

GEOMETRIA FRACTAL. UNA NUEVA HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DEL DISEÑO TEXTIL. APLICACIONES EN LA ESTAMPACION *)

J. Neves*, M. Neves**, K. Janssens ***

0.1 Resumen

En este artículo se presenta el proceso completo de diseño, comenzando por un diseño creado con la percepción matemática de la Geometría Fractal y continuando con la introducción de estas imágenes en los sistemas CAD y su ajuste a las limitaciones técnicas y estéticas de la industria de la estampación textil.

El resultado es una creación artística basada en matemática pura utilizando las últimas técnicas de Diseño Textil asistido por ordenador.

Palabras clave: Geometría fractal, estampación, color, diseño, CAD.

0.2 Summary. FRACTAL GEOMETRY. A NEW TOOL FOR TEXTILE DESIGN DEVELOPMENT APPLICATIONS IN PRINTING.

In this work the complete design process will be integrated, beginning with a design created with the mathematical perception of Fractal Geometry, followed by the introduction of these images into CAD systems and its adjustment to technical and aesthetic limitations of the printing industry.

The result is an artwork created on pure mathematical basis using the most recent techniques of computer Aided Textile Design.

Key words: Fractal Geometry, textil printing, colour, design, CAD

0.3 Résumé. GEOMETRIE FRACTALE. NOUVEL OUTIL POUR LE DEVELOPPEMENT DU DESSIN TEXTILE. APPLICATION DANS L'IMPRESSION.

Cet article présente le processus complet du dessin, en commençant par un dessin créé avec la perception mathématique de la Géométrie Fractale

*) Comunicación en el "5th International Congress of Graphical Expression-Industrial Design", 2-4 de Junio, 1993 Universidad de Oviedo. España.

*) Jorge Neves, PhD, MSc, Eng.-Auxiliar professor. Department of Textile Engineering-University of Minho-Portugal.

**) Manuela Neves, PhD, MSc, Eng.-Auxiliar professor. Department of Textile Engineering-University of Minho-Portugal.

***) Katja Janseens, MSc, Eng. (University of Gent-Belgie)

et en continuant par l'introduction de ces images dans les systèmes CAD et leur ajustement aux limitations techniques et esthétiques de l'industrie de l'impression textile.

Le résultat est une création artistique basée sur la mathématique pure qui s'appuie sur les dernières techniques du Dessin Textile assisté par ordinateur.

Mots clés: Géométrie fractale, dessin textile, impression, CAD.

1 INTRODUCCION

Las exigencias de la moda exigen de la industria textil una respuesta rápida a las nuevas tendencias. Como quiera que los usos tradicionales no concuerdan con las necesidades de la moderna política comercial, la industria europea puede competir con los bajos salarios de los países subdesarrollados en base a una mejor calidad, nuevos diseños y Respuesta Rápida.

El desarrollo de los sistemas CAD/CAM persigue esta estrategia ya que su objetivo es la mejora de la versatilidad, diseño, tiempos más cortos de producción y evitar la producción de una gran cantidad de muestras. Al propio tiempo, los referidos sistemas permiten disponer de más tiempo a los diseñadores textiles para su trabajo creativo huyendo, con ello, de acciones repetitivas.

Por otro lado, la aplicación de fractales a los sistemas gráficos de CAD es consecuencia no sólo de algunas imágenes fractales hermosas sino también del hecho de que algunos fractales son objetos matemáticos que describen bien la naturaleza sin perjuicio de la escala en que ésta se encuentre. Son, en definitiva, una de las mejoras formas de combinar la belleza, las matemáticas, los microordenadores y el diseño.

Debemos señalar que la geometría fractal es sólo una fuente de inspiración en la creación de diseño y no debe olvidarse que al ajustarse las imágenes a los parámetros técnicos propios del proceso de impresión perderán sus características fractales, en el sentido científico de la palabra.

