

# ***La Máquina Estética***

AMERICAN ELECTRIC POWER SERVICE CORPORATION  
COMPUTER APPLICATIONS DIVISION

SOURCE LIBRARY OUTPUT

05/20/77 14.01.26

```
DIMENSION U(11),X(165),S(11,11),S1(11,11),A1H(165,11),A(165,11),
*E(165),X1(165),C(165),BU(11,115),BX(165,115),T(165),TV(165),NE(115
*),ND(115),NET(25),W(165),NEST(25),DINF(25,4)
DIMENSION KX(165),IL(9),UU(4),NUC(4),DIM(4)
DIMENSION LP(200)
DIMENSION NETT(25),DIN(25,4)
DATA IL/8,4,5,5,5,4,6,2,3/
CALL PLOTS(0,0)
CALL NEWPEN(2)
CALL PLOT(-2.25,0.,3)
CALL PLOT(-2.25,30.,2)
CALL NEWPEN(3)
CALL PLOT(-2.2,30.,3)
CALL PLOT(-2.2,0.,2)
CALL NEWPEN(1)
CALL PLOT(10.,4.,-3)
WRITE(6,700)
WRITE(6,701)
WRITE(6,702)
WRITE(6,703)
WRITE(6,704)
700 FORMAT(50X,29HSYSTEM IDENTIFICATION PROGRAM,/)
701 FORMAT(54X,23HWRITTEN BY MAYER SASSON,/)
702 FORMAT(38X,54HTO IDENTIFY THE STYLE OF THE WORKS OF MANUEL FELGUER
*EZ)
703 FORMAT(40X,50HBASED UPON HIS ORIGINAL FORMS AND TO DRAW BOTH THE)
704 FORMAT(39X,52HORIGINAL AND IDENTIFIED DESIGNS ON A CALCOMP PLOTTER
*,/))
WRITE(6,709)
WRITE(6,710)
WRITE(6,711)
WRITE(6,712)
WRITE(6,713)
WRITE(6,714)
WRITE(6,715)
WRITE(6,716)
```

---

***La Máquina Estética***  
***Manuel Felguérez / Mayer Sasson***



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
MEXICO / 1983

---

Primera edición: 1983  
DR © 1983, Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad Universitaria. 04510 México, D. F.  
DIRECCION GENERAL DE PUBLICACIONES  
Impreso y hecho en México  
ISBN 968-58-0479-6

**Sumario**

<b>Introducción</b> .....	<b>9</b>
<b>I El oficio</b> .....	<b>11</b>
<hr/>	
<b>II La tecnología</b> .....	<b>12</b>
<hr/>	
<b>III Lo artístico</b> .....	<b>14</b>
<hr/>	
<b>IV El estilo</b> .....	<b>15</b>
<hr/>	
<b>V Color y forma</b> .....	<b>18</b>
<hr/>	
<b>VI El concepto</b> .....	<b>21</b>
<hr/>	
<b>VII El diseño</b> .....	<b>22</b>
<hr/>	
<b>VIII La computadora y el ser humano</b> .....	<b>25</b>
<hr/>	

<b>IX</b>	<i>La teoría de identificación de sistemas</i> .....	29
<b>X</b>	<i>El modelo estético Felguérez</i> .....	31
<b>XI</b>	<i>Programación</i> .....	39
<b>XII</b>	<i>Investigación realizada</i> .....	44
<b>XIII</b>	<i>Programa</i> .....	46
<b>XIV</b>	<i>Diseño</i> .....	59
<b>XV</b>	<i>Pinturas y esculturas de Manuel Felguérez realizados a partir de los diseños obtenidos</i> .....	87

## **Introducción**

Fue durante el año de 1975, tras la obtención de la beca Guggenheim, que fui comisionado por la Universidad Nacional Autónoma de México para proseguir en la Universidad de Harvard (Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis y Carpenter Center for the Visual Arts) mi búsqueda sobre el empleo de la computadora en el diseño artístico. Visité en Nueva York al ingeniero en sistemas Mayer Sasson, a quien participé mis experiencias al respecto y muy pronto decidimos asociarnos en este trabajo. Dada su condición de investigador en una compañía que contaba con un completísimo laboratorio de computación — American Electric Power— se logró que esta empresa apoyara nuestro trabajo. Siempre ha existido una estrecha relación entre la ciencia y el arte ya que éste, refleja inevitablemente la tecnología de la época en que es realizado. Intentamos demostrar cómo, a través de la aplicación de la teoría de Identificación de Sistemas, se puede llegar a elaborar un programa que permita —a partir de un modelo— la producción “infinita” de nuevos ideogramas, diseños con todas las características de estilo que definen la obra plástica de un autor.

Como se sabe, puede dotarse a una computadora de inteligencia artificial que le permita tomar decisiones inteligentes. Pues bien, si en este caso en el proceso de alimentación del aparato la mayoría de las órdenes corresponden a juicios estéticos o sea a decisiones de orden emotivo, podemos afirmar que fue posible dotar a la computadora de una sensibilidad artificial, creando así la Máquina Estética.

Las pinturas y esculturas que ilustran este libro fueron realizadas posteriormente y aspiran a demostrar el éxito de nuestra empresa.

Nuestro agradecimiento a todas las instituciones mencionadas, pues debido a su colaboración fue posible realizar esta investigación.

Manuel Felguérez

## I El oficio

**P**ara modelar una forma, para pintar un cuadro, se necesita tener oficio. Ser pintor o escultor es posible para todo el que se lo propone, pues el dominio de cualquier oficio depende de la práctica del mismo. Quien domina un oficio es un buen artesano. El problema consiste en establecer la diferencia que existe entre arte y artesanía. Todo artista ha sido un gran artesano, pero miles de buenos artesanos jamás lograron ser artistas. Para quien sabe construir un objeto, resulta fácil enseñar a otro la manera de hacerlo. Pero el que aprende a hacer un objeto a la manera de otro, es sólo un artesano. El proceso de creación artística exige, a quien lo pretende, la invención de una técnica personal y única para realizar sus obras.

Una obra de arte visual es materia organizada por la voluntad humana para transmitir, a quien la observa, el concepto que quiso depositar en ella su autor. Para lograr esta difícil operación es indispensable dominar magistralmente el oficio. Toda técnica artística es susceptible de ser aprendida, prueba de ello son las magníficas falsificaciones de obras de arte de todas las épocas. Recordemos que Meegeren, quien dedicó su vida no a falsificar a Vermeer, sino a *hacer* vermeres, no sólo dominó la técnica, sino que fue un gran conocedor de la totalidad del pensamiento plástico de ese pintor. Pero Meegeren no fue un artista, el contenido estético de su obra, así como la manera de plasmarlo, fueron característicos del creador: Vermeer.

Existen otros casos en los que sólo una parte del proceso creativo es repetida. Muchas de las figurillas prehispánicas que conocemos fueron originalmente modeladas y moldeadas para su reproducción. Supongamos que un contemporáneo nuestro, descendiente de los antiguos pobladores de América, encuentra el molde antiguo de una figura y repite el proceso tal como se hacía originalmente; usa el barro de la región y, una vez moldeada la figura, la quema en un horno similar al usado por sus antepasados. La pieza resultante se consideraría en el mercado como una falsificación y, sin embargo, su proceso y su contenido estético serían iguales a los de su similar de más de quinientos años de antigüedad.

La parte artesanal de una obra de arte no ha dejado de tener importancia en la época contemporánea; lo que se ha cuestionado es que sea necesariamente el artista mismo quien la realice. El escultor Jean Arp prefería que sus piezas en mármol fueran realizadas, en lo material, por un artesano del mármol, el cual, por conocer el oficio desde su nacimiento, trabajaría con mayor rapidez y lograría mejor calidad en los acabados.

Esto no es raro en el mundo de la escultura; durante muchos siglos el escultor modeló la obra que posteriormente fue pasada a material definitivo por un maestro fundidor. Este procedimiento ha dado origen al concepto de diseño como primer paso en la creación de una obra de arte.

Si hablamos de arte objetual, nos referimos a objetos, y estos necesariamente están





## **La tecnología**

hechos de materia, la cual sufre una primera transformación cuando se le aplican procesos tecnológicos para producir los materiales con los que el artista elabora su obra.

El pintor trabaja sobre una superficie de tela, de papel o de madera y le aplica pigmentos disueltos en agua, en aceite, en huevo o en resina; el escultor usa materiales que van del papel a la madera; de la piedra a los metales. Si agregamos a la descripción anterior el nuevo mundo de los plásticos o experiencias más efímeras, como pueden ser pintar con luz, hacer esculturas de agua o dibujar con humo, no deja de llamar la atención que, a pesar de una abundante apariencia, los materiales que usa el artista resultan bastante limitados, como limitados resultan también los procesos usados para transformar esos materiales en obra de arte. Las técnicas esenciales son unas cuantas: pintar, modelar, moldear, tallar o cortar y pegar o poner y quitar. Para dar forma a un material es necesario saber usar los instrumentos adecuados. Una de las definiciones del oficio podría ser saber usar los instrumentos para dirigir la metamorfosis de un material virgen que se convierte en una forma acabada.

Pero el oficio en sí mismo nunca podrá tomarse como un factor determinante del grado artístico de un objeto, como tampoco los materiales y acabados que posea el objeto podrán definir la cualidad de arte, pues éstos son solamente partes del oficio. Existen técnicas simples y sofisticadas. Para tallar una máscara negra bastan un pedazo de ébano y una hachuela; pero para realizar la estatua de La Libertad fue necesario usar una alta tecnología. Y, sin embargo, es fácil encontrar miles de máscaras negras con un mayor grado artístico que el de la gigantesca escultura de Nueva York.

¿Qué pensar de las figuras de jade o marfil que siguen produciéndose en gran cantidad en la China actual? Son obras que implican una gran artesanía, un oficio paciente y perfecto, pero ¿qué son, comparadas con un cuadro de Picasso, realizado seguramente en un rato y de manera intencionalmente descuidada? El oficio es, entonces, algo que está implícito en el arte, algo siempre nuevo y diferente en la medida en que obedece a una obra en particular.

El fin primero de una obra de arte es mostrar su contenido estético, su belleza, y comunicar al espectador la concepción del universo que tuvo su autor. Por ser el arte un fenómeno dialéctico, los conceptos de un artista están relacionados con su sociedad y con su época, que en gran parte los determinan.

Cuando se estudia un objeto artístico desde el punto de vista de la arqueología, uno de los factores que se toman en cuenta para determinar su antigüedad, es el análisis de la técnica empleada en su elaboración, pues el arte corresponde inevitablemente a la tecnología de su tiempo.

Podemos definir la tecnología como la serie de materiales, de instrumentos y de métodos que la ciencia ha entregado al hombre para transformar la naturaleza. El oficio del artista que hace objetos consiste en escoger los mejores materiales, los instrumentos más adecuados y en saber aplicar los métodos necesarios para transformar la materia en forma, en arte.

Si el arte es dialéctico, ya que corresponde a la ideología del grupo social en que se produce, es también diacrónico por ser el resultado de la aplicación de la tecnología de una época. Esto es fácil de comprobar si analizamos el arte del pasado, desde la prehistoria hasta mitades del siglo XIX; pero a partir de entonces, este fenómeno se torna menos claro. Las ideas estéticas de Marx y las interpretaciones freudianas del arte fueron algunos de los síntomas de un nuevo pensamiento que condujo a la revaloración del pasado artístico de la humanidad, hasta entonces no aceptado. El arte —mal llamado— primitivo ocupó la atención de la sociedad; los pintores y los escultores lo adoptaron como su propia tradición y de ahí surgió la revolución que significa el arte moderno, un arte en el que tienen cabida lo primitivo, lo directo, lo natural, el oficio simple, el color libre, el accidente, la intuición, lo mágico, lo popular, lo automático, la expresión, la caricatura, la mancha, el círculo o el cuadrado, el *collage*, el *objeto encontrado*, el *ensamble* o el simple concepto.

Si hay una tendencia, una atracción hacia lo primitivo, entonces muchas de las técnicas artísticas actuales tratan de imitar procedimientos también primitivos, lo cual refleja que por lo menos una parte del arte contemporáneo no se vale necesariamente de la tecnología de nuestra época.

La pluralidad ideológica de nuestro siglo ha permitido la existencia de un arte contemporáneo en el que se mezclan conceptos actuales realizados con métodos del pasado, con primitivismos que se expresan por medio de materiales y técnicas modernas. Esas tendencias coexisten con otro arte que, siguiendo la tradición, renueva constantemente su contenido ideológico; es un arte que usa ideas, materiales y herramientas nuevas, instrumentos y métodos que no existían antes; este arte, que viene del constructivismo, del *Bauhaus* y de Still, perdura hasta nuestros días y en él los conceptos estéticos se corresponden con los encuentros científicos.

El avance de la ciencia en el siglo XX ha sido mayor que en el resto de los tiempos históricos. La tecnología actual se enriquece cada día. Conocerla, usarla, experimentarla y entrar en contacto con ella es uno de los grandes retos a que se enfrenta el arte contemporáneo.



## Lo artístico

Hemos definido la estética como el estudio de lo bello. Lo bello puede estar en la naturaleza virgen o en la naturaleza transformada por el hombre; puede ser atributo de un objeto sin importar la finalidad que éste tenga.

Es difícil pretender poner límites al arte, ya que la arbitrariedad es una de sus principales características. Así, por ejemplo, el autor de una escultura desea que el fin primordial del objeto que realiza sea el estético. Igual trabajo le hubiera costado hacer una silla; ésta tendría la misma calidad de material, la misma maestría en su ejecución, un gran contenido estilístico y además utilidad; sin embargo, sería una silla muy bella pero no necesariamente una obra de arte.

Los conceptos sobre el ser del arte han variado constantemente a través de la historia y la geografía. En la actualidad es necesario, para que una obra sea artística, que su autor tenga la idea *a priori* de estar haciendo arte. A tal grado ha llegado a ser importante esta premisa que en ocasiones se basta a sí misma y prevalece sobre las demás características que tradicionalmente han definido lo estético.

En 1913, Marcel Duchamp encontró una rueda de bicicleta; la montó en una base; la presentó en una galería y dijo: "Este objeto es una obra de arte." Con este acto Duchamp demostró la supremacía de la *idea* sobre los valores materiales y formales de la obra y decretó su propia sentencia al afirmar que el arte ha muerto.

Las culturas antiguas produjeron las más exquisitas formas sin pretender, como condición inicial, hacer arte; no sabían que éste existía y lo bello fue producto natural del hombre que trataba de crear a sus dioses. El humilde oficio de pintor o escultor debía servir para comunicar algo superior: lo infinito, lo sobrenatural, lo mágico; para decir aquello que no era posible expresar con palabras. El artista actual pretende lo mismo: revelar, a través de los objetos que crea, el significado de su existir.

El tema de una obra de arte puede servir para contar una historia sin necesidad de usar palabras, pero esa misma historia se podría contar también con palabras. Durante tres o cuatro siglos, los pintores tomaron como tema de sus cuadros a la Virgen cargando al Niño. Sin embargo, la misma anécdota permitió sólo a unos cuantos inventar otra manera de *decir* y crear, a partir del color y de la línea, el secreto lenguaje de la pintura.

De largo tiempo es sabido que el tema de una pintura o escultura no tiene que ver con su resultado plástico; lo artístico de una obra está determinado por una serie de reglas estéticas que un grupo específico ha aceptado como suyas para definir lo que es objeto de arte, de la misma manera que usa otra serie de reglas para decidir si un paisaje es bello o una mujer es hermosa. ¿Puede considerarse la escultura de la *Coatlicue* tan bella como la del *Adolescente huasteco*? Desde luego que sí, y esto se puede tomar como una evidencia de que la idea de belleza en la naturaleza no está en relación con el concepto de belleza aplicado a un objeto artístico. En el mundo del arte, la *Venus de*

*Milo* ha significado un ideal de proporción y de belleza; sin embargo, si hoy cobrara vida, sería una mujer gorda y manca.

La aceptación de una obra como objeto de arte depende de la aprobación de un código estético que evoluciona constantemente. Por ejemplo, un automóvil marca Locomobile Cup "old-16" modelo 1906, seguramente gustó al aparecer en el mercado, pero en 1916 era ya un coche viejo, feo y pasado de moda; setenta años después, el mismo automóvil es considerado como una pieza de museo. Lo mismo pasa con el arte. Hoy en día es imposible rechazar un cuadro hecho hace quinientos años, independientemente de la calidad del pintor y del tema de la obra. El tema se ha expresado por medio de figuras y de iconos; éstos han sido seres humanos, animales o plantas, monstruos mitológicos o dioses, formas orgánicas o geométricas. El artista que escoge el tema trata de ser original, diferente e innovador y, de acuerdo al carácter diacrónico del arte, el tema, así como el oficio, están íntimamente ligados al momento histórico de cada artista.

El artista de la antigüedad veía transcurrir su vida en un ambiente visual estable; el paisaje y las obras de arte a su alrededor eran los mismos. Cuando, por motivo de un viaje o por influencia de nuevas ideas filosóficas, se veía impulsado a efectuar un cambio temático en su obra, lo hacía tímidamente. Su mundo era unitario como unitaria resultaba su obra. A medida que avanza la historia, el proceso de cambio en los temas de la obra se acelera. En la actualidad, el paisaje urbano se transforma día a día; el campo, los ríos y los mares se alteran por la contaminación. El automóvil, el avión, la televisión y el arribo del hombre a la luna son algunos de los símbolos de la constante transformación que sufre la ideología de los hombres del siglo XX. No existe ya una visión común a los miembros de una misma sociedad. El mundo unitario se ha roto para dar lugar a muchos mundos, a la pluralidad en todos los campos de la cultura. Pero en el arte sólo tiene valor lo único y cada artista debe encontrar su propio tema.

## IV

### *El estilo*

Podemos definir el estilo como el conjunto de reglas que determinan la forma como una obra debe ser realizada. En principio, un estilo establece los materiales, el oficio y el tema empleados en la elaboración de un objeto. El estilo ordena las deformaciones que sufre una forma natural para adaptar su apariencia real a otra realidad que sólo existe en el mundo del arte. La belleza de una forma depende, en gran parte, de la fidelidad que guarda con las reglas que marcan un estilo. Cada estilo abarca un periodo en la historia y un artista es considerado precursor o continuador de aquel estilo que corresponde a su propio tiempo y lugar.

El arte actual pertenece aún a lo que conocemos como *arte moderno* y éste, más

que un estilo, se considera como la suma de varios de ellos; algunos producto de la tradición y otros de la revaloración del pasado. ¿Qué sería el arte moderno sin los valores formales tomados del arte oriental, negro o precortesiano?

Si las dificultades para analizar lo acontecido en el mundo del arte y del diseño —desde los impresionistas hasta nuestros días— son muchas, mayores son los problemas para definir el o los estilos contemporáneos, puesto que la cultura actual permite la existencia de varios de ellos, superpuestos y mezclados entre sí, tanto en el tiempo como en el espacio. Es evidente que la falta de perspectiva histórica hace más complicada la comprensión de este fenómeno.

Si hacemos un corte sincrónico en la historia, y tomamos al azar el año en que nació Cristo, podemos ver que las esculturas realizadas en Roma, Grecia, Egipto, Irán, India, China, Mesoamérica, durante el mismo año, corresponden a estilos diferentes. Hoy en día, no podemos afirmar que exista un estilo representativo de cada cultura. En el mundo actual las distancias se han acortado; la velocidad del transporte se acelera día a día y la electrónica ha borrado el tiempo necesario para recorrer un espacio; un acontecimiento es visto simultáneamente en todos los países del mundo.

Si cada país tuviera un estilo artístico propio, diferente al de los demás y los gobiernos quisieran conservarlo puro, tendrían que considerar a la producción artística como secreto de Estado, oculta a los ojos extranjeros; los creadores no podrían enterarse del acontecer artístico de los otros pueblos, pues de hacerlo, inevitablemente serían influidos por ellos. El hombre actual es producto de complicados mestizajes raciales y culturales; recorre grandes distancias, cambia fácilmente de ciudad o de país y su educación está constituida por conocimientos y conceptos universales. La constante e instantánea comunicación del acontecer cultural de todos los pueblos hace imposible la subsistencia de los estilos regionales puros.

En la actualidad, las diferentes tendencias artísticas se cruzan y forman una red que hace difícil rastrear la retórica de una obra de arte en particular. Los medios de comunicación masiva suscitan fenómenos de cambio en la estructura, como son las modas. Cada planteamiento teórico nuevo atrae a un numeroso grupo de artistas, así como una luz en la noche atrae a los insectos. Con facilidad surgen tendencias destinadas a existir poco tiempo y el fenómeno del estilo ya no se da como en la antigüedad.

