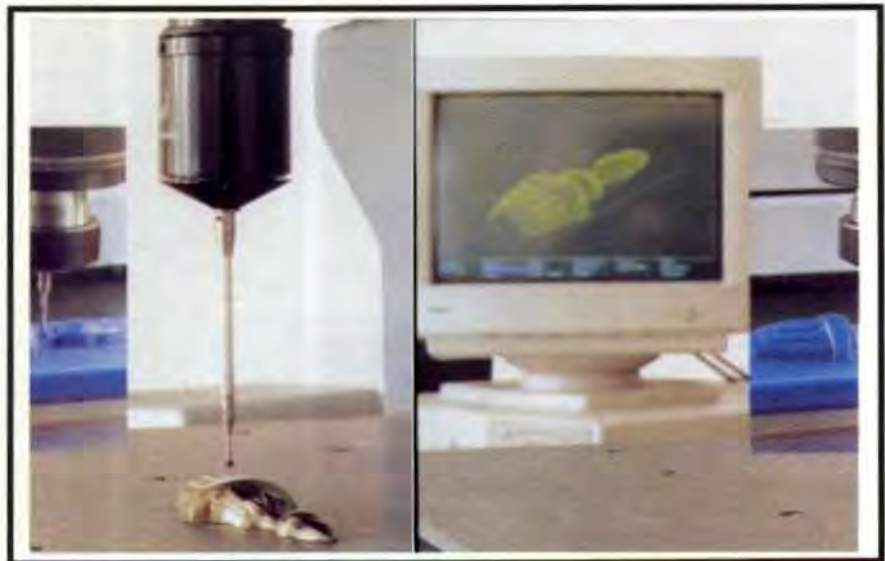


Figura 4. Transmisión de datos de un digitalizador de contacto al computador

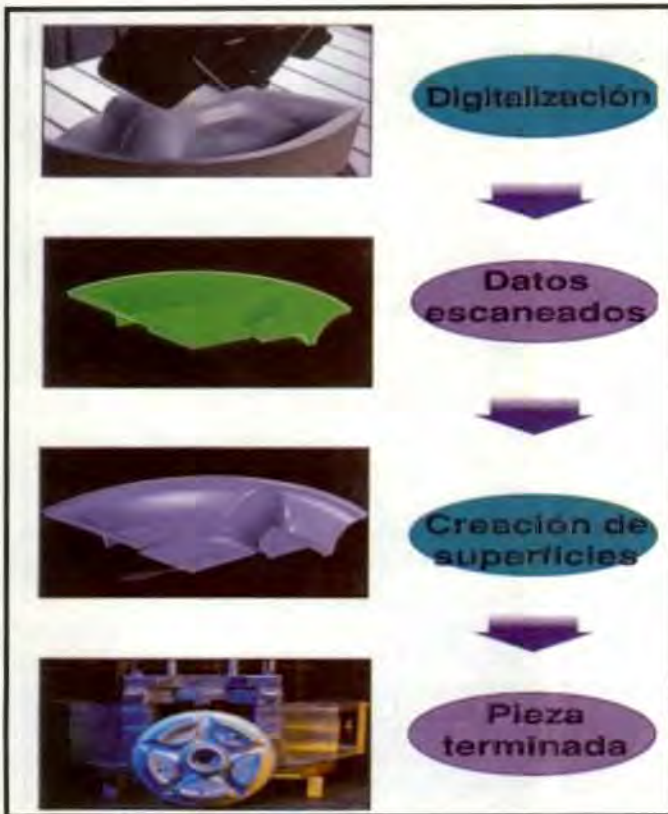


Figura 5. Sistema de digitalización láser (No contacto)

5.1. ¿Dónde se pueden acoplar los digitalizadores?. Existe la posibilidad de digitalizar mediante el acople de una sonda o palpador de medida o bien un sistema láser en el cabezal de una fresadora o centro de mecanizado con **CNC**. En este caso, el control del movimiento de los ejes y el proceso de digitalizado, ya lo realiza el propio **CNC** si tiene esta opción, o ya se realiza con un sistema de hardware + software complementario que actúa directamente sobre las tarjetas de control de los motores de la máquina.

El sistema de visión consta de dos cámaras para obtener una visión en estéreo y de un haz lineal láser

mediante el cual se hace un barrido de la superficie digitalizando las sucesivas intersecciones del plano definido por el haz de luz láser con la superficie.

Las digitalizadoras son máquinas automáticas que encajan dentro del concepto de **escáner 3D**, incorporando sistemas ópticos de palpado basados en diferencia de tonos entre los puntos registrados por dos cámaras **CCD** que registran el reflejo del haz de luz láser emitido.