1.1. Geometría fractal

Existen muchos tipos de objetos y otras estructuras con características "autosemejantes".

Significa ello que las partes y el todo son semejantes y, por tanto, de cambiarse de escala el aspecto geométrico permanecería constante. Esta "invariancia de escala" es una característica fractal y la medida de su irregularidad es la dimensión fraccional o fractal de la estructura.

Pero más que una curiosidad matemática, los fractales, como antes se ha dicho, pueden ayudarnos a mejorar la unicidad de la ciencia y de arte.

En realidad, quien tenga la oportunidad de pasar las hojas de un libro de divulgación fractal, no quedará indiferente ante la belleza y fascinación de sus estructuras y visiones; flores, máscaras, árboles, cascadas, paisajes, nubes, nuevos mundos, islas, olas, explosiones y una enorme variedad de efectos especiales como la rugosidad o la profundidad.

La Geometría Fractal, pues, como una aproximación a la combinación de formas técnicas del pensamiento y de consideraciones estéticas es de relevante importancia en la industria textil y, en especial, en las industrias textiles de tisaje (jacquard) y estampación. Pero estas aplicaciones pueden sólo efectuarse mediante el soporte técnico de las más avanzadas técnicas de diseño asistido por ordenador.

La generación de fractales puede realizarse utilizando el software adecuado a cada caso. Sin embargo, conocer la forma en que puede hacerse un fractal puede mejorar la valoración de su belleza física y ayudar a comprender los problemas que pueden presentarse al aplicarlos a programas CAD.

La Tabla 1 muestra algunas fórmulas y notas adicionales de las categorías más importantes de fractales usadas en este trabajo.

TABLA 1
 Algunas fórmulas fractales aplicadas a programas CAD

Categoría fractal	Ejemplos	Fórmulas	Notas
Logaritmo del tiempo	Conjuntos Julia	$Z_{n+1} = Z_n^2 + C$	C es una constante (número de escape (al infinito) y Z_0 , el punto de partida de iteración, es el punto que se ensayaré. Los puntos están coloreados si la iteración no es atraída al infinito.
	Conjuntos Mandelbrot	$Z_{n+1} = Z_n^2 + C$	C es el número complejo correspondiente al punto a ensayarse y $Z_0 = 0$
Escape hacia un atractor finito	Método de Newton	$Z_{n+1} = Z_n - \frac{F(Z_n)}{F'(Z_n)}$	Los puntos están coloreados de acuerdo con la iteración cuando la "órbita" es capturada por una raíz del polinomio $F(z) = z^p - 1$
Órbita caótica	Atractor Lorenz	$\frac{dx}{dt} = -10(x-y)$ $\frac{dy}{dt} = -xz + rx - y$ $\frac{dz}{dt} = xy - \frac{8}{3}z$	Cuando el parámetro r se encuentra en el intervalo $24.7 < r < 145$, la solución no converge a un punto fijo en el límite $t \rightarrow \infty$ ni tampoco existe un ciclo límite. La solución se mantiene en movimientos dando vueltas en una región finita.
Sistemas de función iterada	Banda (flye) Sierpinski	$Z_{n+1} = \begin{cases} (2x, 2y-1) & \text{si } y > .5 \\ (2x-1, 2y) & \text{si } x \geq .5 \\ y > .5 \\ (2x, 2y) & \text{y si se prefiere} \end{cases}$	El conjunto Julia produce una figura triangular como la de un quesito
	Heledros fractales Dragones fractales Arboles fractales		Estos fractales se definen especificando con exactitud la relación entre cada uno de ellos y sus partes semejantes

1.2. Sistemas C.A.D. de estampación

La aplicación de los sistemas CAD en la industria textil se remonta a principios de la década de 1980, especialmente en el área de la estampación textil. Su importancia fue creciendo debido a la necesidad de la industria textil por integrar nuevas

tecnologías a su proceso de diseño.