Al igual que un estilo, una tendencia obedece a un código. El estilo tiene una existencia lineal en el tiempo, y la tendencia tiene una vida aparentemente efímera; muere en un lugar y tiempo determinados y resurge, quizá con nombre diferente, en otros. El espectador actual se enfrenta a mil formas diferentes de hacer y concebir el arte, a un caleidoscopio de tendencias, a un laberinto de ideologías.

A medida que se profundiza en el complicado fenómeno del arte actual, la aparente confusión se torna en riqueza, y la infinidad de tendencias se agrupan en unas cuantas.

Es posible que nuestra época, vista desde el futuro, presente un estilo tan unitario como el de todas las épocas de la historia.

Al arte moderno y contemporáneo se ha caracterizado por el énfasis que pone en su aspecto creativo. Dentro de la gama de elementos que conforman una obra, el artista actual acentúa la importancia de la creación de algo nuevo y único, algo nunca antes hecho ni visto.

Para hacer arte es válido usar cualquier cosa, desde oro hasta chatarra; el tema puede abarcar desde el realismo fotográfico hasta el purismo abstracto; el objeto puede desaparecer y el propio cuerpo convertirse en obra de arte; la novedad permite todo; su finalidad es sorprender al espectador, *epatarlo*. Esta desesperada y angustiosa búsqueda de originalidad ha diversificado los caminos, por lo cual ya no hablamos de la vanguardia, sino de las vanguardias. Dentro de las vanguardias distinguimos claramente dos direcciones:

1) Aquellas que intentan transformar los objetos de uso y las pautas de conducta a través de la extrapolación, desplazamiento o hibridación de lenguajes formales ya existentes, y

2) Aquellas con tendencia racionalista, que dirigen su esfuerzo a la creación de objetos de uso y al mejoramiento del *habitat* a través de investigaciones formales y tecnológicas.

La finalidad de las primeras es provocar la sorpresa del público por medio de lo original y novedoso, lo cual es difícil y casi imposible lograr porque se dan demasiados estímulos en un tiempo muy corto. Este trabajo pretende ser un aporte para la segunda dirección.

El arte moderno es la suma de las tendencias que lo integran, y una tendencia es el agrupamiento de un número de obras, el cual es realizado arbitrariamente por el crítico o el historiador de arte con el fin de clarificar y facilitar su estudio. En la descripción del contenido de una tendencia se habla de las deformaciones, transformaciones, invenciones, negaciones y mutaciones que sufre la realidad al ser convertida por el artista en un objeto.

La obra de un artista puede ser representativa de una sola tendencia, o de varias; el primer caso es más frecuente en la actualidad. Sin embargo, para ser un creador no basta cumplir con las reglas que impone una tendencia —esto igualaría las obras y lo importante es diferenciarlas—, es necesario que las obras contengan elementos distintivos que permitan decir quién hizo una obra y quién hizo otra, entre muchas que responden a una misma búsqueda. El que pretenda ser artista debe demostrar que es capaz de inventar una manera muy personal de expresarse.

Los conceptos que definen una obra de arte son, sin duda, más inestables que el arte mismo; en la actualidad, los hacedores y los espectadores del arte han aceptado, cons-

## **V** **Color y forma**

ciente o inconscientemente, como condición básica de la creación artística, lo que conocemos como *estilo personal*.

La obra de un artista está agrupada inevitablemente en una tendencia.

La pluralidad del pensamiento y la concepción actual del arte impulsan al creador hacia la tarea de diferenciarse, en su producción, lo más posible del resto de sus semejantes. El estilo personal no surge solamente de la libertad de elección y de la voluntad de poseerlo, es la característica y el privilegio del verdadero artista.

La calidad estética de una obra está íntimamente ligada al estilo personal de su autor, pero es absolutamente independiente de la tendencia a que aquélla pertenece.

“No conocemos todos los colores y cada hombre los inventa nuevos”.

En el lenguaje de las artes visuales todo se expresa a través de la forma. Ciertamente existe el color, pero éste es solamente una ilusión: luz reflejada en la materia y traducida por el ojo humano en la verdadera forma de todo lo que vemos. El color, que en la práctica constituye a la pintura, es materia ordenada cuyo atributo cromático es fruto de su estructura física y de su composición química. La escultura como forma tiene el color del material en que está realizada, y los efectos de textura regulan la luz que toca su superficie, provocando diferentes tonos en su color.

La luz es energía y el color, el resultado del violento choque de la energía con la materia. La luz hecha color es el elemento que captura los objetos y los deposita, como forma, en el cerebro. Las leyes de la óptica explican la manera como el ojo percibe una sensación y la transmite a la mente para crear la ilusión cromática. El artista visual es, pues, un manipulador de ilusiones, y su posibilidad de poseer un estilo personal depende en gran medida del dominio que tiene de su técnica.

El color como materia, se extrae, desde tiempos remotos, de la naturaleza; así las tierras, los óxidos y los pigmentos de origen orgánico se disuelven en líquidos variados para obtener materiales que faciliten la tarea de pintar. En teoría es posible, a partir de tres colores, obtener todos los matices con su infinidad de tonos y valores; en la práctica esto es posible si escogemos el rojo, el azul y el amarillo adecuados y le sumamos el blanco, el cual resulta de la combinación de los tres colores básicos —como se puede comprobar al girar el disco de Newton—, pero es imposible de obtener a partir de la mezcla de pigmentos.

El pintor mezcla los colores con exactitud para lograr los tonos deseados; entre la infinidad de matices selecciona aquellos que le son afines, que son suyos porque él los descubrió y que constituyen en su conjunto lo que comúnmente se llama la “paleta de un pintor”. Para el artista el color es tan individual como lo es su huella digital.

Una obra pictórica — independientemente de su similitud en tema, técnica o tendencia — puede ser identificada, entre otras semejantes, por el color, pues éste es característico de su autor.

Todo aquel que ha pintado conoce el gran placer que produce el simple hecho de percibir las combinaciones que surgen al mezclar el color y descubrir las leyes que las rigen. Nacemos con el gusto por el color; aprendemos y heredamos una cultura que nos permite distinguir cuándo un color es bello, y sabemos que su valor estético no está en él mismo, sino en la relación que guarda con los otros colores que lo rodean. Así, la belleza de un color está en relación con su contexto. El uso que, a través de la historia, el artista ha hecho del color, ha sido determinado por la tecnología. El arte de las sociedades primitivas ha limitado su producción al uso de tierras, blancos y negros. Muchos siglos fueron necesarios para que la humanidad supiera cómo obtener un azul cerúleo o un rojo bermellón y cada nuevo descubrimiento técnico al respecto dio el colorido característico del arte de una civilización. Hoy en día, el artista tiene a la mano la posibilidad de usar *todos* los colores y su problema ante esta riqueza es crear sin limitación alguna.

Muchos pintores consideran que el uso del color debe responder a impulsos emotivos, nacer de la subjetividad o del subconsciente; otros aceptan y aplican las diferentes teorías estéticas sobre la coloración; algunos han tratado de aplicarlo racionalmente a partir de las leyes de la comunicación y de la percepción visual. Entre unos y otros, han existido grandes artistas.

Se ha experimentado, dentro del campo del arte serial, con la aplicación de gamas de tintes armónicos, numerados y combinados a partir de matrices. En electrónica, los *plotters* reproducen lumínicamente en una pantalla la combinación de sesenta y cuatro mil tonos diferentes. Una computadora puede programarse para efectuar simulaciones cromáticas y una televisión traduce sus resultados en colores.

Debido a los profundos conocimientos que en física y química se tienen sobre el color, y el aporte de las teorías psicológicas para establecer las leyes de la percepción visual, la tecnología y la experimentación aplicadas a producir color, es enorme.

El color es también una guía en la historia del arte. Hay múltiples teorías estéticas al respecto y es posible reproducir un color, material y lumínicamente, a partir de sus específicas condiciones combinatorias ¿es que están dadas las condiciones para crear una ciencia del color?

La ciencia es un conjunto de conocimientos que el hombre ha obtenido en el proceso de descubrir la realidad. La energía se convierte en materia y la materia produce energía; es decir, forma que cambia de forma. Desde minúsculas partículas en movimiento, hasta enormes estructuras estáticas, todo lo que se conoce ha tenido y tendrá una forma; aun las ideas se expresan de acuerdo con una forma.



Hemos visto la importancia del color dentro de las artes objetuales, pero éste se sujeta siempre al contorno y a la textura de la forma, a la huella que deja el instrumento con que fue aplicado o al accidente provocado por su consistencia y, en última instancia, a su tono, el cual depende de la forma de las moléculas que lo componen y de la estructura formal de los elementos que constituyen su materia.

Si a partir de tres colores se obtienen todos los demás, cuando hablamos de forma se observa el mismo fenómeno. La combinación de sólo tres elementos geométricos simples —cubo, esfera y pirámide— es suficiente para producir todas las formas existentes o por existir.

Cuadrado, círculo y triángulo estructuran la bidimensionalidad, la cual es, como el color, una ilusión que sólo puede vivir en la mente humana. Si observamos una superficie lisa, a medida que reducimos la distancia entre el ojo y ella, percibimos la textura del material en que está realizada; visto con lupa este material parecerá áspero y a través del microscopio será tan accidentado como el planeta tierra.

Si vemos la amplificación fotográfica en blanco y negro de una pintura, nos daremos cuenta si está hecha sobre papel, tela o madera, de la clase de material pictórico usado y del instrumento con que éste fue aplicado; veremos la aplicación de un modelado que es útil para lograr el relieve, pues toda pintura es un relieve. Lo plano existe en la medida en que el espectador se aleja de un cuadro y voluntariamente ignora la existencia tridimensional del mismo para así percibir otras dimensiones no reales sino ilusorias, creadas por la voluntad del autor.

Si la escultura es una abstracción de la realidad vuelta a la realidad y la pintura es una realidad hecha abstracción, especie de plano de la realidad, los estilos son una serie de reglas para rehacer la realidad a partir de la abstracción que es el arte.

El dibujo de un escultor o el plano de un arquitecto son unas cuantas líneas trazadas sobre papel, pero el que los observa y conoce su código interpretativo, ve nacer sobre el papel monumentos, palacios y catedrales. La pintura, según la tradición, se dibuja primero y después se le aplica el color; aun el que pinta directamente tiene sin duda un dibujo guardado en su mente.

En el arte llamado primitivo no siempre está predefinida la forma, pues su resultado depende del uso de cierto material o determinado instrumento. Esto no pasa en la tradición del arte Occidental, ya que del Renacimiento a la época actual a toda obra de arte antecede una idea que fue dibujada. Una forma-idea expresada y fija sobre el papel es lo que en la actualidad conocemos con el nombre de *diseño*.

El hecho de que una obra renacentista esté previamente diseñada —por el proceso de dibujo o por el de modelado en pequeña escala— y que una figura de madera del Senegal no lo esté, no hace a la primera superior en su contenido estético. Un análisis más profundo de este problema dejará ver que en su mayor parte el arte popular o pri-

# VI

## El concepto

mitivo es el producto de un proceso cultural en el que los padres enseñan a los hijos tanto el oficio como los códigos formales necesarios para obtener el resultado deseado al elaborar un objeto. El contenido estético de ese tipo de obra es heredado, no creado, y se forma por la suma de la intuición de varias generaciones. Son obras que no cumplen la condición contemporánea exigida para ser arte: que quien lo hace tenga previamente la intención de hacerlo.

El arte es creación, y en la medida en que es claramente preconcebido y su forma-idea es transcrita con precisión en un diseño, el acto creativo está prácticamente concluido.

Hemos analizado los componentes esenciales de la obra de arte: materia y espíritu, oficio y concepto.

El oficio depende del uso de los materiales y de los instrumentos, de acuerdo a la capacidad artesanal del artista y de la correcta aplicación de la tecnología del momento. El concepto está estrechamente ligado a la adecuación de la ideología de un grupo social con su inmediata tradición artística, lo cual se resuelve, en la actualidad, a través de un estilo personal.

Apollinaire, en su ensayo *Los pintores cubistas*, retoma la anécdota de Plinio sobre las tres líneas que Apeles y Protógenes pintaron sobre un mismo cuadro en blanco: "este cuadro causó durante mucho tiempo la admiración de los expertos, quienes lo miraban con tanto placer como si, en lugar de mostrar unos trazos casi invisibles, estuvieran representados en él los dioses y las diosas."

André Malraux en *Las voces del silencio* dice que, cuando los hacedores de catedrales góticas esculpían la efigie de la Virgen, repetían una figura ya existente porque seguían los cánones formales establecidos. Así, la imagen de la Virgen era siempre hierática y recta. Un día, un escultor hizo una figura que, si bien conservaba todos los rasgos del estilo, presentaba la novedad de estar flexionada por la cintura; esto provocó que, durante muchos años, todas las esculturas de la Virgen repitieran la misma flexión. El que inventó la flexión, como el que puso por primera vez una lágrima de piedra, fueron los auténticos creadores del estilo; el resto de sus colegas escultores, que no cambiaron ni agregaron nada, fueron sólo buenos artesanos.

Tanto Apollinaire como Malraux muestran que el arte exige seguir dos caminos paralelos que en realidad son uno solo: realizar trabajos con un oficio excelso o poseer absoluta originalidad en la concepción de la obra. Si en el primer caso se exige lograr una perfección inusitada, en el segundo el resultado se obtiene a través de la concreción de la obra. Ambos caminos constituyen un mismo acto creativo y tienen un mismo fin: mostrar la belleza de lo nunca antes visto.

Las llamadas tendencias figurativas, realistas y algunas surrealistas, tienen su origen en la realidad visual, la cual es tomada por imitación o sufre deformaciones en diversas direcciones, ya que las formas naturales son igualmente complicadas o simples. Son abstracciones del mundo visual que nos rodea, interpretaciones subjetivas de lo real que son colocadas sobre una estructura o acomodadas sobre una superficie. Las tendencias figurativas coexisten con otras llamadas abstractas, que no parten del mundo natural, ni pretenden abstraer ninguna imagen del mismo.

Si el primer grupo de tendencias abre dos grandes opciones, la imitación o la estilización —entendida esta última como la opción de deformar la realidad visual de acuerdo con los cánones de un estilo, así sea éste personal—, la mal denominada abstracción ofrece a su vez la posibilidad del arte llamado informal o su contrario: el formalismo.

El informalismo o expresionismo abstracto está estrechamente ligado con ciertos enunciados surrealistas: pintura automática, gusto por el accidente, que resulta de una acción. Ambos son movimientos esencialmente subjetivos que exaltan la sensibilidad individual.

Las corrientes formalistas han sido representadas por los constructivismos y geometrismos. Son movimientos que poseen un mayor contenido semiótico, que siempre pretenden facilitar la lectura de la obra, la cual está construida de una manera racional y de acuerdo con cierta lógica matemática.

El trabajo que aquí se presenta está ligado a este último grupo. Manifiesta las posibilidades de ser de un arte cuyos principios constitutivos son algunos elementos geométricos simples que se acomodan en un espacio de dos o tres dimensiones de acuerdo con una estructura visual o real, y señala las relaciones que este tipo de arte puede establecer con la ciencia y la tecnología, específicamente con la ciencia matemática y con la tecnología de la computación electrónica.

Las reglas del estilo personal de la obra que se analiza serán claramente descritas por los algoritmos que conforman el programa de computación. La ideología y los conceptos estéticos estarán comprendidos en la metodología del proceso y en el uso que de la ciencia matemática se haga. La máquina computadora se usará como un instrumento para lograr la invención y la producción de objetos con un alto contenido estético.

Materia y energía estructuran el espacio. En las artes objetuales la materia es forma, y el color existe en cuanto energía que entra en contacto con la forma; es luz que descubre al ojo ciertas cualidades de la materia. No existe forma sin color, como tampoco existe color sin forma.

## VII

*El diseño*

El dibujo es una creación cultural, una convención según la cual un conjunto de líneas trazadas sobre una superficie representa formas que existen en el mundo de lo real. Para obtener mayor claridad, además de la línea, se recurre frecuentemente a otros medios de apoyo, también convencionales, como son la perspectiva y el claroscuro o degradación tonal.

En el análisis emprendido para determinar el comportamiento de la forma dentro del rectángulo en que fueron pintadas las obras de Felguérez, se tomó en cuenta solamente la descripción de los elementos geométricos que la integran, así como el lugar que ocupan dentro del cuadro.

Cada pintura fue reducida a su expresión lineal, y en los dibujos obtenidos no se usó ningún efecto de claroscuro o perspectiva. Al resultado del proceso descrito se le llamó *diseño*. En cada diseño se distinguía la forma del fondo. La forma es el conjunto de todos los elementos geométricos simples; el fondo es el resto de la superficie. El espacio total del cuadro es, pues, la suma de la forma más el fondo.

Al analizar los diseños se excluyó el color, pues si bien éste es el integrante esencial de la pintura no lo es del dibujo y menos aún del diseño como se le concibe en este trabajo. Existen demasiadas y muy difundidas teorías del color, así como grandes avances tecnológicos para su producción y experimentación.

Dentro de las corrientes geométrico-constructivas se encuentran muchos pintores que poseen originalidad en el uso del color, como resultado de la aplicación de sus propias teorías y auxiliados por sistemas, programas y matrices combinatorias; gracias a esto han logrado gran riqueza colorística, pero en el aspecto formal su obra permanece estable, monótona y repetida. A un pintor cuyo tema sea una interpretación de la realidad visual que le rodea, debería bastarle un simple movimiento de cabeza para encontrar un modelo diferente y, sin embargo, todo artista tiene la tendencia a repetir, con ligeras modificaciones, un número limitado de imágenes.

En el mundo de la geometría, cuando un artista llega a inventar ciertos diseños originales que implican su personalidad, el peligro de repetir la fórmula encontrada es muy frecuente; estas limitaciones son aceptadas, pero no necesariamente deseadas.

Si los elementos básicos que componen el color son sólo tres, tres son también los que originan toda forma. Mientras abundan los logros en la aplicación metodológica del color son pocos los ejemplos que, como en este caso, muestran la importancia de aplicar la combinatoria en relación a la forma.

En el libro *El espacio múltiple* (Manuel Felguérez, UNAM, 1979), se describe cómo, a partir de un simple dibujo lineal que representa una forma-idea, un diseño se puede originar lo mismo una pintura, un relieve o una escultura y no sólo eso, sino cómo a cada diseño corresponden potencialmente múltiples pinturas o esculturas. Esto se demostró con la exposición *El espacio múltiple*, presentada inicialmente en el Museo de

Arte Moderno de la Ciudad de México, en diciembre de 1973 y, posteriormente, en la XIII Bienal de São Paulo, Brasil en 1975. De esas obras fueron tomados cincuenta diseños que, después de ser adaptados, integraron el modelo que dio pie al trabajo de identificación de sistemas que aquí se presenta.

Para la adaptación de los diseños a su nueva función se procedió de la siguiente manera:

- a) Unificación de las dimensiones del fondo rectangular sobre el que se describe la forma;
- b) Reducción y uso de sólo ocho elementos geométricos simples capaces de describir cualquier diseño de Felguérez, y
- c) Descripción de cada forma utilizando la combinatoria de esos ocho elementos geométricos simples.

La pintura es un arte realizado preferentemente sobre una superficie rectangular, pues esta forma está ligada al campo natural de visión y está relacionada con el muro en que se muestra. Tal vez en algunas ocasiones el cuadro sustituyó a la ventana. La forma rectangular del bastidor sobre el que se pinta es una herencia cultural que sigue operando en la actualidad y resulta la más funcional y económica. Lo mismo que con la pintura pasa con los papeles de dibujo, con los libros y periódicos o fotografías, con el cine, la televisión, etcétera. Rectángulos son también los materiales laminados en madera, en metal o plástico e igualmente son rectangulares las pantallas de las terminales gráficas de computación, así como la forma de los diseños que se alimentaron y se obtuvieron del proceso de identificación.

La proporción del rectángulo sobre el que se pinta corresponde, en la mayoría de los casos, a una decisión subjetiva. La selección del formato del espacio que debería contener los diseños a elaborar con auxilio de la computadora, fue también una decisión subjetiva pero obtenida a partir del promedio del total de la obra pictórica ya producida por Felguérez; es decir, que corresponde no a la decisión subjetiva de un momento, sino a la suma de muchos momentos a lo largo de los años.