5.2. Ajuste de las superficies. Una vez efectuado el digitalizado sigue el ajuste de la superficie que consiste en crear con un sistema CAD, superficies matemáticas que

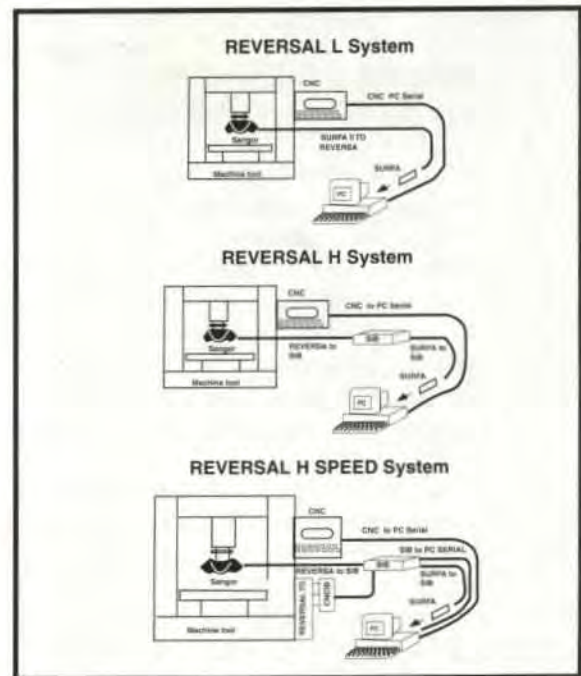


Figura 6. Cabezal láser montado en una máquina herramienta C.N.C.

se ajusten a la superficie real basándose en la nube de puntos obtenida con el correspondiente digitalizado.

Los requerimientos del equipo informático **CAD** y de la consiguiente elaboración de superficies están condicionados por el tipo de digitalizado realizado.

Con palpado discreto o dinámico se precisa, luego de un programa **CAD** tridimensional, con un módulo de creación de Superficies Avanzadas. Este módulo permite la creación de curvas que coincidan con los puntos palpados en distintos planos del modelo y, luego, basándose en estas curvas, se crearán superficies que reproducen la piel digitalizada del modelo.

Con palpado continuo, los requerimientos pueden ser mayores. Además de un sistema CAD 3D, se precisa de un módulo adicional que ayude a convertir una densa nube de puntos en una superficie. En algunos casos, se trata de programas cerrados, totalmente orientados a este objeto, incluso necesitando un hardware más potente para poder manipular grandes cantidades de información (ficheros de puntos de 30 a 100 Mbytes). En este caso, con el software y el hardware especiales, el ajuste de superficies puede ser relativamente rápido, siempre de la mano de un técnico con experiencia para guiar el programa, y el generar superficies coherentes, seleccionando zonas de puntos agrupables: radios de acuerdo, planos, etc.

5.3. Análisis y verificación de superficies. Para verificar la bondad de las superficies creadas caben dos posibilidades: la comparación de las superficies de la pieza de partida con las de la pieza fabricada o bien la comparación entre los puntos digitalizados y las superficies CAD creadas. En el primer caso, se comparan las superficies digitalizadas inicialmente del modelo master y las del prototipo final fabricado mediante ingeniería inversa. Esta función de comparación se realiza mediante un software especial de Metrología y Verificación instalado en el propio computador de control de la máquina de medición tridimensional, facilitando la tarea de dictaminar si la ingeniería inversa es correcta o no.

En el caso de la comparación entre los puntos digitalizados y las superficies CAD creadas, los programas de CAD avanzados permiten superponer los puntos palpados en el digitalizado con las superficies creadas a partir de los mismos puntos, a fin de detectar errores de desviación entre la modelización hecha con superficies y la información original. Este método es el más usado por ser menos complejo que el anterior y ser lo suficiente fiable.

5.4. Aspectos a tener en cuenta con el uso de la Digitalización.

El proceso de concepción, diseño y obtención de un producto partiendo de un modelo inicial digitalizado, supone una disminución de los errores con respecto a los sistemas tradicionales con que se fabrica a partir de planos 2D. Muchas veces resulta difícil materializar toda la información geométrica completa 3D en dichos planos, con lo que la calidad del producto fabricado a partir de ellos se ve comprometida y depende, en muchos casos, de la habilidad y las destrezas de los

operarios de las máquinas.

La tendencia en el campo de la digitalización y las tecnologías asociadas es:

- Reducir el tiempo de digitalizado utilizando sistemas combinados de visión artificial e iluminación o barrido tipo escáner con láser.

- Desarrollo de software de CAD específicos, capaces de manejar gran cantidad de puntos, para crear y ajustar superficies a partir de las nubes de puntos, de forma rápida y con la mínima intervención del operador.

- Desarrollo de nuevos sistemas de fabricación rápida de prototipos con buenas características mecánicas y de acabado que, incluso, sirvan como preseries de piezas funcionales.

Estos sistemas permitirán, por ejemplo, desarrollar de manera rápida tanto un molde que sirva para inyectar una preserie de piezas como un electrodo para máquina de electroerosión.

NO	COMPAÑÍAS	DIGITALIZADOR	SOFTWARE
A	Laser Design Inc.	Surveyor	Datasculpt
B	3D Scanner Inc.	Replica - Reversa - Model maker	Riscan
C	Renishaw Inc.	Retroscan - rescscan cyclon	ct
D	Polhemus Inc.	HLS - Escaneador láser manual	Polhemus Fastrak
E	Romer Inc.	Series Romer	Imagenware

Compañías que desarrollan y distribuyen Digitalizadores