Un sistema C.A.D. no reemplazará al diseñador pero sus ventajas son indudables: reducción del trabajo del diseñador, reducción del tiempo para cambiar y controlar diseños, reducción de costos, mejora de los diseños, disponibilidad de

nuevas alternativas y utilización de partes comunes en diversos diseños y muestrarios que facilitan su copia y repetición rápida.

Sin embargo, también hay que considerar diversos aspectos negativos: tiempo inoperativo debido a fallo del equipo, tiempo de espera debido a que el computador está ocupado, cansancio óptico (fatiga visual), coste elevado del equipo y formación técnica adicional.

El uso de sistemas CAD/CAM interferirá en todas las fases (Fig. 1) del proceso de la estampación textil.

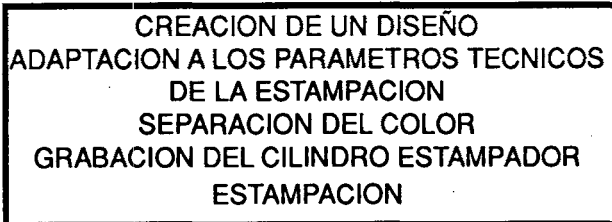


FIGURA 1: Diversas fases del proceso de un diseño en la estampación textil

El proceso se inicia con la creación de un diseño, si bien esta creación deberá adaptarse a los parámetros técnicos de la estampación textil. Un taller de estampación tiene una limitación económica en su producción de 28 colores diferentes por modelo y cada modelo deberá ajustarse cada vez; es decir, cuando el diseño se coloca en un cilindro el comienzo y el final deberían seguirse el uno al otro. El tamaño del modelo deberá ser igual o submúltiplo del diámetro del cilindro estampador (en el caso de estampación rotativa).

Con el uso de un sistema CAD, dicha tarea se logrará de forma más sencilla, rápida y precisa.

Todos los colores de un modelo deberán ser separados para hacer una película, ya que se grabará un cilindro estampador para cada color del modelo. Sin un sistema CAD se debería copiar a mano cada película, pero mediante su aplicación, la separación del color puede efectuarse de forma automática y con mayor precisión. Los colores separados pueden imprimirse en un plotter o en una impresora laser (CAM).

La elaboración práctica del diseño y proceso de impresión es, sin embargo, mucho más complicada. Son muchos los que colaboran en la preparación de un modelo: un diseñador para su creación, un colorista para la adaptación del diseño a los parámetros técnicos y el coloreamiento del diseño, un "misonetist" para hacer los colores separados, un grabador para hacer los cilindros grabadores y, por último, un estampador para estampar el modelo sobre el tejido.

Mediante un sistema CAD una sola persona puede realizar la totalidad del trabajo anteriormente descrito en un tiempo notoriamente corto.

1.3. Aplicación de la geometría fractal a un sistema CAD

La introducción de fractales en un sistema CAD puede efectuarse mediante:

- la creación del diseño directamente en el sistema
- introducción con un scanner
- leyendo los fractales creados en otro software en formato compatible
- leyendo las imágenes recogidas por una cámara de video.

La forma más corriente es el scanning. La zona que debe barrerse deberá estar bien definida así como la resolución del barrido (limitado por la resolución que proporcione el equipo scanner). La imagen barrida se guardará en un archivo SCN.SCA.

La introducción de diseños creados en otros softwares es posible si éstos poseen un formato de archivo compatible. Los formatos siguientes pueden convertirse al formato del sistema sin problemas: ICB, LBM, TGA, TIFF, VCR, Mayer, Aloha, Scitex Floppy, Scitex Tape, Scietex Ct, Scietex 3 D, Postscript, Postscript film, Pic, Arcom y otros muchos.

Los archivos que hayan de convertirse deberán almacenarse en el sistema de archivos del programa para ser leídos inmediatamente por el sistema. Nótese que las impresoras no funcionan con más de 16 rodillos estampadores.