Se determinó lo siguiente:

- a) Cada diseño deberá estar contenido en un formato horizontal de 6 x 8 unidades;
- b) Cada uno de los cuatro márgenes invisibles del rectángulo que contiene la forma, será tocado por lo menos por uno de los elementos geométricos simples que lo integran;
- c) Para su representación gráfica, la forma contenida en 6 x 8 unidades tendrá un margen a su alrededor de una unidad más de fondo, por lo que un dibujo totalizará 8 x 10 unidades (7 x 9 en su aplicación a la pintura);
- d) Los ocho elementos geométricos utilizados serán:

- 1) El rectángulo, sea vertical, horizontal o cuadrado;
- 2) El círculo;
- 3) El triángulo isósceles. Siempre hacia arriba;
- 4) El medio círculo en cuatro posiciones, hacia arriba, hacia abajo, derecha o izquierda;
- 5) La suma de un rectángulo y un medio círculo en cuatro posiciones hacia arriba, abajo, derecha o izquierda;
- 6) Rectángulo con dos ángulos romos en 1/4 de círculo en cuatro posiciones: hacia arriba, abajo, derecha o izquierda;
- 7) Rombo con paralelas verticales y diagonales equivalentes a 1/2 de triángulo isósceles, y
- 8) Rombo con paralelas horizontales y diagonales equivalentes a 1/2 triángulo isósceles.

De acuerdo con estas reglas, fueron realizados los cincuenta diseños que constituyeron el modelo, necesario para alimentar la computadora y aplicar la identificación de sistemas necesaria para producir nuevos diseños según el proceso que a continuación se describe.

## VIII

### *La computadora y el ser humano*

*Considero obsceno todo proyecto que proponga sustituir una función humana que involucra respeto personal, entendimiento y amor por un sistema de computación.*

Joseph Weizenbaum  
*Computer Power and Human Reason*

La investigación presentada en este libro une dos disciplinas: la computación y el arte, una tecnológica y otra humanística. Para muchos tecnólogos, esta experiencia puede interpretarse como un ejemplo más del poder de la computadora, de su habilidad para sustituir al hombre en cualquiera de sus funciones. Los humanistas posiblemente rechacen la validez de lo realizado sin entrar en detalles ya que firmemente están convencidos de que el arte es función exclusiva del ser humano. Ambas posiciones son extremas, la primera arrogante y la segunda romántica.

Este capítulo justificará la investigación realizada y señalará los límites de su validez. De antemano la conclusión: ni el ser humano ha sido esclavizado por la computadora, ni esta última ha sustituido al primero. Para llegar a esta conclusión, será necesario abordar varios temas que aclaren lo que más tarde se llamará el *modelo estético Felguérez*.

¿Qué es una computadora? Es un aparato electrónico capaz de transformarse en un dispositivo especializado en el cumplimiento de una función, cuando así se le ordena por medio de un lenguaje y en la presencia de cierta información que le sea comunicable. El poder de la computadora se deriva en parte de su capacidad para transformarse en diferentes dispositivos al servicio de diferentes personas, muchas veces con cierta

simultaneidad, bajo el control de un lenguaje con el que se pueden expresar complejos sistemas lógicos que guardan alguna relación con el pensamiento humano. Los sistemas lógicos son mucho más que simples raciocinios lineales, ya que contienen posibilidades de decisión entre varios caminos según la información disponible en el momento. Por poseer esta capacidad de decisión, se dice que la computadora es *inteligente*, capaz de *entender*. Desde hace veinte años, los científicos del campo de la inteligencia artificial han dedicado sus esfuerzos para lograr que la computadora tenga una "capacidad de pensar, aprender y crear coextensiva con la del ser humano", según declaraciones de H. H. Simon y H. Newell en 1958. Los humanistas aquí protestarán y con razón.

La aparente similitud entre la computadora y el ser humano es clara en su comportamiento exterior. No se trata de construir un aparato de anatomía similar a la del ser humano, sino uno que funcione como tal. Desde este punto de vista, el ser humano se considera como un sistema de procesamiento de información capaz de comunicarse con el mundo exterior por medio de lenguajes y de guardar información en su memoria. La computadora tiene estas mismas características y en el uso de los lenguajes tiene analogías importantes. Existen muchos lenguajes de computadora, unos de más alto nivel que otros; en los de alto nivel, una sola palabra puede expresar contenidos complejos que requerirían muchas palabras los de más bajo nivel. Estos lenguajes tienen su gramática bien definida. Chomsky, en su búsqueda de gramáticas universales a partir de lenguajes naturales, demostró que es posible instruir un conjunto de señales generales de los muchos lenguajes de computadora existentes hoy.

La importancia de los lenguajes de computadora radica en que permiten expresar teorías que estén bajo estudio. Una teoría es ante todo un texto, una concatenación de símbolos en determinado alfabeto que guardan cierta relación con alguna realidad. Esta relación se basa en que la teoría no sólo es una agregación sistemática de leyes sino que además contiene la estructura de interconexión de estas leyes. Basándose en una teoría, es posible construir un modelo que satisfaga la teoría. En la ciencia, es común la construcción de modelos físicos que en los aspectos de la teoría se comporten como los procesos reales bajo estudio. Los psicólogos comúnmente construyen modelos mentales basados en teorías sobre el comportamiento del ser humano y estos modelos anticipan el comportamiento de un paciente.

Las computadoras hacen posible una nueva relación entre las teorías y los modelos. Si los métodos son textos escritos en un lenguaje, se pueden expresar teorías con los lenguajes de computadora. Éstas pueden interpretar los textos que se les dan y estas traducciones determinan el comportamiento de la computadora. Esto es la base del gran poder de las computadoras. El entendimiento de los textos de una teoría hace que la computadora se transforme en un dispositivo o modelo abstracto. El modelo ni es fi-

sico, pues no puede tocarse, ni es mental, pues existe fuera de la mente del ser humano. El modelo es abstracto y existe en la memoria de la computadora.

En el estudio de una teoría científica o sociológica generalmente se interpreta la teoría en términos de leyes o relaciones matemáticas cuyas interconexiones guardan concordancia con la teoría. Se dice que estas relaciones son modelos matemáticos. Podría también decirse que al interpretar la computadora estos modelos se convierte en ellos, realizándose esta metamorfosis en el lenguaje abstracto de las matemáticas. Estos modelos abstractos pueden accionarse para observar su comportamiento. Para esto último, el modelo matemático accionado abstractamente en la computadora tiene que transformarse en lenguaje para su comunicación exterior con el ser humano.

Por más complejas que sean las teorías y por lo mismo más completos los modelos, éstas siempre serán una aproximación a la realidad. El objetivo de los modelos es capturar de una manera profunda lo que es esencial para el entendimiento de ciertos aspectos de la estructura o comportamiento de un proceso.

La garantía de haber logrado expresar lo esencial sólo se tiene cuando llega el momento de observar el proceso en la realidad y se puedan verificar las predicciones de la teoría.

Hasta ahora se ha comentado acerca del poder de la computadora; es necesario también señalar los límites de este poder, aunque en esto último no haya concordancia entre los expertos.

La computadora, aunque hecha de materiales físicos (*hardware*), se transforma en un dispositivo capaz de abstracción bajo el control de un programa (*software*). El ser humano debe comunicarse con ese sistema que está provisto de cierta inteligencia y este último debe entender lo que se le ha dicho. Aquí se llega al problema del entendimiento y a la pregunta clave ¿entendimiento implica conocimiento? La respuesta enfática es no. Es necesario hacer referencia a cualquier agrupación de palabras cuyo significado colectivo sea muy diferente del conjunto de significados de las palabras individuales. Es también necesario percibir el contexto de referencia para poder resolver significados múltiples. De manera estricta, esto no es posible ya que el punto de referencia de cada persona está en constante evolución. En este sentido, la comunicación perfecta implica la total comprensión de la experiencia entera de la vida de una persona.

El entendimiento de la computadora se limita a significados no múltiples, tal como ha sido diseñada. Por más abstracto que sea el contenido del programa de una computadora, en el sentido más estricto ésta no puede sobrepasar los límites de su sistema. Es decir, la computadora no puede llegar a entendimientos más profundos ni más generales de los que ya tiene por sí misma; está condenada (limitada) al nivel establecido en el diseño de su programa.



La complejidad de ciertos programas parece implicar sutilmente una capacidad ilimitada de entendimiento, pero no hay tal. Un programa complejo es como la creación de una burocracia con sus jerarquías y leyes de comportamiento. Al incidir en algún nivel de la burocracia se desencadena un proceso regido por esas jerarquías y leyes. El diseñador no necesita pensar en cada uno de los posibles cursos que puedan darse en el sistema, sino en satisfacer todos los tratados que estén contenidos dentro del diseño. Aun así, en un sentido estricto, el diseño está basado en entendimientos unívocos. No hay lugar, como en el ser humano, para cambios de parecer basados en comprensiones diferentes, aunque sí es posible simular, dentro del programa, los efectos de cambios de parecer.

El ser humano ha creado en la computadora la capacidad de manipular números y el equivalente numérico de ideas a una velocidad que excede a la de su propia mente. Sin embargo, la computadora, con su poderosa pero limitada inteligencia, es incapaz de percibir el conocimiento en la forma en que lo hace el ser humano. Las percepciones más profundas de éste son aquellas basadas en concepciones morales, estéticas o de sentimiento.

Entender no es lo mismo que saber o sentir que se entiende. Y este sentir es el impulso de todo proceso creativo con su inherente afán de llegar más allá de las concepciones del punto de partida, aun cuando las contradiga. Ese escapar de la referencia anterior está presente cuando el pintor coloca un color, el poeta una palabra o el músico un sonido. El artista sistemáticamente se coloca en situaciones que se oponen a la repetición de su nivel actual de entendimiento. Una vez realizada la función creativa, emerge un nuevo punto de referencia que resuelve las contradicciones antes observadas con la referencia anterior. A primera vista, parece que las nuevas ideas estaban contenidas en los marcos anteriores cuando realmente éstos han sido sobrepasados.

El ser humano ha creado una multitud de sistemas que lo sobrepasan en aspectos específicos: máquinas que levantan pesos enormes, otras que vuelan, aparatos que transmiten señales inteligibles a través del espacio, etcétera; uno más de estos sistemas con un gran poder en sus cualidades de abstracción. Este altísimo grado de desarrollo que implica la computadora, ha llevado al público en general a creer en la autonomía de los sistemas computacionales asignándoles niveles de veracidad y de inexorabilidad casi absolutos. Por otro lado, la concepción abstracta de las computadoras ha llevado erróneamente a muchos expertos a creer que éstas pueden llegar a ser más inteligentes que el ser humano. La crisis resultante es la inversión de los papeles de amo y esclavo, una perversión de la función humana. De allí la cita de Weizenbaum que vigila todo este escrito.

Las ideas anteriores sirvieron de marco a la investigación descrita en este libro. No se pretendió en ningún momento intercambiar el papel del artista (Felguérez) por el de

# IX

## **La teoría de identificación de sistemas**

la computadora. Por otra parte, tampoco se agredió a la condición humana del mismo al usar la computadora como dispositivo en el cual se simula una teoría estética. Se trató de comprobar si era posible hacer uso de las constantes estéticas subconscientes que están presentes en los procesos creativos a lo largo de su vida. Debido a que estas constantes están en el subconsciente se pensó que era necesario usar procedimientos objetivos para abordarlos. Estos procedimientos no debían viciar la búsqueda con la concientización presente. Por otro lado, no se pretendió que la investigación reemplazara al artista en el proceso creativo sino que le sugiriera caminos posibles de desarrollo creativo. Guardando el debido respeto a su condición humana, se le dejó en libertad de rechazar o de transitar por los caminos apenas señalados.

Se puede llegar ahora a la conclusión esbozada al comienzo del capítulo: si los tecnólogos ven en esta investigación una extensión del poder de la computadora sobre el ser humano es porque no entienden el significado de la condición humana; si los humanistas persisten en que el arte debe declararse fuera del límite de acción de las computadoras es porque mantienen nociones románticas sobre el significado del proceso creativo.

Posiblemente las reflexiones anteriores estaban en la mente de Otto Piene, director del Centro de Estudios Visuales Avanzados del MIT, cuando declaró: "Toda esta tecnología (usada en el arte de hoy) salió de desarrollos científicos, y esto hace que los conservadores digan, 'ah, ¿Cómo se puede hacer arte con estos objetos que no fueron inventados para el arte?' Bueno, la respuesta es que la tecnología no es nada sin la imaginativa que la llena de poder y que la hace atractiva al ser humano. Yo veo en sus pasos iniciales esta relación de arte y tecnología. Este es apenas su primer siglo. Estoy seguro que por delante habrá más siglos."

En este capítulo se presentarán resumidas las ecuaciones principales de la Teoría de Identificación.

Se asume que el modelo por desarrollarse es el siguiente:

$$x = A u + E \quad (1)$$

donde  $x$  y  $u$  son vectores de dimensión  $n$  y  $m$  respectivamente. La matriz  $A$ , es de  $n \times m$ , y  $E$  es un vector de errores de dimensión  $n$ .

El problema es determinar  $A$  partiendo de observaciones de  $x$  y  $u$ . Posiblemente el lector esté más familiarizado con el problema de estimación en el que se conoce  $A$ , se tiene  $x$  y se trata de encontrar  $u$ . El procedimiento de mínimos cuadrados nos da para el problema de estimación, el resultado siguiente:

$$u = (A^t A)^{-1} A^t x \quad (2)$$

El lector podrá establecer el paralelo entre este problema de estimación y el de identificación de los parámetros A del modelo, donde resulta

$$A = X U^t (U U^t)^{-1} \quad (3)$$

donde X y U son matrices formadas al colocar cada observación de x y u respectivamente una al lado de la otra. De esta manera, resulta que, si se tienen observaciones de pares de vectores x y u, las matrices X y U serán de dimensiones (n, k) y (m, k) respectivamente. Debe notarse que  $k \geq m$  es una restricción que es necesario observar para que el problema tenga sentido y pueda invertirse la matriz (U U<sup>t</sup>).

En muchas ocasiones es conveniente calcular A por medio de un método secuencial en el que se procesen independientemente cada par de observaciones x y u después de las primeras m de ellas. De esta manera, se van determinando valores intermedios de A. Al procesar j pares de x y u, donde  $m < j \leq k$ , el resultado A<sub>j</sub> corresponde exactamente al valor de A si sólo se tuviera j pares de observaciones. La ecuación (3) se transforma en el siguiente proceso secuencial al considerar el j-avo par de x y u:

$$A_j = A_{j-1} + (x_j - A_{j-1} u_j) u_j^t G_j \quad (4)$$

donde:

$$G_j = G_{j-1} u_j (1 + u_j^t G_{j-1} u_j)^{-1} u_j^t G_{j-1} \quad (5)$$

El proceso secuencial requiere una iniciación. Formalmente, la iniciación que produce resultados idénticos para A<sub>k</sub> usando la ecuación (3), la combinación de las ecuaciones (4) y (5), es la siguiente:

$$A_m = X_m U_m^t (U_m U_m^t)^{-1} \quad (6)$$

$$G_m = (U_m U_m^t)^{-1} \quad (7)$$

que corresponde a iniciar el proceso secuencial después de procesar m pares. La ecuación (6) corresponde a la ecuación (3) con sólo m pares, y puede reducirse a

$$A_m = X_m U_m^{t-1} \quad (8)$$

**X**  
**El modelo**  
**estético**  
**Felguérez**

En la práctica, es posible obtener un resultado aceptable si se inicia desde el comienzo asumiendo que

$$A_0 = 0 \quad (9)$$

$$G_0 = \text{matriz unitaria} \quad (10)$$

y procesando todos los pares de observaciones secuencialmente.

El programa usado en la investigación utiliza este último método y por lo tanto sólo hace uso de las ecuaciones (4) y (5) iniciándolas de acuerdo a las ecuaciones (9) y (10).

Basándose en la teoría de Identificación de Sistemas, se propuso un modelo lineal.

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & \dots & a_{1,m} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{n,1} & & a_{n,m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix}$$

Cada obra de Felguérez debe relacionar ciertas características  $u_1, \dots, u_m$  con otras  $x_1, \dots, x_n$  a través de los coeficientes  $a_{1,1}, \dots, a_{n,m}$  de tal manera que, en promedio, los errores del modelo  $\epsilon_1, \dots, \epsilon_n$  sean lo menor posible. Cada obra proporciona un juego de  $u$  y de  $x$  que se utilizan para definir las  $a$ . La Teoría de Identificación de Sistemas enseña el procedimiento de determinar las  $a$ , pero no indica qué características del problema deben escogerse para realizar el modelo, ni cuáles de ellas deben ser  $u$  y cuáles  $x$ . La selección apropiada de características es vital pues el proceso de identificación tratará de extraer información estética del proceso creativo Felguérez, a través de las características  $u$  y  $x$  de las obras. Si algunas de las características incorporadas en el modelo no contienen información estética, el proceso de identificación no averiguará nada acerca de la estética de Felguérez. De todo el conjunto de información (datos) de una obra es necesario seleccionar aquello que contenga mayor información estética. Por ejemplo, un dato podría ser el tiempo que este artista tomó para realizar una obra. ¿Contiene este dato información estética? La respuesta no es clara. Si acaso ciertas obras tomaron mayor tiempo de ejecución por contener ciertos problemas formales que las demás no tuvieron, entonces este dato contiene información. Por otra parte, si el tiempo de ejecución varía por razones externas a la obra, como por ejemplo haber tenido alguna

preocupación de otra índole que no le permitía trabajar con la eficiencia normal, el dato carece de información estética.

Los comentarios anteriores subrayan la vital importancia que tiene la selección de las características de las obras que se sometieron a la construcción del modelo. Felguérez mismo había llegado a esta conclusión por el camino formal de la significación de la obra de arte. Él se dió cuenta de la necesidad de establecer un lenguaje para explicar (describir) sus obras. La dificultad radicaba en qué obras de periodos diferentes aparentemente requerían lenguajes diferentes para su descripción.

La producción de Felguérez muestra, a través de los años, una evolución que va del expresionismo abstracto al constructivismo. La obra de los últimos años es predominantemente geométrica. Habría una seria discrepancia histórica si el modelo produjera ideas de obras expresionistas. Si se quería garantizar un resultado geométrico entonces era necesario construir el modelo con base en información netamente geométrica. Habría que usar sólo un lenguaje geométrico al describir las obras. ¿Qué hacer con las obras no-geométricas? Si éstas no se utilizaran, se estaría negando al modelo el conocimiento de muchos años de información estética. Felguérez resolvió este problema volviendo a estudiar muchas de sus obras no-geométricas, buscando precisamente sus contenidos geométricos. De esta manera realizó la transformación de esas obras a la geometría y abrió paso para su descripción a partir de un lenguaje geométrico.

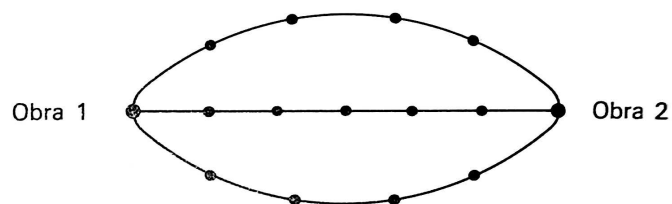
El lenguaje desarrollado por Felguérez para describir sus obras consistía en nueve tipos de elementos geométricos, algunos de los cuales se subdividían en dos o cuatro clases, según su dirección en el espacio. La reproducción de la hoja de formas elementales muestra ocho tipos de elementos. El noveno sale de una separación en el interior del proceso entre los elementos cuadrado y rectángulo.

El lenguaje geométrico así definido es fácilmente descriptible. Una obra puede contener un rectángulo. Se pueden medir las dimensiones del rectángulo y localizar la esquina inferior izquierda dentro del plano de la obra. Si se añade la condición de que la orientación del rectángulo siempre sea horizontal-vertical; es decir, sin inclinación, se tiene perfectamente descrito el rectángulo. Cualquier persona podría dibujar el rectángulo y éste sería siempre el mismo. En igual forma se podría transmitir o describir a otra persona cualquiera de los demás elementos especificando su tipo, clase, dimensiones y localización en el espacio de la obra.