Así, al leer un fractal con un elevado número de colores, aunque todos ellos aparezcan en la pantalla, el ordenador activará sólo 28 colores, seleccionados de entre 16.8 millones por defecto.

Si se trabajase con un módulo de matices de medio-tono, el número de colores puede elevarse a 128 matices de color.

Por otro lado, deberá prestarse atención a las diferentes maneras de guardar el color. Normalmente, como los sistemas CAD poseen archivos de colores reales (cada pixel) viene representado por un color de la paleta y los softwares generadores de fractales utilizan archivos dibujados en color (cada color en el diseño es el resultado de un cálculo matemático), una alteración de color se producirá cuando se introduzcan los fractales por transformación del archivo.

2. DESARROLLO PRACTICO

2.1. Material

2.1.1. Hardware

Computador:	IBM compatible
Teclado:	8514/A compatible, Super VGA Paradise; VGA; Prodesigner II, GPIB (scanner)
Periféricos:	Scanner: Canon CLC 10
Impresora color:	Canon FP 510; Canon CLC 10

2.2. Software

- Generador Fractal: Freeware FRACTINT desarrollado por el Grupo Wait.
- Sistema CAD: Info Design Vision.
 Módulos: Textile Printing-Plain Colour
 Shade;
 Textile Printing-Halftone Shade; Jacquard;
 Knitwear.
- Transformación archivo: -Programa conversión PL (Grupo Wait Stone)
 -Image. In conversion Scan & Paint, Image-in Plus and Image-in Colour

2.2. Adaptación fractal a los parámetros de impresión

2.2.1 Reducción del color e Introducción en el sistema

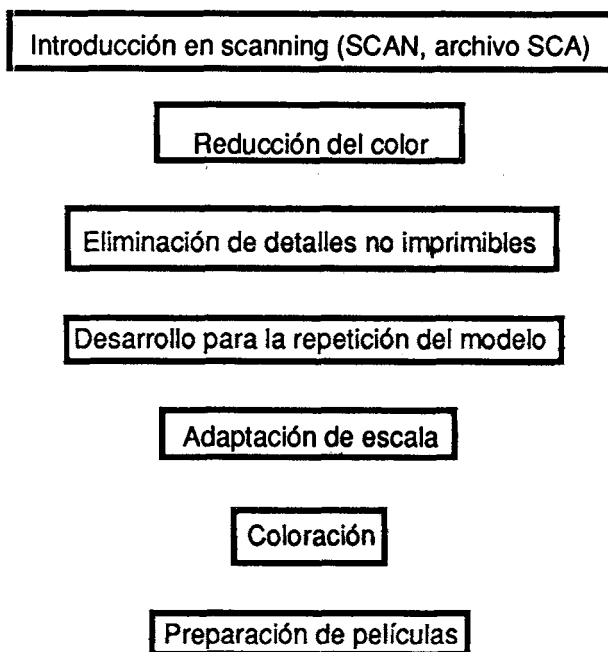


FIGURA 2.: Adaptación fractal a modelos impresos

La reducción de colores (generalmente a valores inferiores a 16) dependerá de la forma en que se introduzca la imagen en el sistema.

Cuando se introduzcan imágenes fractales en los sistemas CAD y se conviertan en archivos SCAN.SCA, podrá tratárselas como si fueran paradas por el scanner. El diseñador es libre de elegir cuales y cuantos colores quedarán en el diseño.

Estos parámetros deberán definirse durante la separación del color.

Cuando se introduzcan fractales por transformación de archivos, deberán seguirse los siguientes pasos:

GIF (24 bits/pixel): archivo de dibujos en colores

GIF (24 bits/pixel): archivo color real RGB

TGA (32 bits/pixel): archivo color real

SCA (32 bits/pixel): archivo color real

FIGURA 3: Transformación de archivos

Los programas de conversión permiten una reducción automática de los colores a 8, 16 o 256 colores. Cuando se introducen imágenes fractales con un número de colores inferior a 16, no será necesaria ninguna otra reducción de color y el diseño podrá adaptarse inmediatamente a los parámetros de impresión. Pero si se introdujeran 256 colores, el ordenador sólo activará 28 colores por defecto.

Los colores no-activados deberán suprimirse: lo que puede efectuarse creando una máscara de los colores activados y siguiendo con un borrado virtual. Los colores no-activados serán sustituidos por un color básico predefinido. El diseño resultante mostrará numerosos planos del mismo color.

Tras esta primera reducción general, a un modelo se le puede someter a nuevas reducciones de color, sea cual fuera la forma en que se introduzca el diseño:

-Superposición: El color final se obtendrá mezclando colores diferentes. El color separado del mismo sobrepuesto es el resultado de la suma en el computador de las diferentes zonas de los colores constituyentes.

-Adición: Durante la adaptación del diseño, pueden sustituirse algunos colores por otros que ya existan mejorando con ello la estética del modelo final.

-Eliminación: Puede eliminarse un color protegiendo todos los demás con una máscara, definiendo el nuevo color que se introduce como color base y borrando. El color eliminado será sustituido por el color base.

2.2.2. Eliminación de detalles no-imprimibles

La característica principal de las imágenes fractales es la autosemejanza del modelo. Esta autosemejanza se refleja en los modelos con una información excesiva, representada por pixels coloreados de diversa forma, y que son demasiado

pequeños para su impresión. Tendrán, pues, que ser eliminados sin que se pierda la estética de la creación fractal.

Según el modelo de que se trate, se puede intentar uno u otro procedimiento.

- Limpieza automática sustituyendo todos los puntos definidos por la mayor percentila que rodee el color. Esta limpieza puede hacerse de 1 hasta 49 puntos sobre una línea o en una zona (para todos los colores del modelo).
- Crear una máscara que defina los colores o las zonas que se deseen proteger.

2.2.3. Adaptación del modelo a repetir

Esta acción depende en gran manera del tipo de modelo.

En primer lugar, deberá definirse el tipo de repetición: el paso de la repetición, la dirección horizontal o vertical y el tamaño. Y, a continuación, debería obtenerse un modelo de repetición.

Para adaptar las creaciones fractales a modelos repetibles se utilizan principalmente los métodos siguientes.

- Duplicación con simetría vertical u horizontal (solución bien sencilla que, a veces, es la única para cambiar un diseño en un modelo repetible);
- Copiar la partes del diseño;
- Dibujar nuevas partes, crear continuidad;
- Cortar el modelo.

Existen otros métodos difíciles de describir que igualmente se han utilizado en este desarrollo práctico.

2.2.4. Adaptación de escala, coloración y preparación de películas

El tamaño del modelo debe adaptarse al tamaño del cilindro impresor.

La adaptación de la escala puede realizarse automáticamente pudiéndose optar por reducir a los parámetros XX e YY en cantidades iguales o diferentes.

Tras la separación de colores, los archivos de colores separados se enviarán a un plotter para imprimir las películas de cada color. Estas películas se usarán para grabar los cilindros impresores.

Algunos ejemplos gráficos son expuestos en las Figuras 4 a 9, ambas inclusive, que corresponden a lo siguiente:

Fig. 4. Complejo Julia-Mark-Fractal tiempo de escape. Fórmula: $z^2 c^{(p-1)} + c$

Parámetros: Parte real=0,3, parte imaginaria=0.6, parte real de grado=1.

Fig. 5. Popcorn Julia-Fractal tiempo de escape

Fórmula: $x(n+1)=x(n)-0,5 \sin y(n) + \tan(3y(n)); y(n+1)=y(n)+0.5 \sin x(n)=\tan(3x(n)).$
 Step size=0.5

Fig. 6. Lambdasin-Fractal tiempo de escape.