Los razonamientos de Felguérez señalan que la información estética está contenida en el equilibrio logrado por las formas o elementos de una obra. Este equilibrio está en función de la interrelación entre las formas y no de las formas en sí. En otras palabras, las mismas formas usadas por Felguérez en una obra no necesariamente funcionan igual o estéticamente si se arreglan al azar en otra obra. La consecuencia lógica de esta observación es que la descripción de una obra, basándose en la clase de elementos y

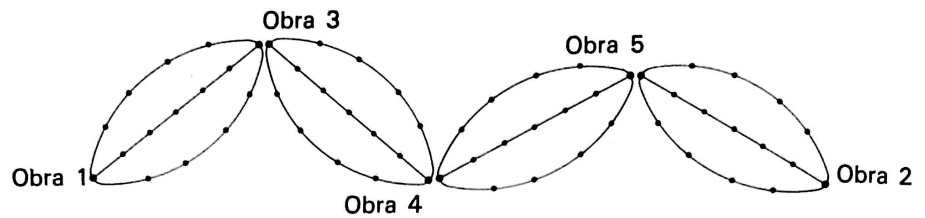
en la posición y dimensiones de ellos, no sólo fija cada elemento en el espacio sino que, a través de esa descripción, se transmite la información del equilibrio estético. Si la obra es descriptible por el procedimiento mencionado, cualquier persona que siga las instrucciones debidamente puede dibujar la obra tan exacta como la original de Felguérez. Claro está, esa persona no sabría por qué se puso tal elemento en tal posición y no otro de otras dimensiones en su lugar.

Poder explicar esto es poder explicar la estética. Y aquí llegamos a la clave de toda la investigación: *No es posible explicar la estética*. En otras palabras, el contenido estético no es traducible a otro lenguaje, ni siquiera al de las palabras de los lenguajes naturales. He aquí la fuerza de la investigación realizada. El procedimiento de la Identificación de Sistemas se basa sólo en información objetiva observable. En lugar de buscar explicaciones estéticas, el proceso construye un modelo matemático que deriva su comportamiento de la información a él comunicada: tipo, clase, posición y dimensiones de cada elemento. Si se describiera una sola obra, el mundo del modelo sería únicamente el de esa obra y nunca podría imaginarse otras diferentes a esa. Al describirse una segunda obra se establecen por así decirlo dos polos, pero además se da la posibilidad de un infinito número de obras intermedias entre esos polos. Gráficamente se podría pensar que las obras intermedias constituyen los pasos de una transformación o un camino entre los dos originales. El lector atento, inmediatamente objetará que existen muchos caminos entre dos polos:



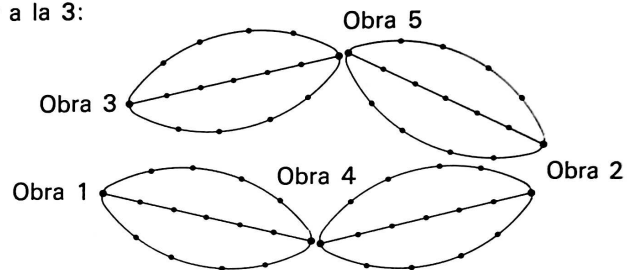
La gráfica denota tres posibles caminos entre las dos obras originales. Cada camino define una serie de obras nuevas, señaladas por puntos, que paso a paso transforman la obra número 1 en la número 2. Las obras de un camino son diferentes a las de otro y existe un infinito número de posibles caminos. Es de esperarse que la mayoría de aquellas así definidas no sean de gran contenido estético, y pues hay demasiada libertad en la selección de los caminos de transformación. Visto de otra manera, no hay suficiente información estética observable objetivamente en sólo dos obras.

Considérese ahora que se añaden tres más a las dos originales, estableciendo cinco polos:



Nótese que aunque existen múltiples caminos de transformación, se han ordenado los caminos al obligarlos a pasar por las cinco obras originales. El resultado de este ordenamiento es que se ha aumentado la probabilidad de que las obras intermedias funcionen estéticamente. Si se continúa este proceso al estudiar un número grande de obras, las transformaciones se apegarán más al contenido de las originales.

Es interesante notar que aunque los caminos en la gráfica anterior van de la obra 1 a la 3, 4, 5 y finalmente llegan a la 2, existen otras posibilidades; por ejemplo: de la 1 a la 4, 2, 5 hasta llegar a la 3:



En este último ejemplo es evidente que las obras originales aún establecen una dirección o puntos de referencia aunque las obras intermedias sean diferentes a las del ejemplo anterior.

Con la teoría de Identificación de Sistemas se consideran todos los posibles caminos y finalmente se escoge el que, en sentido matemático, sea el mejor. Volviendo a donde partimos en este capítulo, las  $u$  y  $x$  las obras originales, y las  $E$  los errores del proceso; es decir, la incapacidad del modelo de explicar, a través del camino escogido, las observaciones  $u$  y  $x$ . La teoría trata de reducir las  $E$ .

Como reducir una  $E$  particularmente tiende a producir un aumento en otra  $E$ , es necesario establecer una estrategia que considere los errores en conjunto y no individualmente. Por eso, la teoría trata de minimizar la suma de los cuadrados de los errores. Es necesario considerar los cuadrados para evitar que un error positivo compense con un error negativo.

Resumiendo las ideas desarrolladas hasta ahora, el método de Identificación requiere la definición de las características del proceso que contengan información sobre el comportamiento del mismo. Las características mismas constituyen un lenguaje. El método establece la relación entre dos grupos de características: las u y las x, de tal manera que se minimice la suma de los cuadrados de los errores E.

Aún no hemos aclarado qué características de las obras de Felguérez llamaremos u y cuáles serán x. Antes de hacerlo, veamos cómo utilizaríamos el modelo una vez determinado. Podríamos escoger valores para las u y la multiplicación de las a por las u darían las x correspondientes. Al juntar las u escogidas con las x calculadas tendríamos la descripción de una obra. Este procedimiento indica que debemos asignar a las u aquellas características que tenga sentido escoger, las demás serían x.

Ya se dijo que Felguérez adoptó un lenguaje basado en ocho elementos. La tabla siguiente describe estos elementos y les asigna un símbolo. La hoja con las formas elementales presenta un ejemplo de cada tipo y clase:

<i>Elementos</i>	<i>Descripción</i>	<i>Símbolo</i>
1	Cuadrado o Rectángulo	S o R
2	Círculo	C
3	Triángulo	T
4	Semi-Círculo	SC
5	Círculo Rectángulo	CR
6	Rectángulo Romo	RR
7	Rombo Vertical	ROV
8	Rombo Horizontal	ROH

Aparte de la posición y dimensión de cada elemento de la obra, se consideraron otros factores adicionales que también tenían contenido estético. Se consideró igualmente que no era accidental la selección de cuantos elementos de cada tipo aparecían en una obra. También se estimó importante la información de cuántos elementos había en total en una obra y cuántos tipos diferentes se utilizaban en ella.

Después de tener en cuenta varias alternativas se definieron las u de la siguiente manera:



<i>u</i>	<i>Descripción</i>
1	Número de S
2	Número de R
3	Número de C
4	Número de T
5	Número de SC
6	Número de CR

<i>u</i>	<i>Descripción</i>
7	Número de RR
8	Número de ROV
9	Número de ROH
10	Número total de elementos
11	Número de tipos diferentes

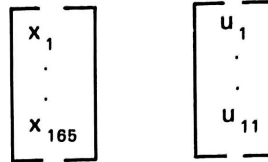
Un estudio de cincuenta obras de Felguérez mostró que los máximos números de elementos usados en una obra de cada tipo serán los siguientes: 8 de S, 4 de R, 5 de C, 5 de T, 5 de SC, 4 de CR, 6 de RR, 2 de ROV y 3 de ROH. Se decidió restringir la identificación a un espacio que no excediera estas cantidades en cada obra. Usando esta restricción, se definieron las *x* de la siguiente forma:

<i>x</i>	<i>Descripción</i>
1 – 8	Coordenada Horizontal de S
9 – 16	Coordenada Vertical de S
17 – 24	Dimensión Horizontal de S
25 – 28	Coordenada Horizontal de R
29 – 32	Coordenada Vertical de R
33 – 36	Dimensión Horizontal de R
37 – 40	Dimensión Vertical de R
41 – 45	Coordenada Horizontal de C
46 – 50	Coordenada Vertical de C
55 – 55	Diámetro de C
56 – 60	Coordenada Horizontal de T
61 – 65	Coordenada Vertical de T
66 – 70	Base de T

x	<i>Descripción</i>
71 – 75	Coordenada Horizontal de SC
76 – 80	Coordenada Vertical de SC
81 – 85	Dimensión Horizontal de SC
86 – 90	Clase de SC
91 – 94	Coordenada Horizontal de CR
95 – 98	Coordenada Vertical de CR
99 – 102	Dimensión Horizontal de CR
103 – 106	Dimensión Vertical de CR
107 – 110	Clase de CR
111 – 116	Coordenada Horizontal de RR
117 – 122	Coordenada Vertical de RR
123 – 128	Dimensión Horizontal de RR
129 – 134	Dimensión Vertical de RR
135 – 140	Clase de RR
141 – 142	Coordenada Horizontal de ROV
143 – 144	Coordenada Vertical de ROV
145 – 146	Dimensión Horizontal de ROV
147 – 148	Dimensión Vertical de ROV
149 – 150	Clase de ROV
151 – 153	Coordenada Horizontal de ROH
154 – 156	Coordenada Vertical de ROH
157 – 159	Dimensión Horizontal de ROH
160 – 162	Dimensión Vertical de ROH
163 – 165	Clase de ROH

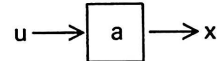
Todas las obras que Felguérez sometió al presente estudio tenían una proporción de 8 unidades en lo horizontal por 6 en lo vertical. Las coordenadas de la tabla anterior se miden a partir de la esquina inferior izquierda de un marco de 8 x 6 unidades.

Cada obra genera un par de listas:



por ejemplo, si la obra no contiene círculos C,  $u_3$  tiene un valor de cero, lo mismo que todas las  $x$  de la 41 a la 55. Si existe un solo cuadrado en la obra,  $u_1 = 1$ , y  $x_1$ ,  $x_9$  y  $x_{17}$  son las coordenadas horizontales y verticales y la dimensión horizontal respectivamente, las  $x$  del 2 a la 8, del 10 al 16 y del 18 al 24 tienen un valor de cero.

El proceso de Identificación de Sistemas estudia el par de listas de cada obra y va modificando o corrigiendo los valores de  $a$  que hagan que aproximadamente para todas las obras, la multiplicación de las  $a$  por una lista de  $u$  resulte en la lista de  $x$  correspondiente. Esta operación es análoga a un proceso al que se le entrega una lista de  $u$  y se produce una lista de  $x$ :



Suponiendo que ya se han procesado todas las listas de  $u$  y  $x$ , vale la pena examinar el procedimiento de definir una nueva obra. Lo único que se requiere es generar una lista de  $u$ . Para esto se siguió el siguiente esquema:

1. De un estudio de las obras de Felguérez se definió que las obras siempre tenían un mínimo de 6 elementos y un máximo de 16. Por lo tanto, se escoge al azar  $u_{10}$  para que tengan un valor entero entre 6 y 16.
2. Las obras de Felguérez siempre tenían entre 3 y 7 diferentes tipos de elementos. Se escoge al azar  $u_{11}$  entre 3 y 7 no dejando que  $u_{11}$  sea mayor que  $u_{10}$ .
3. Se generan sucesivamente números al azar entre 1 y 9. Los primeros  $u_{11}$  de ellos que sean diferentes entre sí definen los tipos de elementos que aparecerán en la obra.
4. Se generan sucesivamente números al azar entre 1 y 9. Se toma nota sólo del número de veces que salen los tipos de elementos escogidos en el paso 3. Por ejemplo, si la obra contiene semicírculos SC, cada vez que salga un 5 se incrementa  $u_5$  en uno. Este proceso se continúa hasta haber escogido un total de  $u_{10}$  elementos, cuidando que cada tipo no exceda del número máximo usado por Felguérez en alguna de sus obras. Esto último se incorporó en el diseño del modelo, ya que no se hicieron provisiones para más elementos de ese mismo tipo al definir la lista de  $x$ .

Una vez definida la lista de  $u$  se calcula directamente la lista  $x$  correspondiente, utili-

# XI

## Programación

zando el modelo a previamente definido. Para completar el proceso se revisa la lista de  $x$  para obligarla a que cumpla con los siguientes requisitos:

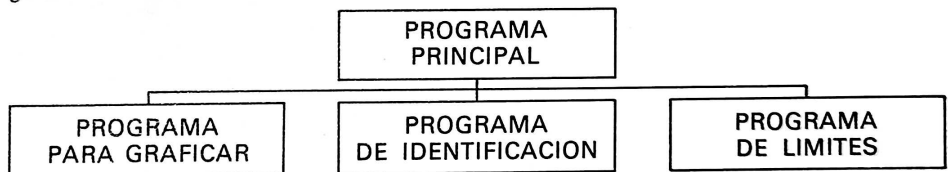
1. La clase de elemento de un tipo debe ser un número entero. Para esto se redondean las  $x$  correspondientes al entero más cercano entre las aceptables para ese tipo.
2. Se modifican algunas de las  $x$  para que cubran el requisito de que por lo menos un elemento debe tocar cada borde de la obra.
3. Se modifican las  $x$  de algún elemento que se salga del marco de  $6 \times 8$  de la obra.
4. Se modifican las coordenadas de los elementos de la obra de tal manera que sean factores enteros de un cierto número. Por ejemplo, se usaron los números .25 y .50 en diferentes obras.
5. Se estudió la dispersión de cada  $x$  de las obras originales y se investigó en algunos casos el introducir un factor al azar de cada desviación estándar  $\delta x$  a la  $x$  correspondiente.

Una vez completado este proceso se han definido un par de listas de  $u$  y de  $x$  y se procede a dibujar la obra nueva.

Este capítulo describirá el programa de computadora usado como modelo del *proceso estético Felguérez*. Como todo programa de investigación, su elaboración no fue una experiencia sencilla y directa de comienzo a fin. Su realización fue a veces caótica en la que ciertos resultados sugerían aspectos adicionales de la investigación que a su vez implicaban alteraciones y extensiones del programa. Debe mencionarse que en un principio no se sabía si del uso de la teoría de Identificación de Sistemas se iba a extraer suficiente información estética y las metas perseguidas eran mucho menos ambiciosas que las logradas finalmente.

El programa fue escrito totalmente en *Fortran* y contiene 1 189 instrucciones. Se hace uso de un *Calcomp plotter* para obtener resultados en forma gráfica bajo control de una computadora IBM 370/168.

Para explicar la organización del programa se seguirá un procedimiento estructurado que irá de lo general a lo particular. La organización general del programa es la siguiente:



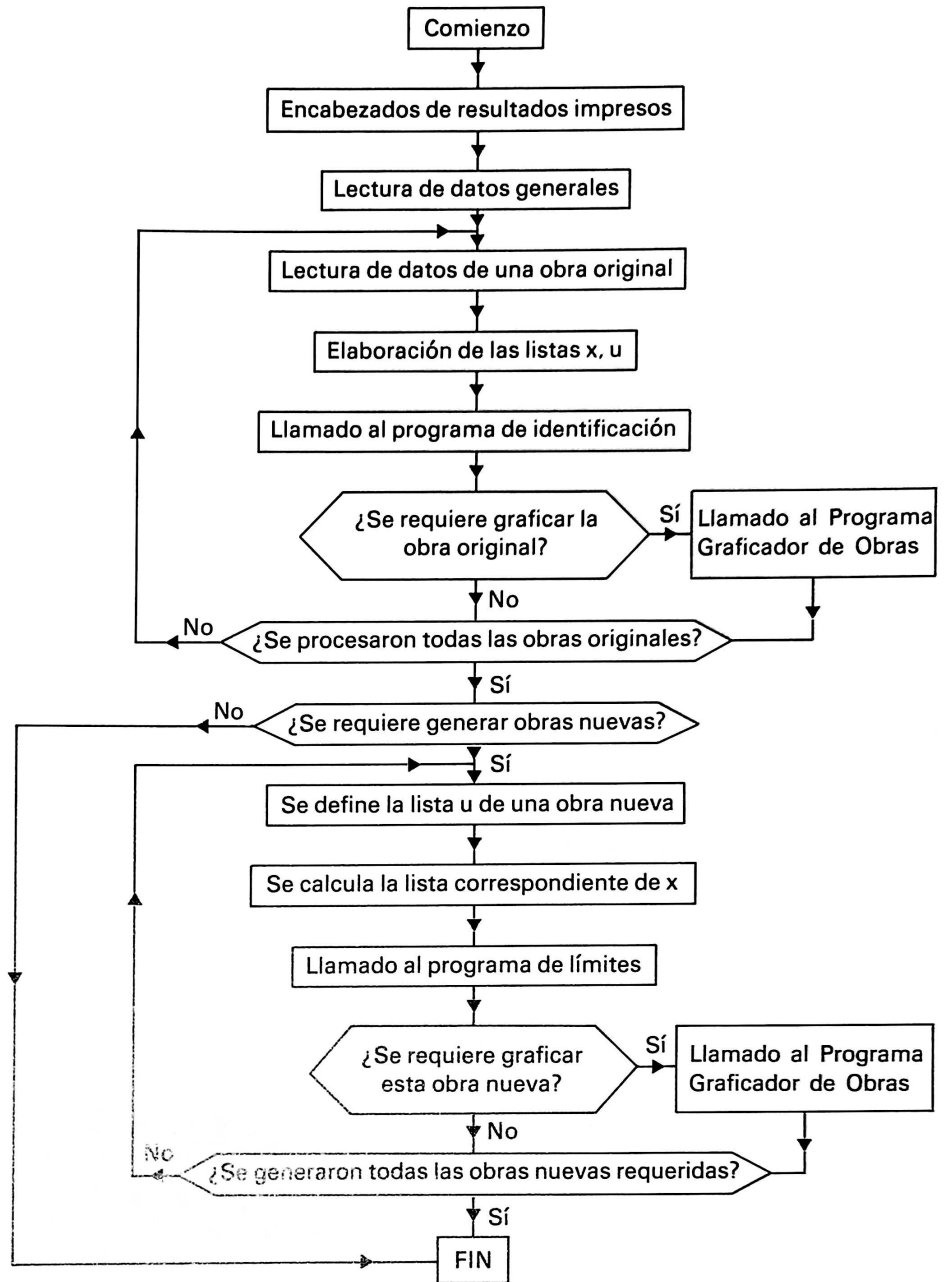
Las funciones principales de cada uno de los programas son las siguientes:

1. Programa Principal
  - a) Mantener el control del proceso entero.
  - b) Leer datos de obras originales.
  - c) Transferir control al programa de Identificación.
  - d) Determinar obras nuevas.
  - e) Transferir control al Programa de Límites.
  - f) Transferir control al Programa para Graficar.
2. Programa de Identificación.
  - a) Recibir un par de listas  $u$  y  $x$ .
  - b) Iniciar las matrices  $A$  y  $G$ .
  - c) Modificar las matrices  $A$  y  $G$ .
  - d) Entregar la matriz  $A$  calculada.
3. Programa de Límites.
  - a) Resolver y aplicar dispersión.
  - b) Convertir los tipos en números enteros.
  - c) Asegurar que ningún elemento salga del marco de la obra.
  - d) Asegurar que los bordes sean tocados por algún elemento.
  - e) Eliminar continuidad de coordenadas y dimensiones.
4. Programa para Graficar.
  - a) Controlar la posición de la obra en la hoja.
  - b) Examinar,  $u_1$ , a  $u_9$  y  $x_1$  a  $x_{165}$  para dibujar la obra.
  - c) Dibujar los marcos de la hoja.
  - d) Escribir los títulos adecuados.

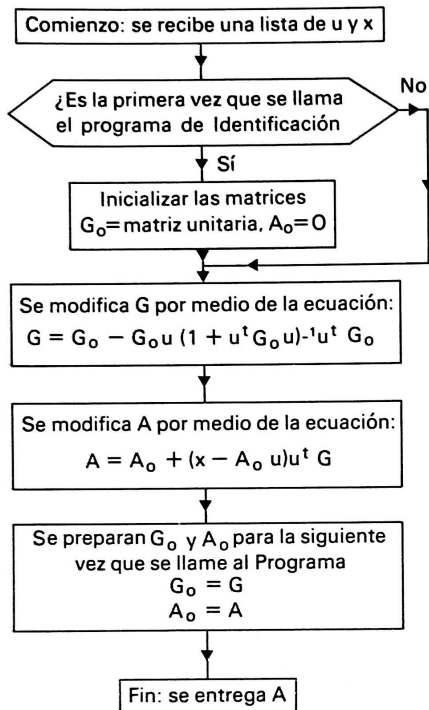
Los siguientes cuatro diagramas de flujo muestran con más detalle la organización de cada uno de estos programas incluyendo algunos de los procesos lógicos de solución.

Posteriormente, se incluye una lista completa del programa descrito en este capítulo.

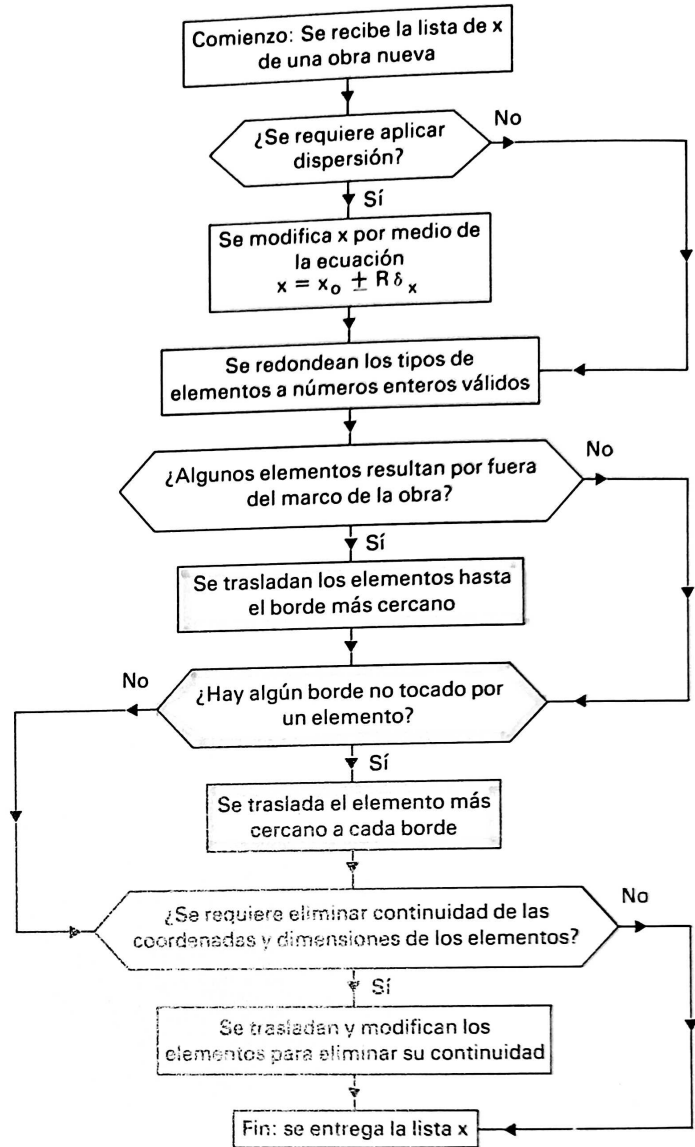
# PROGRAMA PRINCIPAL



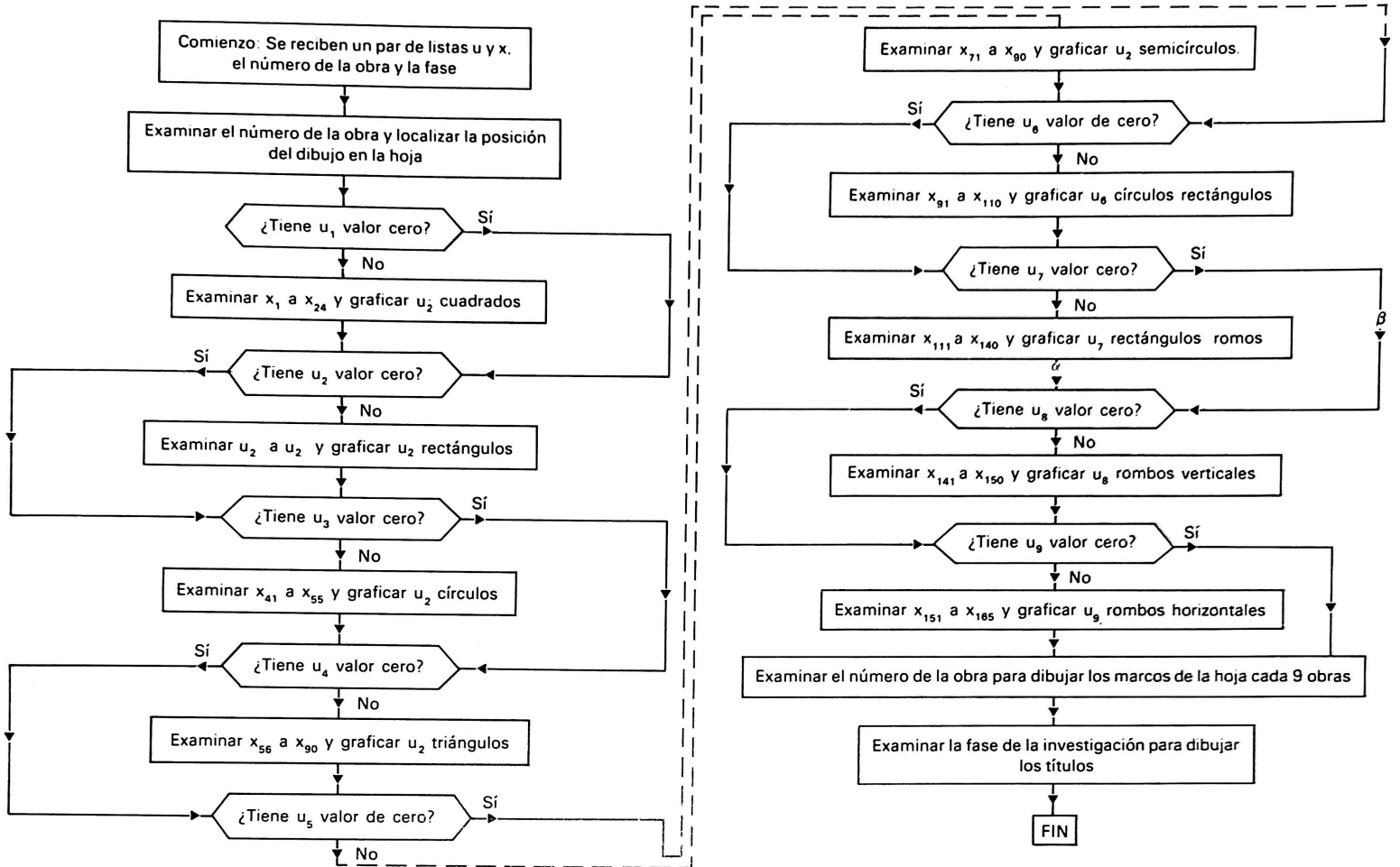
### PROGRAMA DE IDENTIFICACIÓN



### PROGRAMA DE LÍMITES



## PROGRAMA PARA GRAFICAR





# XII

## Investigación realizada

El presente capítulo describe someramente los resultados de la investigación realizada. Se presentó en detalle cómo *el modelo estético Felguérez* (capítulo 3) incorpora la teoría de Identificación de Sistemas (capítulo 2), encuentra una realización en el programa de computadora (capítulo 4) y se base en la teoría moderna de la relación entre la computadora y el ser humano (capítulo 1).

La investigación puede dividirse en cuatro fases esenciales:

### Fase 1

Lo primero que se requería era comunicar a la computadora las obras originales que Felguérez transformó a un lenguaje común para ambos. Felguérez preparó cincuenta obras de esta manera y fue necesario tomar cada una y convertirla a la siguiente información numérica:

- a) Número de la obra
- b) Número total de elementos
- c) Para cada elemento dar:
  1. Tipo de elemento
  2. Clase
  3. Coordenadas horizontales y verticales de un punto
  4. Dimensiones del elemento.

La siguiente lista muestra esta información para cada una de las cincuenta obras originales de Felguérez. Para verificar que toda esta información numérica fuera correcta y que había sido entendida por la computadora, se dibujaron las cincuenta obras. Estos dibujos se presentan posteriormente a la lista.

### Fase 2

Con base en las obras originales, se utilizó la Identificación de Sistemas para construir el modelo estético Felguérez. Ya se explicó en el capítulo 3 cómo se definen las obras nuevas. Se construye una lista usando procesos al azar controlados entre límites válidos para Felguérez. Con el modelo identificado se calcula la lista  $x$ , la cual se somete a ciertas alteraciones de límites. El par de listas  $u$  y  $x$  determinan totalmente una obra nueva. El proceso utilizado al azar por un subprograma de generación de números aleatorios entre 0 y 1, requiere que se le comunique un número entero, llamado *semilla*, para comenzar sus cálculos. Comenzando de la misma *semilla* siempre resulta la misma serie de números aleatorios. Cambiando la *semilla* se determina una serie diferente de números.

En la fase 2 se definieron dos grupos de ciento ocho obras, para un total de doscientas dieciséis, repitiendo el proceso de determinación de obras nuevas con dos *semillas* diferentes.

La fase 2 concluye con un estudio hecho por Felguérez de los dos grupos, que llamaremos grupo A y grupo B, con el fin de descartar aquellas obras nuevas que no parecían presentar posibilidades de desarrollo posterior. Del grupo A, Felguérez seleccionó treinta y una obras y del grupo B veintitrés, para un total de cincuenta y cuatro. Las obras seleccionadas de ambos grupos se presentan en los siguientes dibujos:

### *Fase 3*

Basándose en las cincuenta y cuatro obras seleccionadas en la fase 2, Felguérez estudió cada una con el fin de completar su diseño. De esta manera, las obras generadas en la fase 2 se consideraron apenas como ideas de diseños y no el diseño mismo. La humanización del proceso es la que toma lugar en la fase 3. En los términos del capítulo 1, esta fase tiene su lugar, ya que se hace la distinción entre un verdadero Felguérez y su aproximación en términos del modelo. Por más procedimientos complejos que usemos en la computadora, apenas estaremos modelando aproximadamente ciertos aspectos del ser humano Felguérez. El ser humano es en toda su magnitud irreducible a un modelo.

Una vez que Felguérez terminó el diseño de las cincuenta y cuatro obras, se definieron sus parámetros numéricos con el fin de comunicárselos a la computadora para ser dibujados. A continuación se presentan las cincuenta y cuatro obras terminadas por Felguérez. Corresponden a las del grupo A seguidas por las del B. El lector puede comparar, una por una, las obras en su estado inicial en la fase 2 y en su estado final en la fase 3:

### *Fase 4*

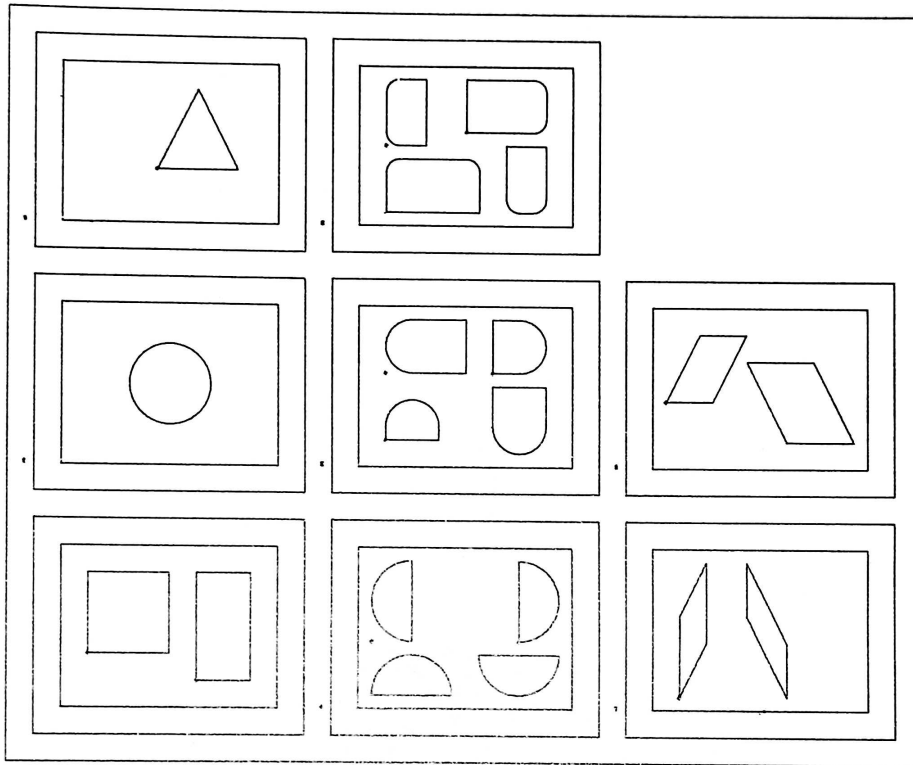
El proceso de humanización que tuvo lugar en la fase 3 introduce nueva información sobre Felguérez, la cual puede capturarse con el fin de mejorar el *modelo estético Felguérez*. En cuantas más obras se basa la creación del modelo, más cercanas a la sensibilidad de Felguérez serán las obras producidas. Para probar esta aseveración se realizó la fase 4.

Se unieron las cincuenta y cuatro obras estudiadas por Felguérez en la fase 3 y las cincuenta obras originales de la fase 1 y se repitió el procedimiento de la fase 2, basado en ciento cuatro obras.

Similarmente a la fase 2 se determinaron dos grupos de ciento ocho obras que llamaremos grupo C y D, especificando semillas diferentes para el proceso de generación de números aleatorios. Felguérez estudió las doscientas dieciséis obras producidas y seleccionó setenta y dos de ellas, treinta y dos del grupo C y treinta y seis del grupo D para su posterior trabajo. Las obras seleccionadas de ambos grupos se dibujaron.

# XIV

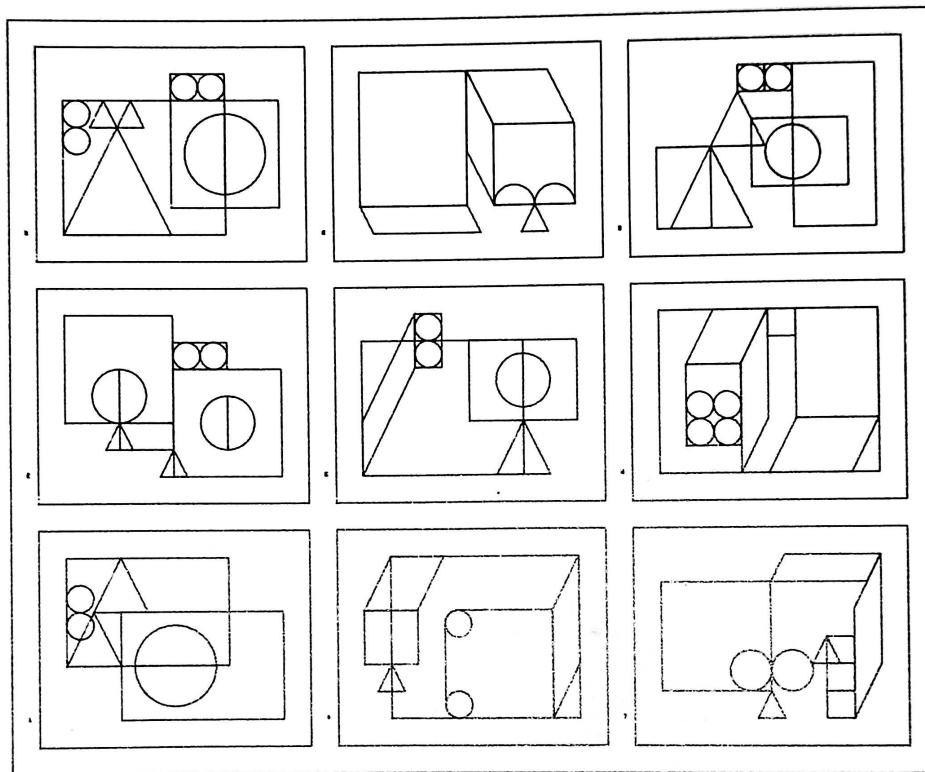
Diseño



SYSTEM REPRESENTATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUERIZ

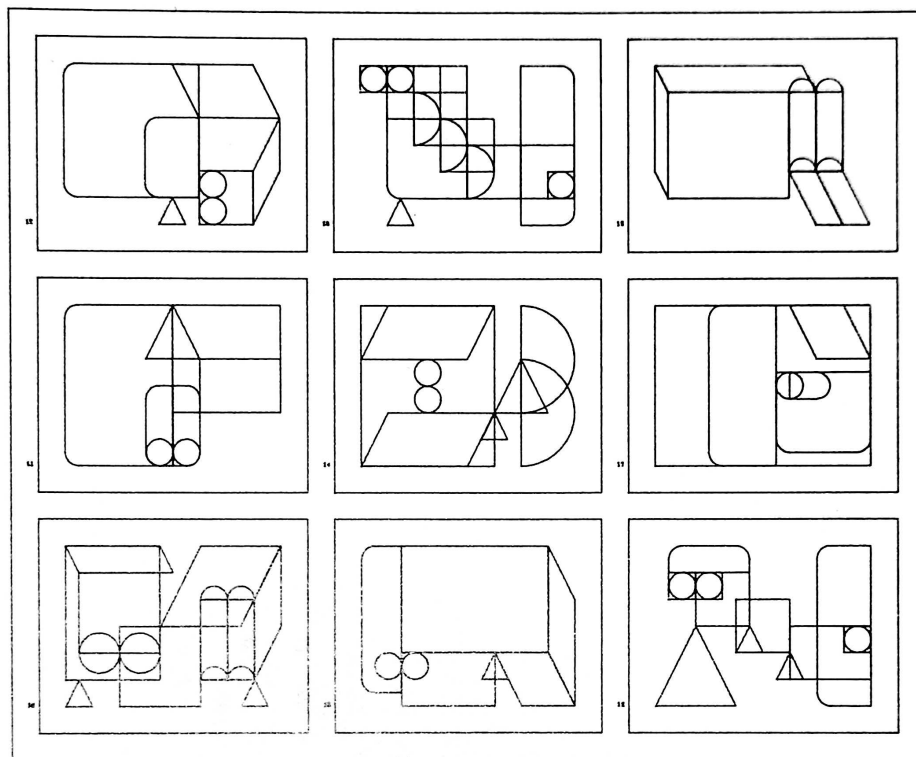
ELEMENTARY FORMS USED IN THE ESTHETIC OPTICAL ANALYSIS AND IN CREATING ALL IDEO-FORMS



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FABRIC MANUEL FELGUEZ

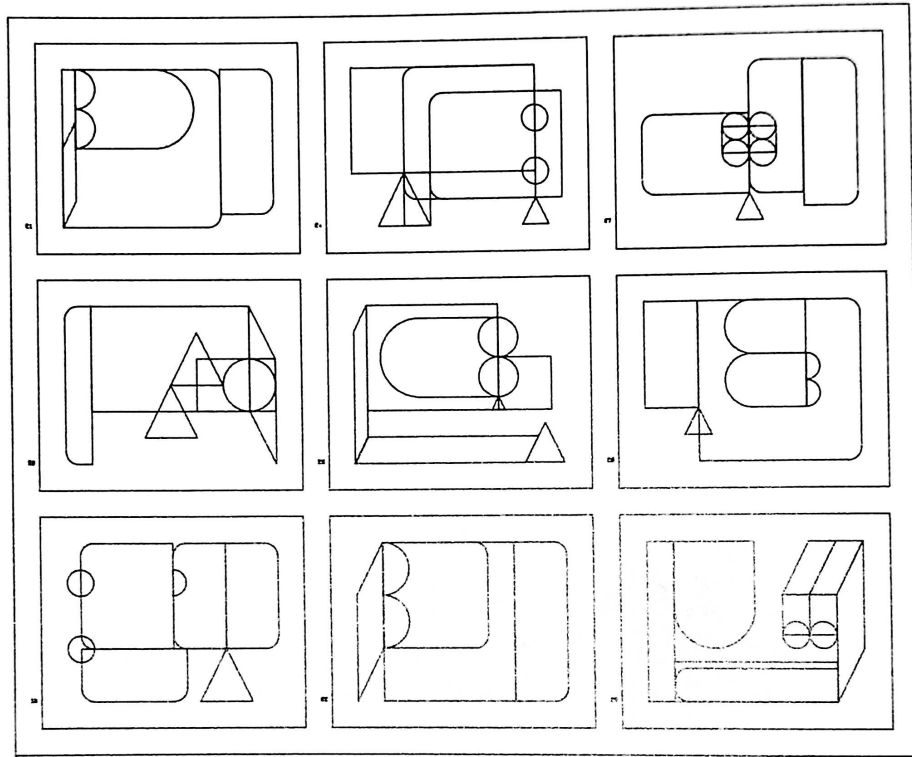
COMPLETED DRAWING BASED UPON A ESTHETIC SPATIAL ANALYSIS BY MANUEL FELGUEZ USED BY MAYER SASSON TO CREATE DESIGNS APPLYING SYSTEM IDENTIFICATION THEORY