Fórmula: $z(n+1)=c \operatorname{fn} z(n);$

primero $\operatorname{fn}(z)=\sin(z)$

Parámetros: parte real=1;
 parte imaginaria=0.4

Fig. 7: Barnsley j2 - Fractal tiempo Escape

Fórmula: $(z-1)c, x_2 y_c + x_c y_z \geq 0;$
 $(z+1)c, x_2 y_c + x_c y_z < 0.$

Fig.8: Fractal tiempo de escape (unidad)

Fórmula: Uno = $x^2 + y^2$; $y(n+1)=(2-\text{uno}) x$;
 $x(n+1)=2-\text{Uno} y(n+1)$

Fig. 9: Ducks-Fractal definido por usuario.

Fórmula; $z=\text{pixel}; \text{tst}=\text{p}1+4, \text{t}=1+\text{pixel};$
 $z=\text{sqr}(2)+\text{t}; z \leq \text{tst}.$

3. Consideraciones finales

Establecidas todas las modificaciones necesarias para la aplicación de imágenes fractales a Sistemas CAS, se abre un nuevo mundo para otras aplicaciones interesantes.

La geometría fractal puede utilizarse como nueva fuente de inspiración en la creación de modelos de punto, jacquard y estampados.

A la vista de la reacción positiva de los diversos departamentos de diseño textil contactados, puede indicarse que los nuevos sistemas CAD integrarán geometría fractal en sus softwares, como nueva herramienta indispensable para el desarrollo de sistemas inteligentes CAD.

La clasificación de las imágenes fractales en secciones como la naturaleza, emociones, abstracciones, sentimientos ... en vez de hacerlo de un modo científico puede dar como resultado tendencias de la moda inspiradas en la geometría fractal.

4. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de COELIMA y A.R.T. en la parte experimental de este trabajo.

5. BIBLIOGRAFIA

- 1.Mandelbrot,B., The Fractal Geometry of Nature, W.H. Freeman and Company, N.Y. (1993).
- 2.Prusinkiewicz, P. e Lindenmayer, A.,The Algorithmic Beauty of Plants, Springer Verlag, (1990).
- 3.Mandelbrot,B., An Eye For Fractals, Adison-Wesley Publishing Company (1991).
- 4.Bainsley, M., Fractals Everywhere, Academic Press (1991).