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUEZ

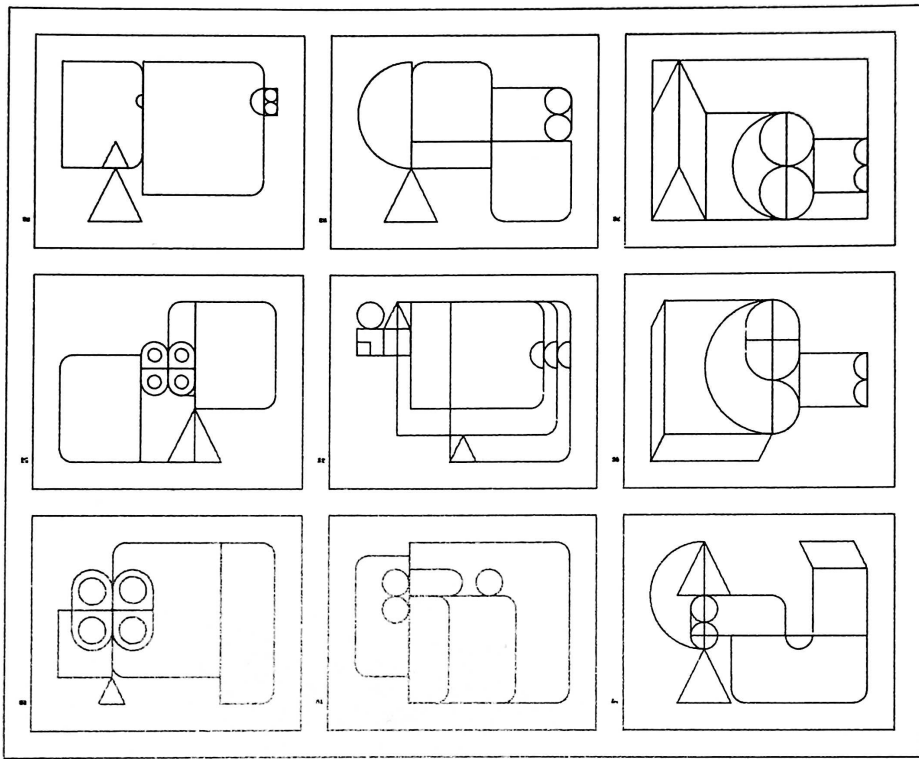
COMPUTER DRAWING BASED UPON A ESTHETIC SPATIAL ANALYSIS BY MANUEL FELGUEZ USED BY MAYER SASSON TO CREATE DESIGNS APPLYING SYSTEM IDENTIFICATION THEORY



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUERREZ

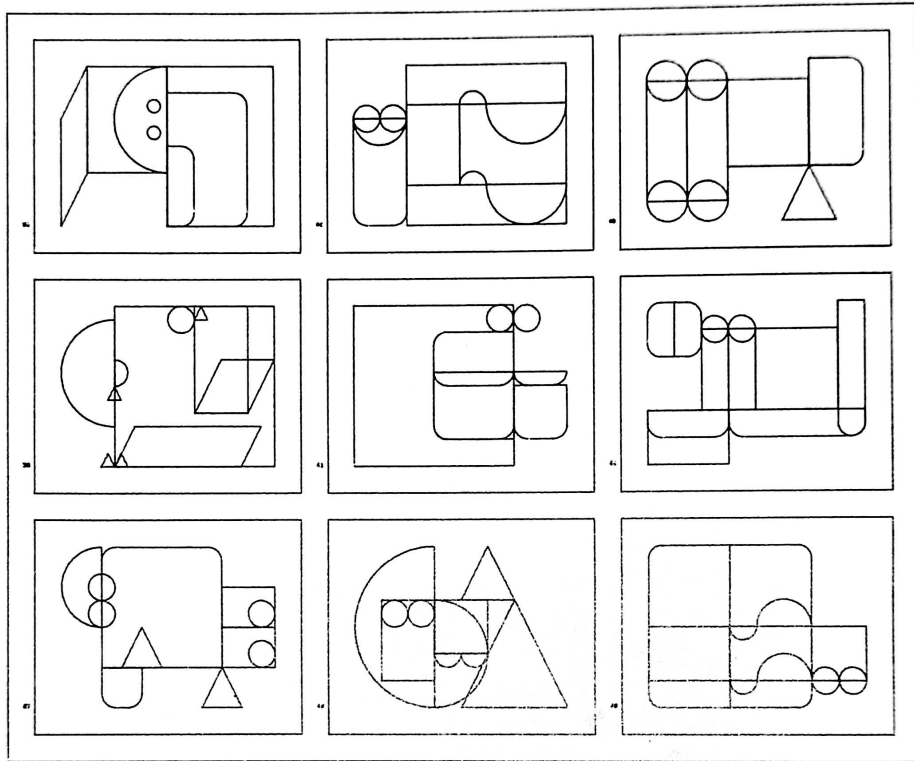
COMPUTER DRAWING BASED UPON A ESTHETIC SPATIAL ANALYSIS BY MANUEL FELGUERREZ USED BY MAYER SASSON TO CREATE DESIGNS APPLYING SYSTEM IDENTIFICATION THEORY



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORM MANUEL FELGUEREZ

COMPUTER DRAWING BASED UPON A ESTHETIC SPATIAL ANALYSIS BY MANUEL FELGUEREZ USED BY MAYER SASSON TO CREATE DESIGNS APPLYING SYSTEM IDENTIFICATION THEORY

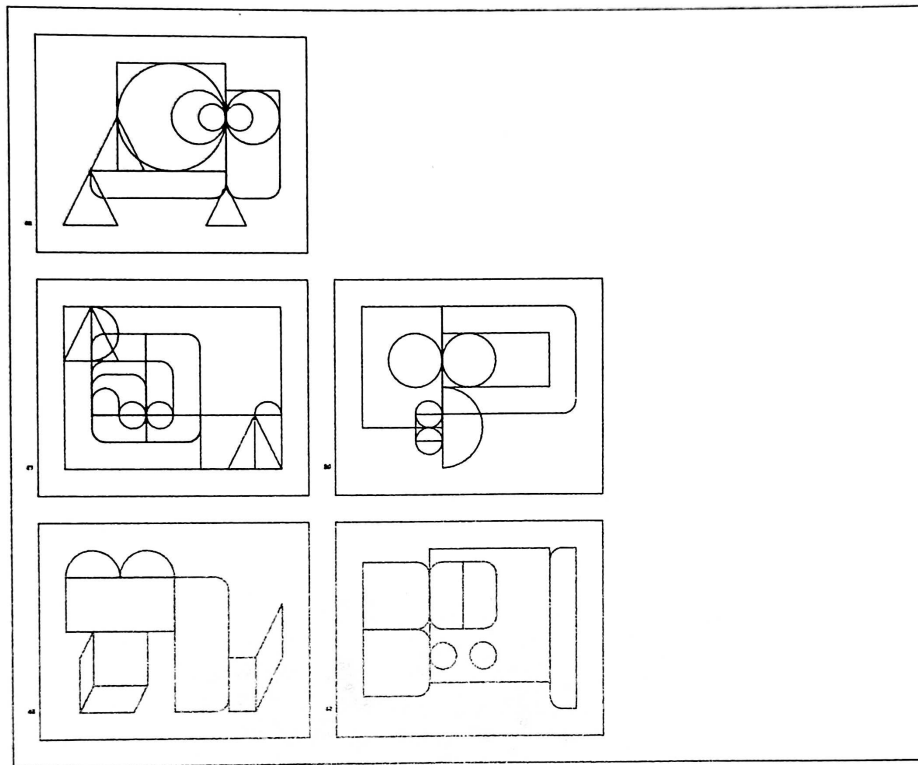


SYSTEM IDENTIFICATION: MAYER GROSS

ORIGINAL FORM: MANUEL FELGUEZ

COMPUTED DRAWING BASED UPON A ESTHETIC SPATIAL ANALYSIS BY MANUEL FELGUEZ USED BY MAYER GROSS TO CREATE DESIGNS APPLYING SYSTEM IDENTIFICATION THEORY

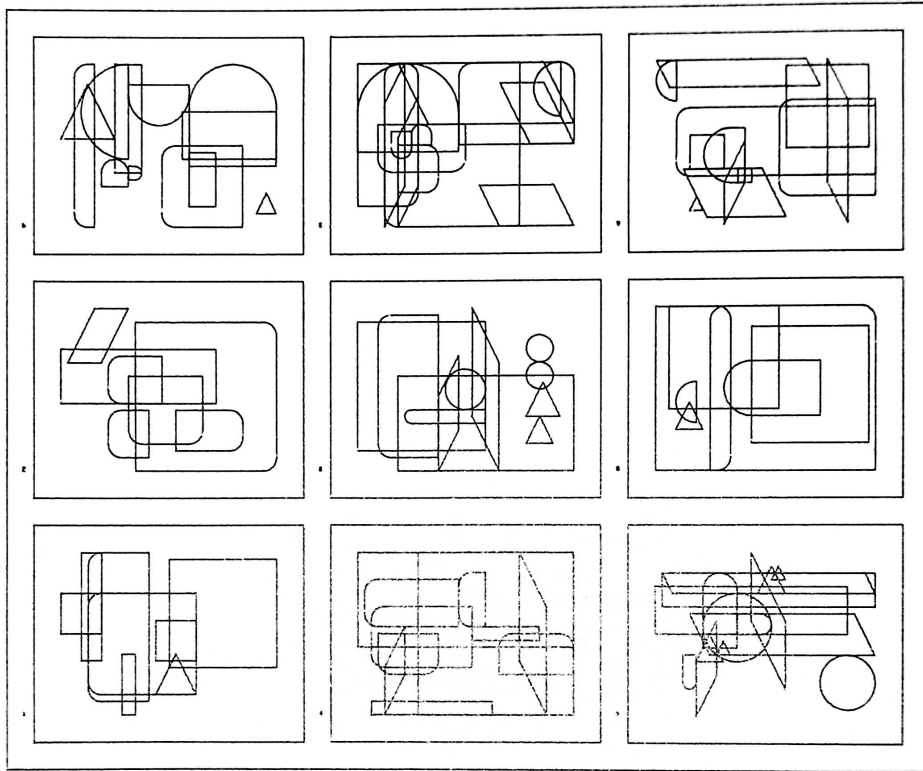




SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSOH

OPTIMAL FORMS MANUEL FELGUERAZ

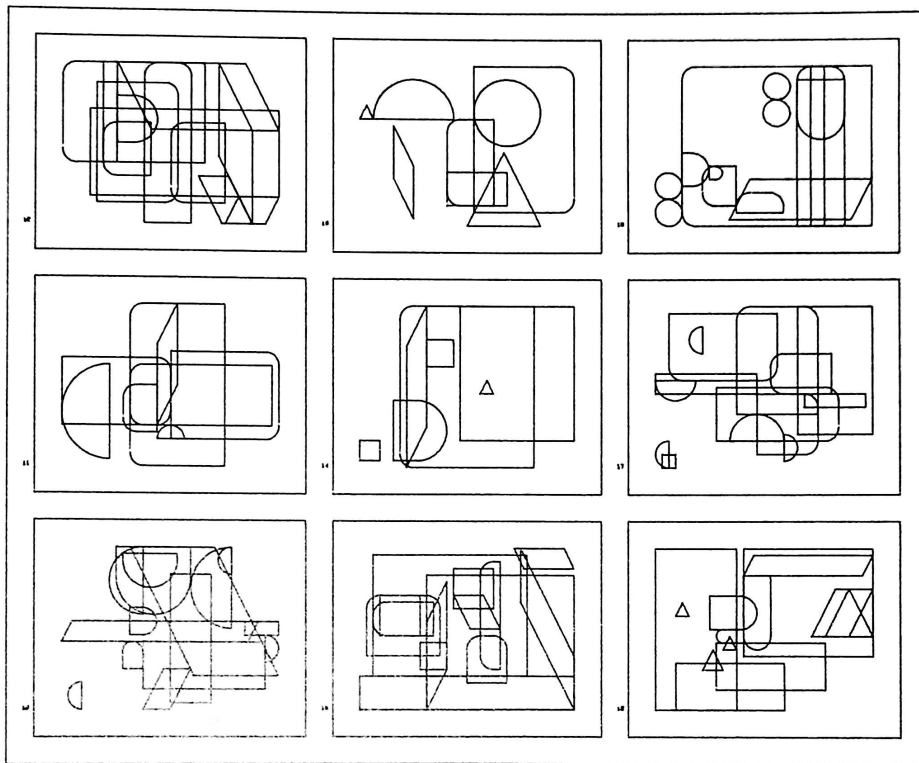
COMPUTER DRAWING BASED UPON A ESTHETIC OPTICAL ANALYSIS BY MANUEL FELGUERAZ USED BY MAYER SASSOH TO CREATE DESIGNS APPLYING SYSTEM IDENTIFICATION THEORY



SYSTEM REINTERPRETATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUEZ

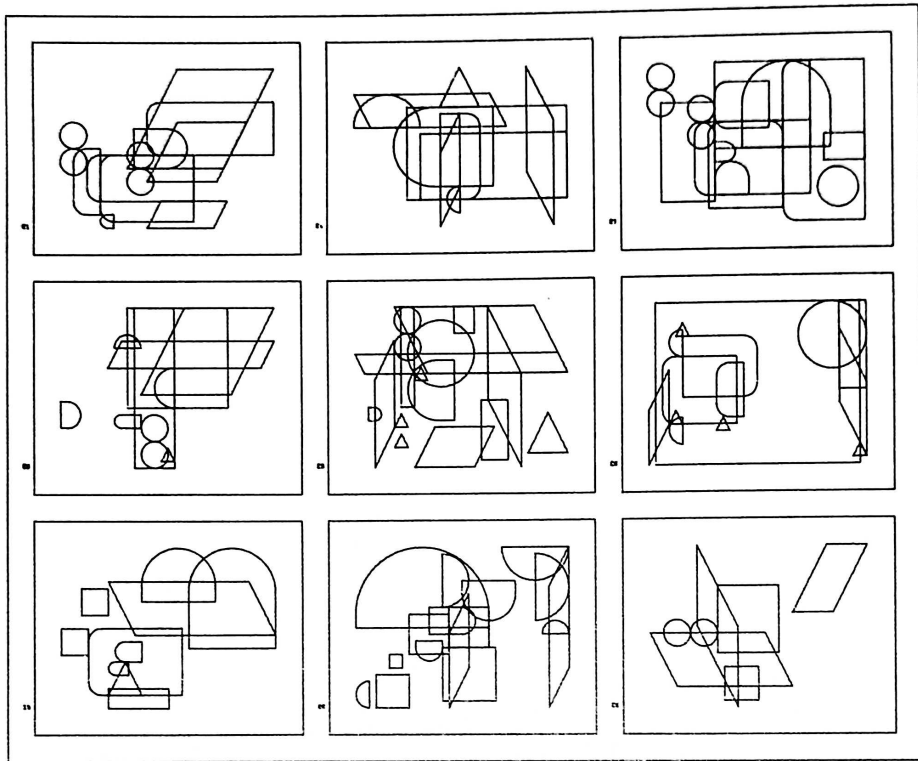
COMPLETED DRAWINGS AS OUTPUT FROM A MODEL BEGAIN UPON A FIRST GROUP OF 50 SECTIONS TO BE USED AS INPUT-FORMS



SYSTEM RECONFIGURATION MAYER SAGSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUERIZ

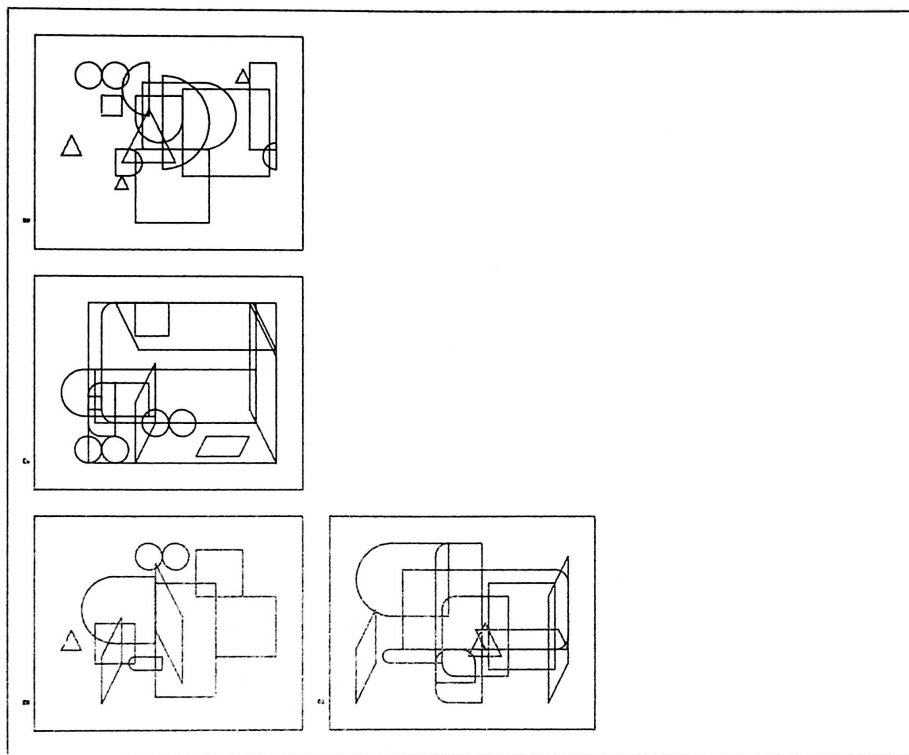
COMPUTER DRAWINGS AS OUTPUT FROM A MODEL BASED UPON A FIRST GROUP OF 50 DESIGNS TO BE USED AS IDEAS-FORMS



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORM MANUEL FELGUEZ

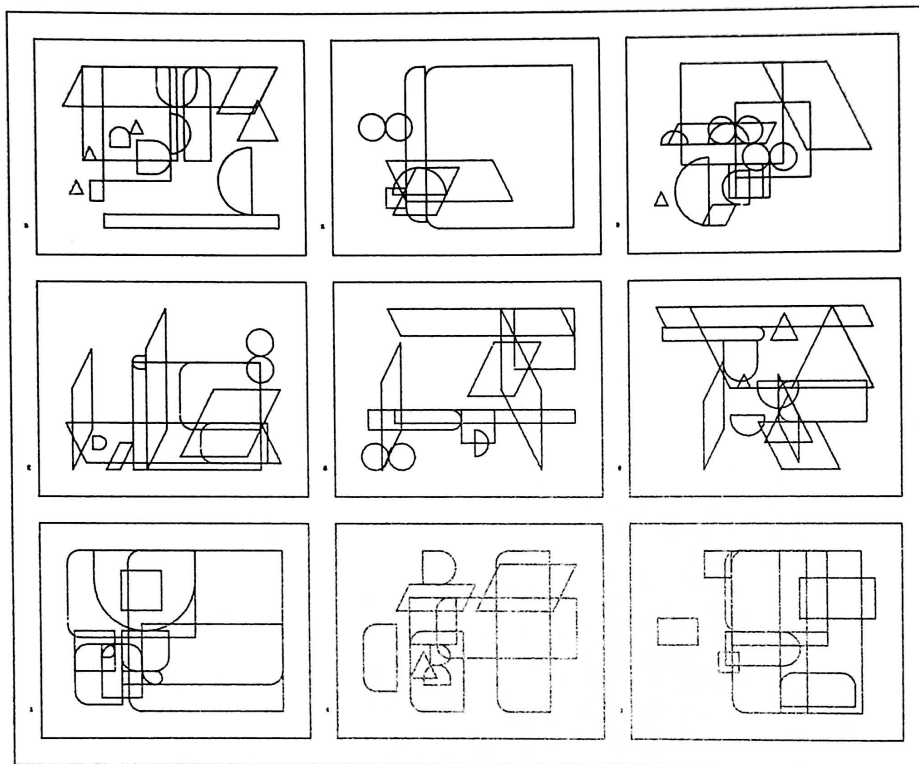
COMPUTER DRAWINGS AS OUTPUT FROM A MODEL BUILT WITH A FIRST GROUP OF 50 DECISIONS TO BE USED AS USER-FORMS



SYSTEM IDENTIFICATION: MAYER SASSON

ORIGINAL FORM: MANUEL FELGUERIZ

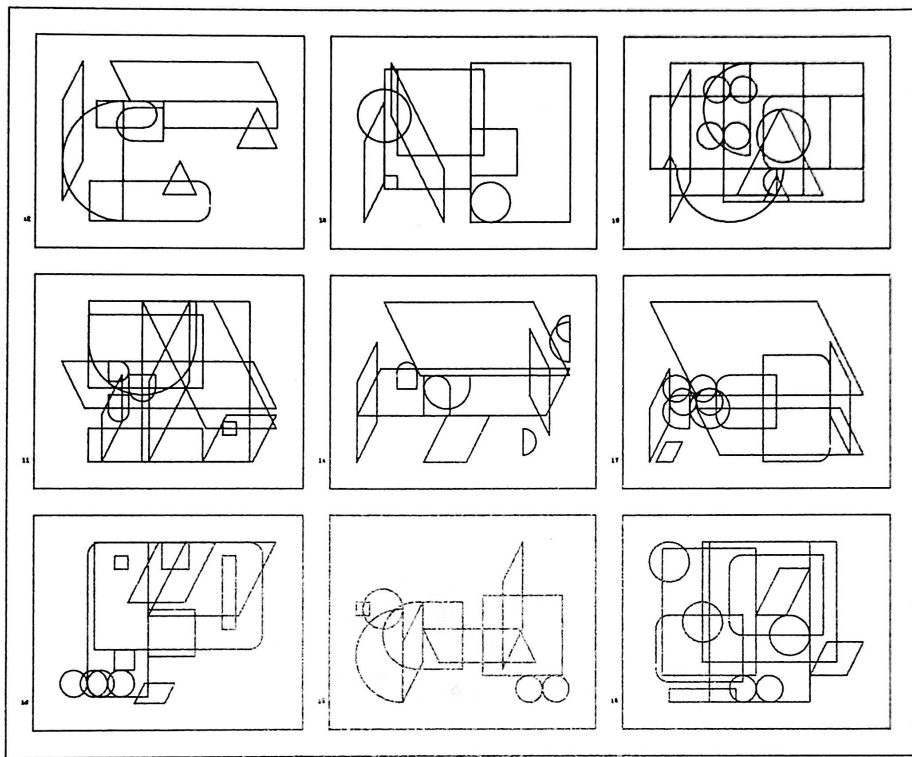
COMPUTER DRAWINGS AS OUTPUT FROM A MODEL BASED UPON A FIRST GROUP OF 50 OBJECTS TO BE USED AS IDENTIFIERS



SYSTEM IDENTIFICATION: MAYER SASSON

ORIGINAL FORM: MANUEL FELGUEREZ

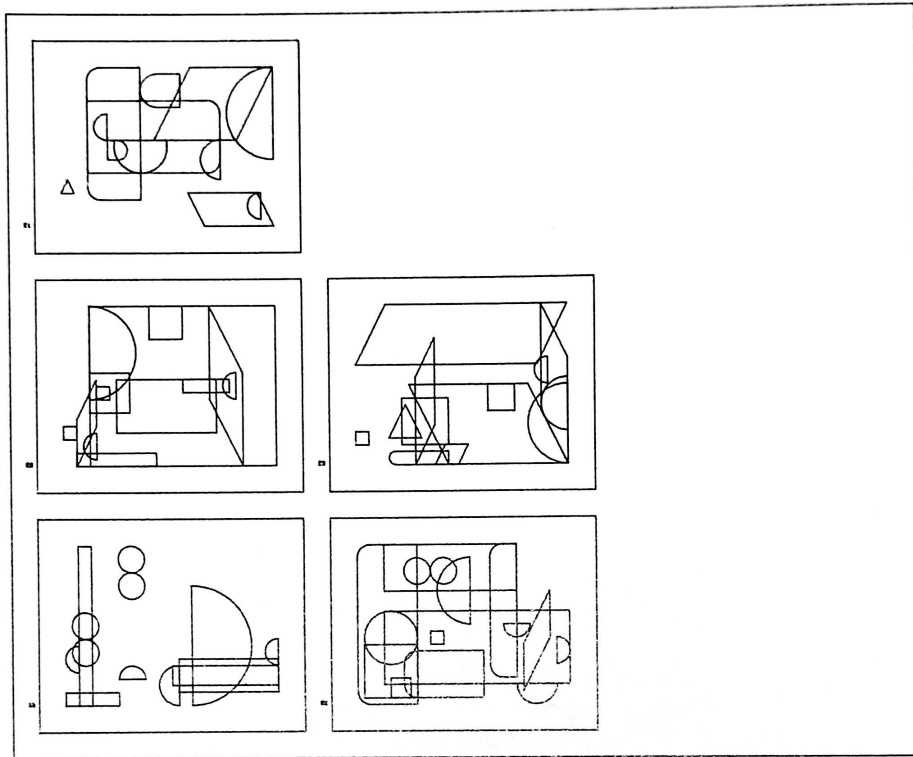
COMPUTER DRAWINGS AS OUTPUT FROM A MODEL BASED UPON A FIRST GROUP OF 50 OBJECTS TO BE USED AS IDEA-FORMS



SYSTEM MULTIPLICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORM MANUEL FELGUEREZ

COMPUTER DRAWINGS AS OUTPUT FROM A TOOL: BASED UPON A FIRST GROUP OF 50 DESIGNS TO BE USED AS TEST-FORMS

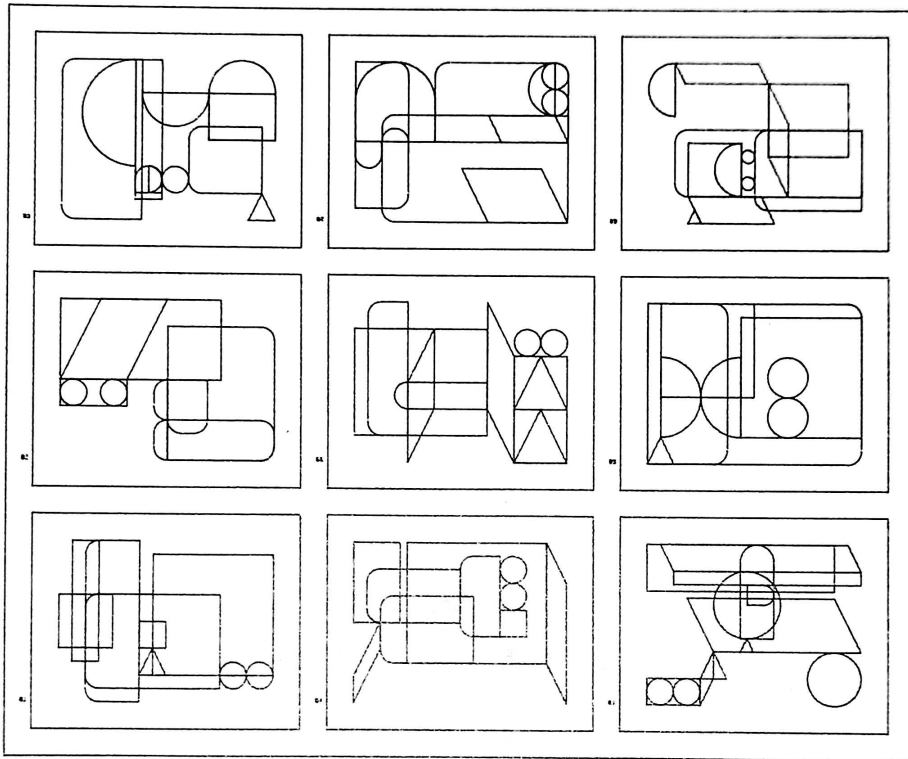


SYSTEM IDENTIFICATION: MAYER GAGSON

ORIGINAL FORM: MANUEL FELGUEREZ

COMPUTER DRAWINGS AS OUTPUT FROM A MODEL BUILT UPON A FIRST GROUP OF 50 DECISIONS TO BE USED AS TOLERANCE

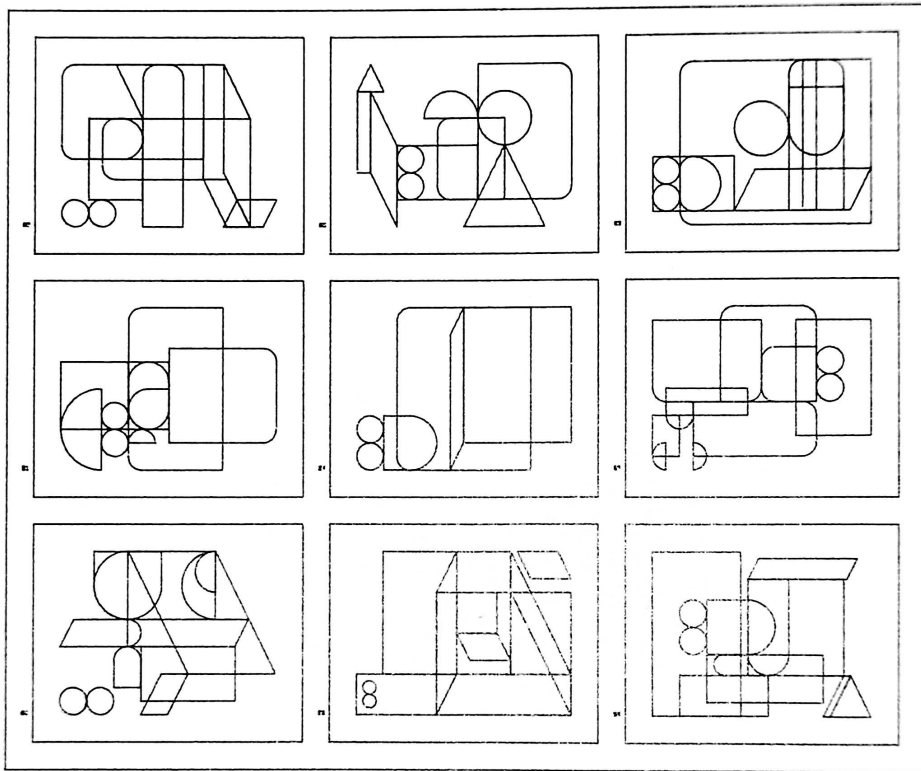




SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUERIZ

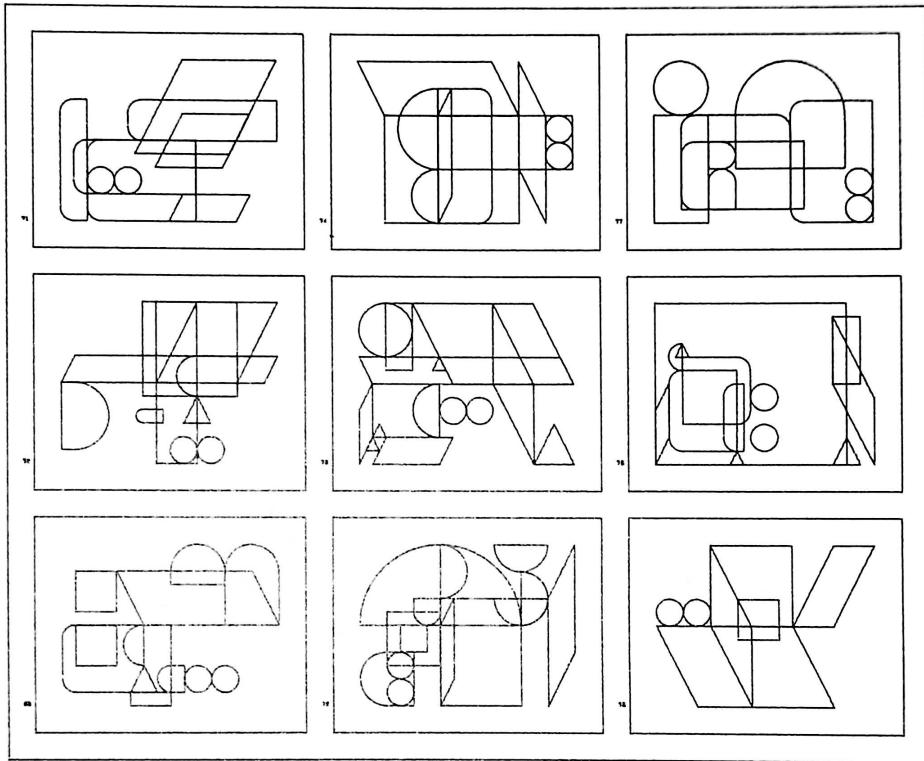
COMPUTER DRAWING COMPLETED DESIGNS BASED UPON IDEAS-FORMS OBTAINED FROM THE FIRST OUTPUT TO BE USED AS A FEEDBACK TO ENRICH THE MODEL



SKETCH IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUEREZ

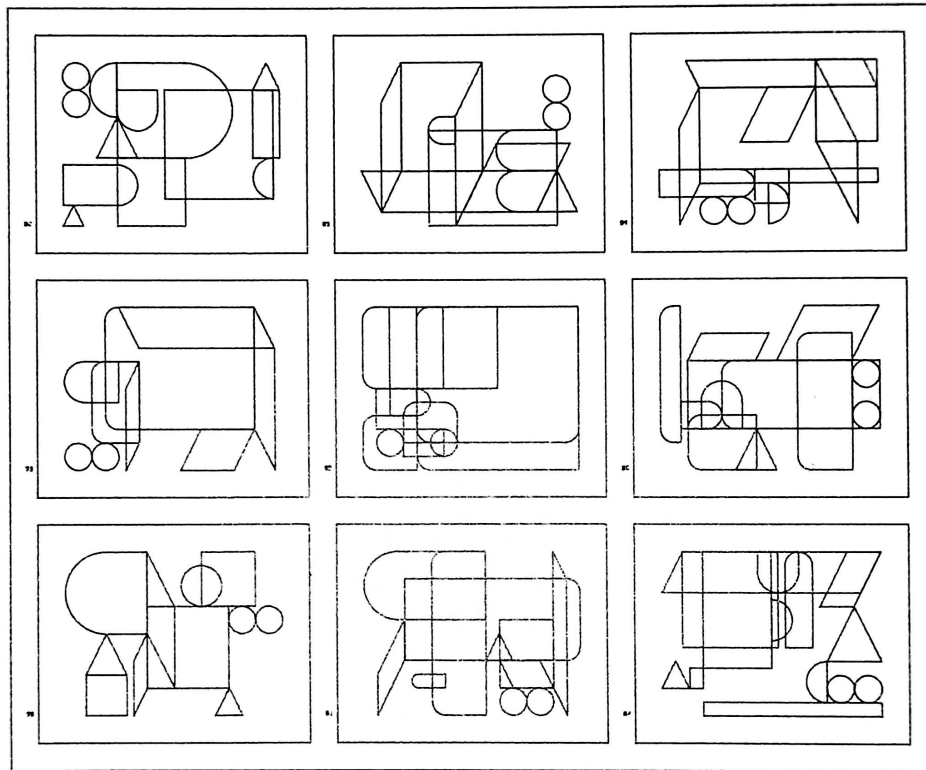
COMPUTER DRAWING COMPLETED DESIGNS BASED UPON IDEAS FORMS OBTAINED FROM THE FIRST OUTPUT TO BE USED AS A FEEDBACK TO ENRICH THE NEXT



SYSTEM IDENTIFICATION: MAYER SASSON

ORIGINAL FORM: MANUEL FELGUEREZ

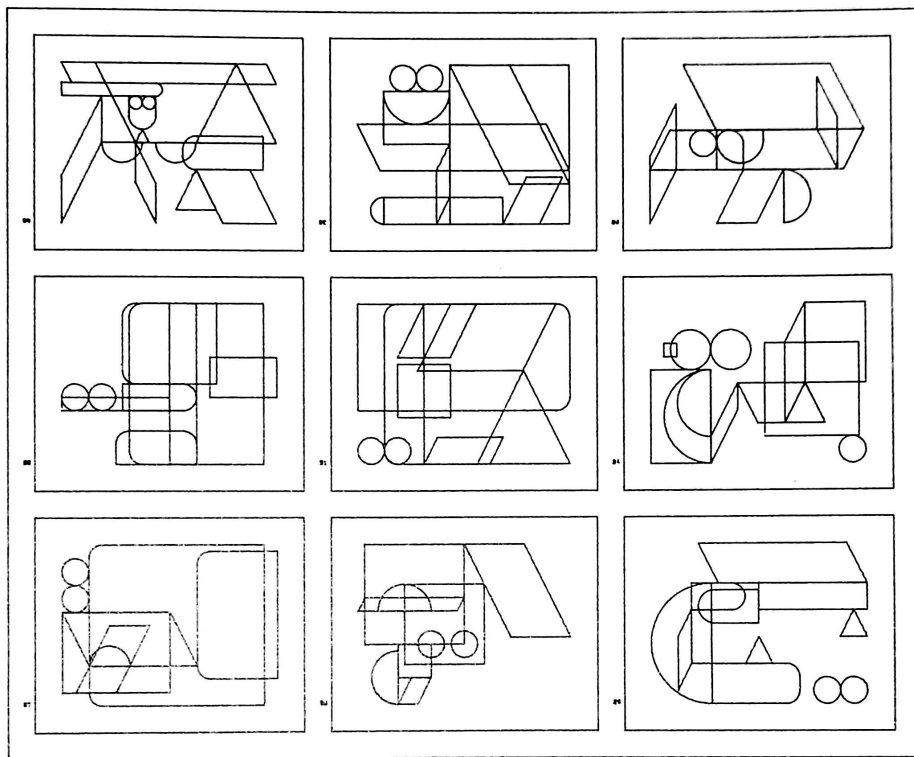
COMPUTER DRAWING: COMPLETED DESIGNS BASED UPON IDEA-FORMS OBTAINED FROM THE FIRST OUTPUT TO BE USED AS A FEEDBACK TO ENRICH THE PROCESS



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUEREZ

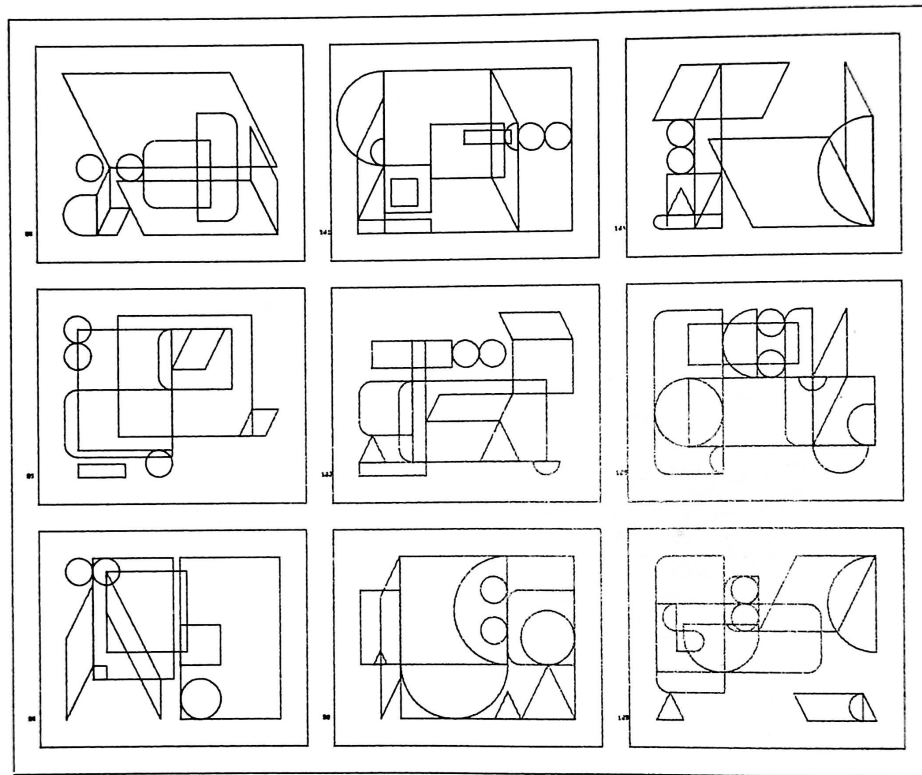
COMPUTER DRAWING COMPLETED DESIGNS BASED UPON IDEA-FORMS OBTAINED FROM THE FIRST OUTPUT TO BE USED AS A FEEDBACK TO ENRICH THE MODEL