Fig. 9

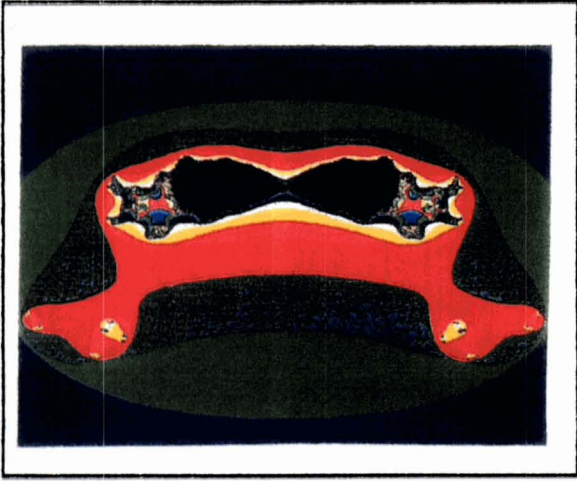


Fig. 8

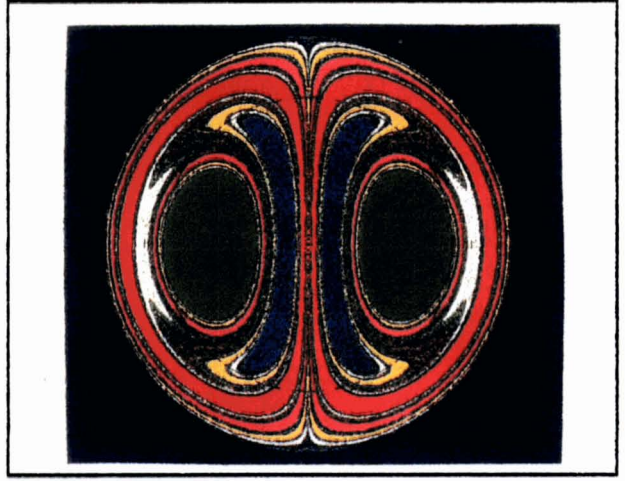


Fig. 7

Fig. 6

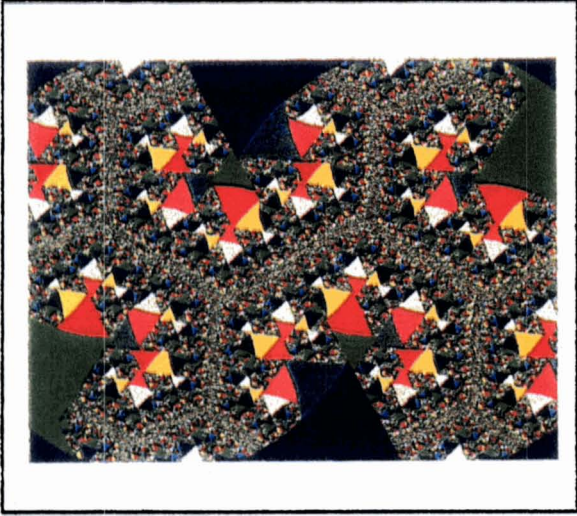
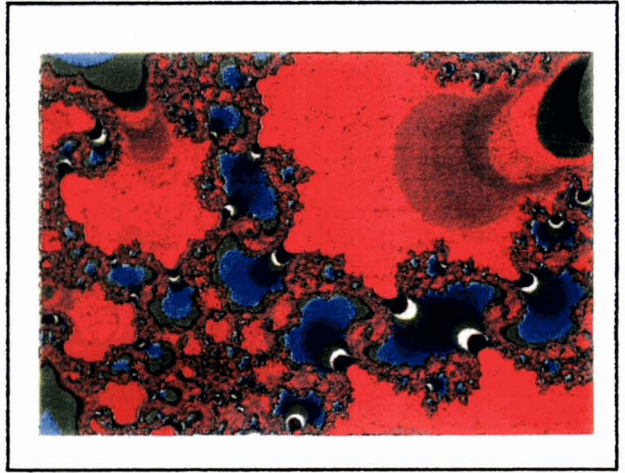
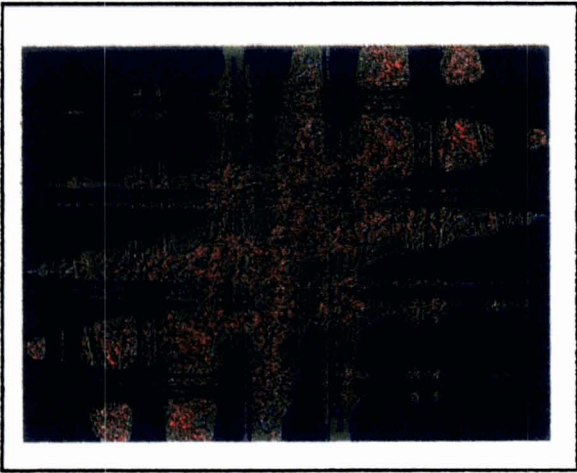


Fig. 5

Fig. 4



5. Takayasü, H., Fractals in Physical Sciences, Manchester University Press (1990).
6. Wegner, T., Fractal Creations, Waite Group Press, (1991).

7. Bunde, A. and Havlin, S., Fractals and Disordered Systems, Springer Verlag (1991).
8. International information of INFO DESIGN on the CAD-system.

Trabajo recibido en: 1993.12.16.

Aceptado en: 1994.02.08.