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUEREZ

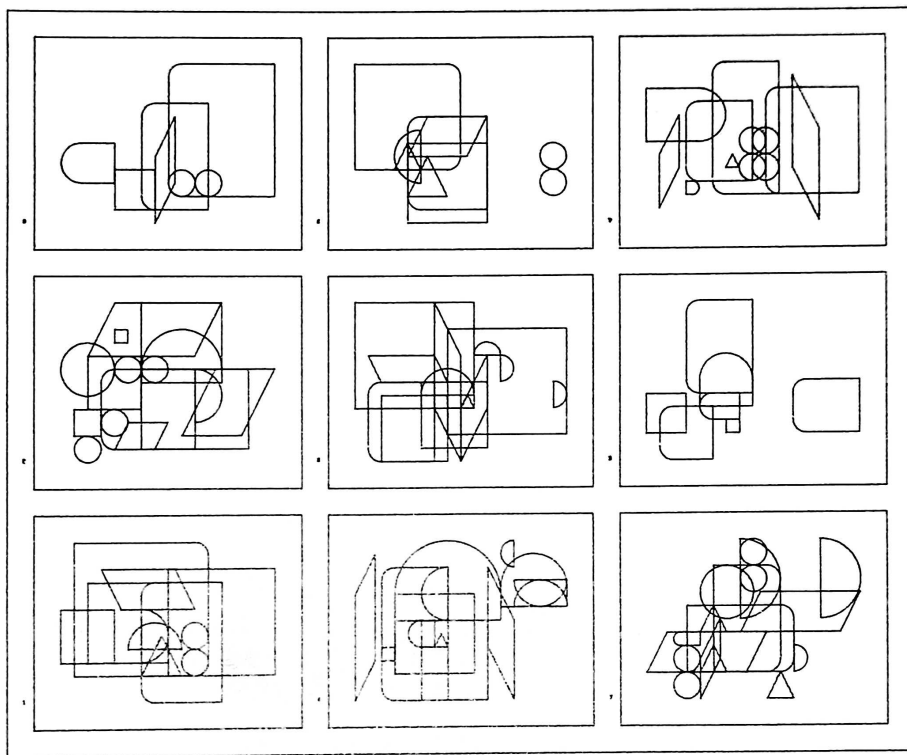
COMPUTER DRAWING COMPLETED DESIGNS BASED UPON IDEA-FORMS OBTAINED FROM THE FIRST OUTPUT TO BE USED AS A FEEDBACK TO ENRICH THE MODEL



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUEREZ

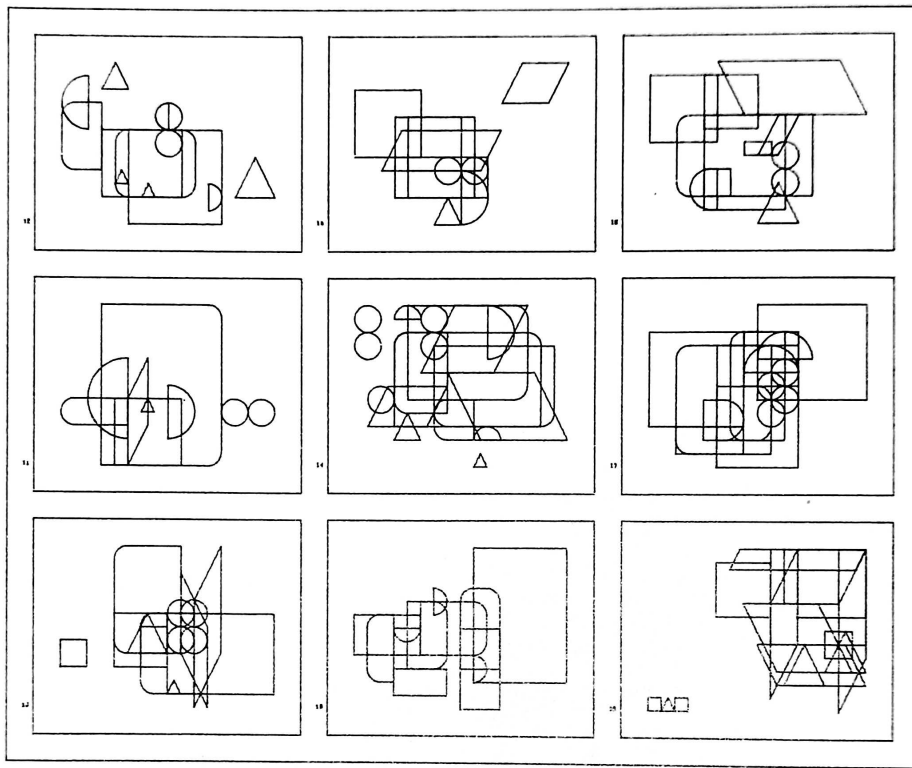
COMPUTER DRAWING COMPLETED DESIGNS BASED UPON IDEAS FORMS OBTAINED FROM THE FIRST OUTPUT TO BE USED AS A FEEDBACK TO ENRICH THE MODEL



SYSTEM IDENTIFICATION: MAYER SAGSDON

ORIGINAL FORM: MANUEL FELGUEREZ

COMPUTER DRAWINGS OBTAINED AS OUTPUT FROM AN ENRICHED MODEL BASED ON 104 DESIGNS TO BE USED AS IDEA-FORMS

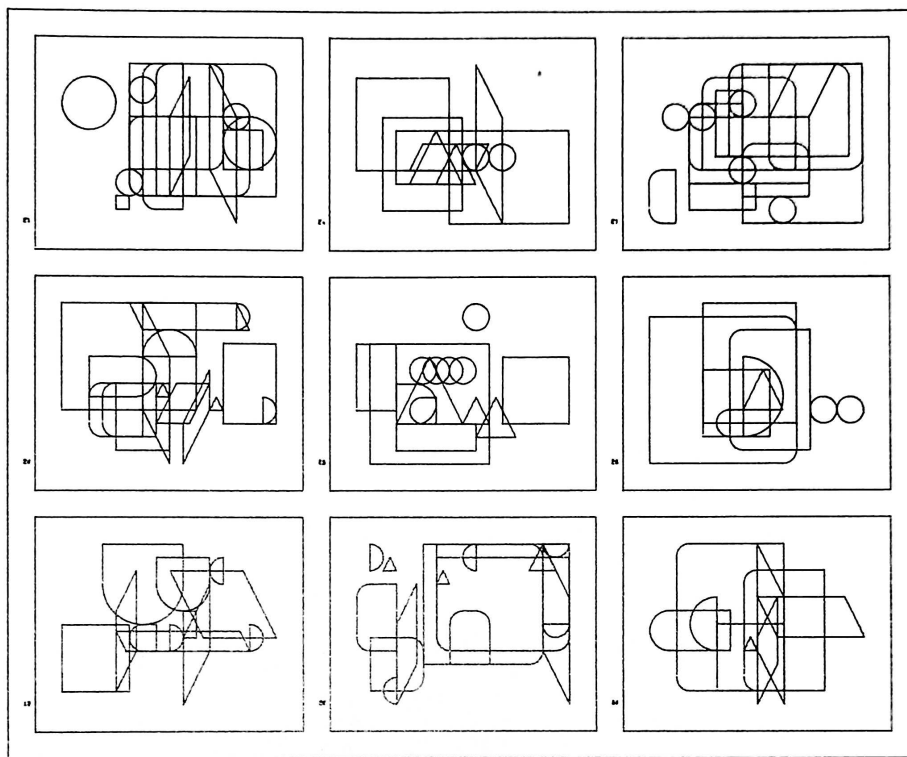


SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUEREZ

COMPUTER DRAWINGS OBTAINED AS OUTPUT FROM AN ENRICHED MODEL BASED ON 104 DESIGNS TO BE USED AS IDEA-FORMS

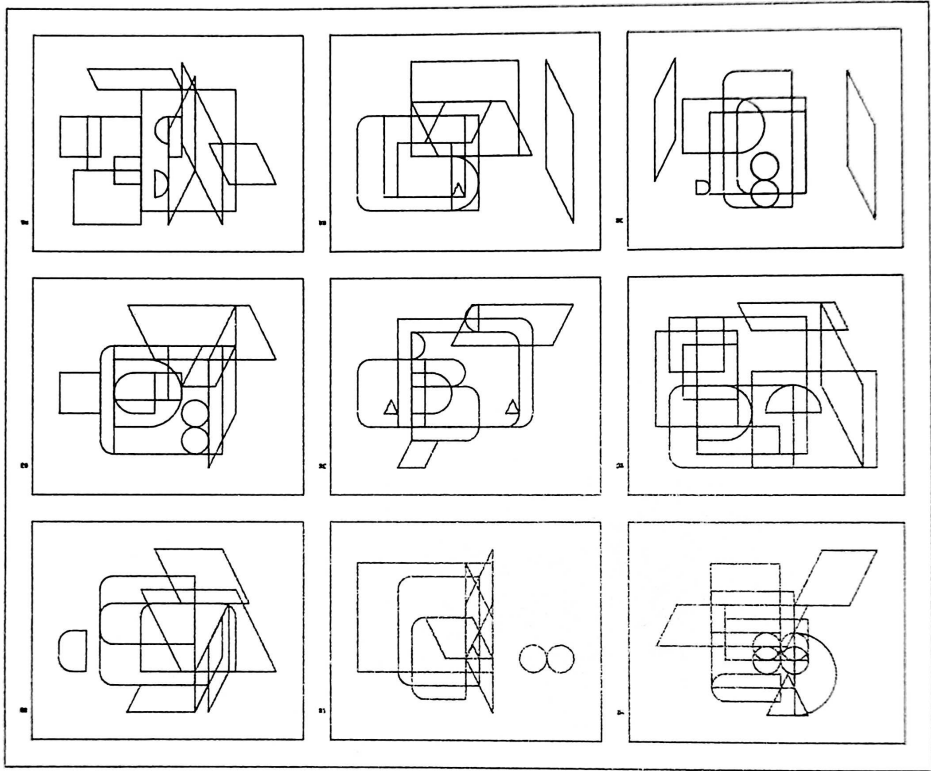




SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUEREZ

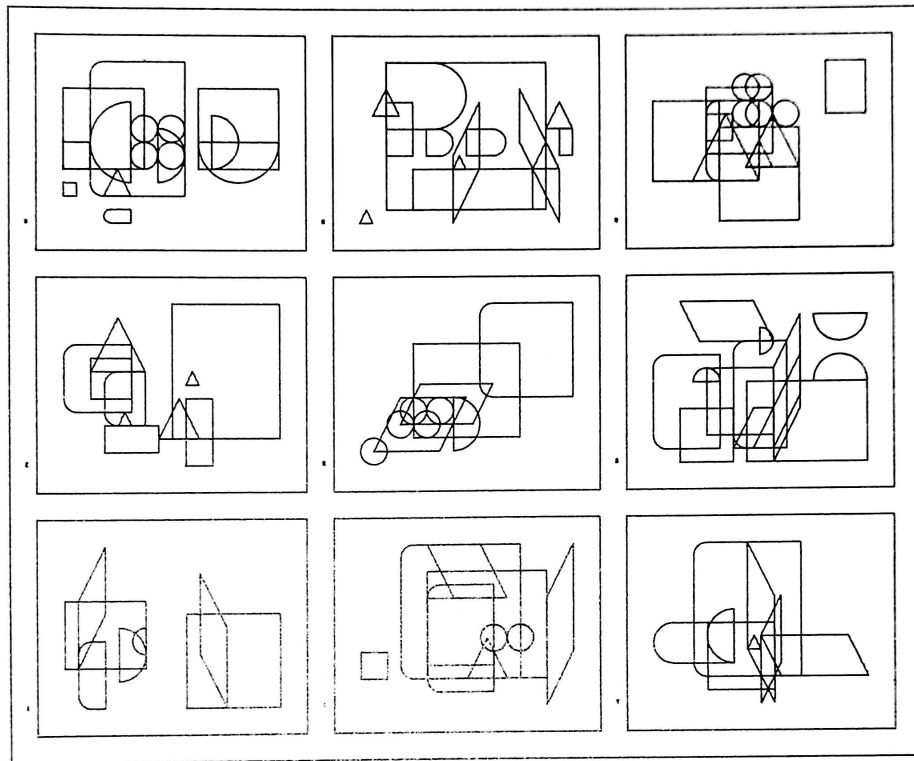
COMPUTER DRAWINGS OBTAINED AS OUTPUT FROM AN ENRICHED MODEL BASED ON 104 DESIGNS TO BE USED AS IDEA-FORMS



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORM MANUEL FELGUEREZ

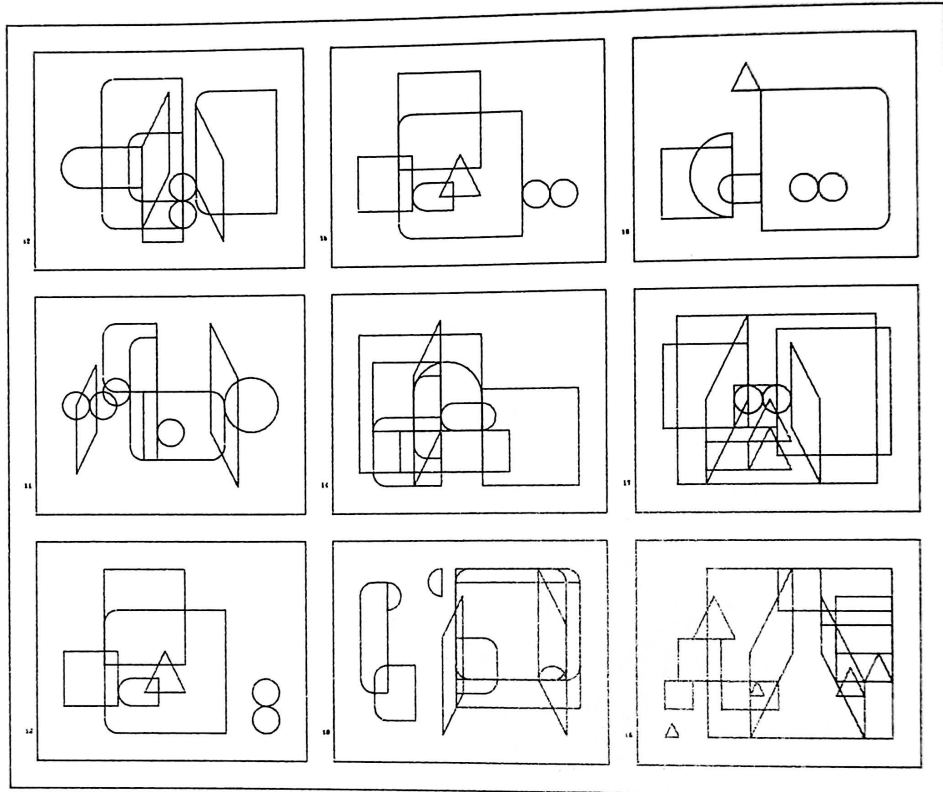
COMPUTER DRAWINGS OBTAINED AS OUTPUT FROM AN ENRICHED MODEL BASED ON 104 DESIGNS TO BE USED AS TOOLS-FORMS



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUEZ

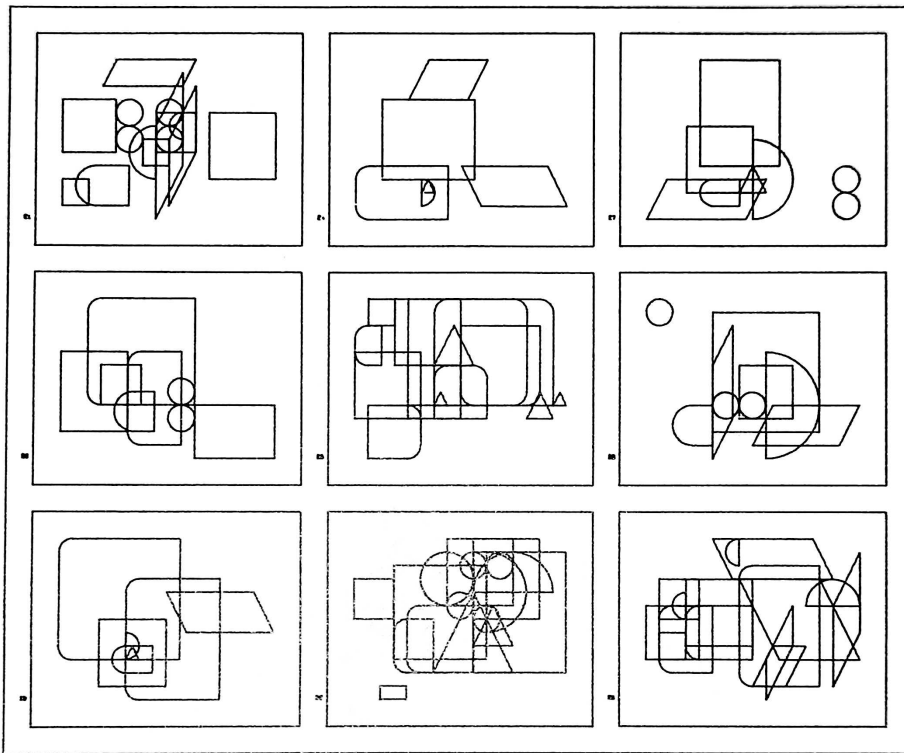
COMPUTER DRAWINGS OBTAINED AS OUTPUT FROM AN ENRICHED MODEL BASED ON 104 DESIGNS TO BE USED AS IDEAS-FORMS



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMS MANUEL FELGUEREZ

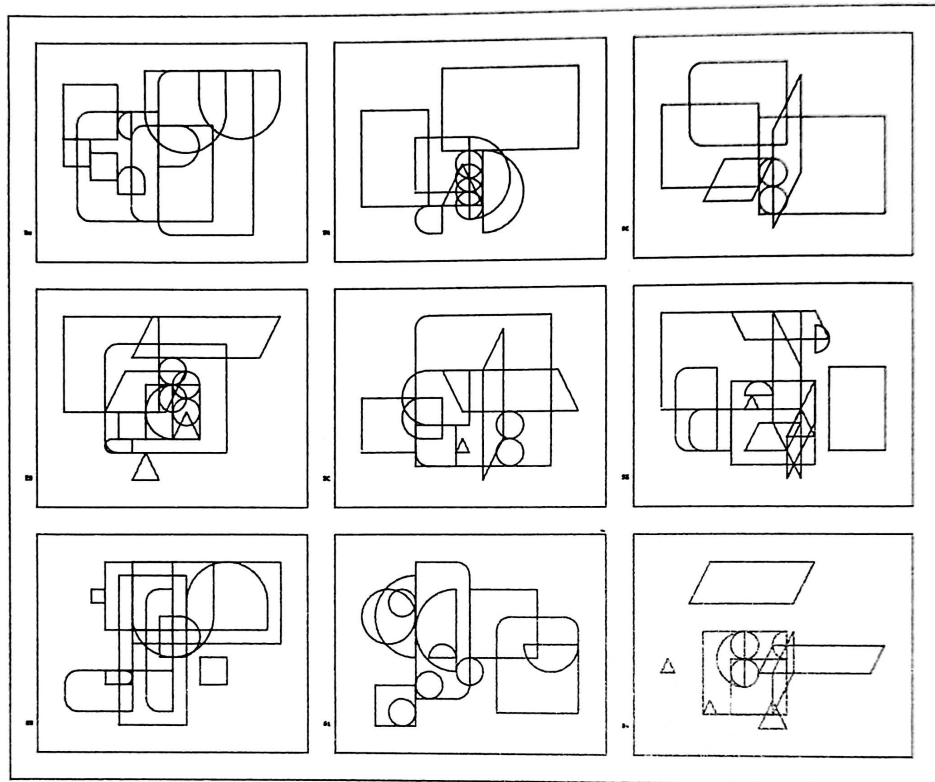
COMPUTER DRAWINGS OBTAINED AS OUTPUT FROM AN ENRICHED MODEL BASED ON 104 DESIGNS TO BE USED AS IDEA-FORMS



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSUN

ORIGINAL FORM MANUEL FELGUEZ

COMPUTER DRAWINGS OBTAINED AS OUTPUT FROM AN ENRICHED MODEL BASED ON 104 DESIGNS TO BE USED AS IDEAS-FORMS



SYSTEM IDENTIFICATION MAYER SASSON

ORIGINAL FORMING MANUEL FELQUEREZ

COMPUTER DRAWINGS OBTAINED AS OUTPUT FROM AN ENRICHED MODEL BASED ON 104 DESIGNS TO BE USED AS IDEA-FORMS