

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 657**

51 Int. Cl.:

**G06F 3/038** (2013.01)

**G06F 3/044** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2008 PCT/EP2008/003433**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2008 WO08131954**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2008 E 08758350 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2147364**

54 Título: **Dispositivo sensor así como procedimiento para generar señales indicativas en cuanto a la posición o la modificación de posición de extremidades**

30 Prioridad:

**26.04.2007 DE 102007020873**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**20.07.2017**

73 Titular/es:

**MICROCHIP TECHNOLOGY GERMANY GMBH  
(100.0%)  
ARGELSRIEDER FELD 5  
82234 WESSLING, DE**

72 Inventor/es:

**IVANOV, ARTEM**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 625 657 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo sensor así como procedimiento para generar señales indicativas en cuanto a la posición o la modificación de posición de extremidades

### Campo de la invención

5 La invención se refiere a un dispositivo sensor según el preámbulo de la reivindicación 1. Un dispositivo sensor de este tipo se conoce por el documento WO 97/41458 A. Además la invención también se refiere a un procedimiento para generar señales electrónicas que, como tales, proporcionan información sobre una posición espacial, y/o el movimiento de extremidades, en particular de la mano de un usuario con respecto al dispositivo sensor. A estas señales electrónicas puede recurrirse entonces para el procesamiento de operaciones de entrada en aparatos de procesamiento de datos, de comunicación y otros aparatos electrónicos.

### Objetivo de la invención

La invención se basa en el objetivo de crear soluciones mediante las cuales puedan generarse, de manera especialmente ventajosa señales indicativas en cuanto a la posición y/o al movimiento de extremidades.

### Solución de la invención

15 Este objetivo se consigue según la invención mediante un dispositivo sensor con las características indicadas en la reivindicación 1 o mediante un procedimiento con las características indicadas en la reivindicación 12.

Configuraciones ventajosas de la misma son objeto de las reivindicaciones dependientes. Preferiblemente está previsto un sistema detector síncrono que como tal suministra señales indicativas en cuanto a la sincronización de la señal de salida en el sistema transformador de impedancia respectivo, en particular con respecto al nivel de tensión y/o la fase frente a la tensión de excitador. Mediante las diferencias entre los eventos eléctricos aplicados en las salidas del detector síncrono respectivo pueden obtenerse informaciones indicativas de ubicación y movimiento.

Según una forma de realización especialmente preferida de la invención los electrodos de recepción están dispuestos simétricamente alrededor del dispositivo de electrodo emisor. El electrodo emisor se suministra preferiblemente por un generador (microcontrolador) con tensión alterna con el fin de formar alrededor del mismo un campo eléctrico, preferiblemente eléctrico casi estático. Los electrodos de recepción están dispuestos preferiblemente simétricamente alrededor del electrodo emisor.

La tensión eléctrica aplicada en los electrodos de recepción contiene información sobre la distribución del campo del electrodo emisor.

30 Los electrodos de recepción están conectados en las entradas de alta impedancia de los transformadores de impedancia para no perturbar el campo eléctrico del electrodo emisor. De las señales respectivas según el transformador de impedancia se forma un promedio. Este promedio puede amplificarse. De las señales amplificadas puede obtenerse la amplitud con ayuda de un detector síncrono y adicionalmente digitalizarse por un ADC y entregarse para el análisis a un microcontrolador. En lugar del detector síncrono puede emplearse también un rectificador de diodos o detector de picos.

35 El dispositivo sensor de acuerdo con la invención puede servir en particular para el registro de gestos, movimientos o posiciones de la mano. Preferiblemente, al menos la parte principal del sistema electrónico de sensores, incluidos los electrodos de medición, está construida en una forma compacta similar a un chip. Por ello se posibilita una aplicación especialmente ventajosa del sistema electrónico de sensores.

### Breve descripción de los dibujos

40 Detalles y características adicionales de la invención resultan de la siguiente descripción en relación con el dibujo. Muestra:

- la figura 1 un diagrama de bloques para ilustrar la estructura básica de un dispositivo sensor de acuerdo con la invención;
- la figura 2 un diagrama de circuito para ilustrar la estructura del circuito de entrada;
- 45 la figura 3 una representación de esquema para ilustrar una estructura a modo de ejemplo de los dispositivos de electrodo emisor y de electrodos de recepción;
- la figura 4 un esquema de conexiones para ilustrar un circuito de salida de acuerdo con la invención;
- la figura 5 un sistema de coordenadas para explicar el principio de análisis de acuerdo con la invención con vista al plano XY;
- 50 la figura 6 una vista espacial del sistema de coordenadas para la explicación adicional del principio de análisis de acuerdo con la invención;
- la figura 7 una representación en perspectiva para ilustrar un vector normal calculado según la invención;
- la figura 8 un sistema de cuadrículas con un punto de cursor colocado en el mismo basándose en gestos sobre la base del concepto de acuerdo con la invención;

- 5 **la figura 9** un primer diagrama para ilustrar la asociación espacial de valores de medición  
**la figura 10** un segundo diagrama para ilustrar la asociación espacial de valores de medición;  
**la figura 11** un tercer diagrama para ilustrar la asociación espacial de valores de medición;  
**la figura 12** un cuarto diagrama para ilustrar la asociación espacial de valores de medición;  
**la figura 13** un diagrama para ilustrar el curso de líneas equipotenciales.

**Descripción detallada de las figuras**

- En la figura 1 está representada en forma de un diagrama de bloques una estructura de circuitos preferida de un dispositivo sensor de acuerdo con la invención.
- 10 El dispositivo sensor de acuerdo con la invención comprende preferiblemente tres electrodos de medición K1, K2, K3. A este respecto se produce un campo más homogéneo frente a conceptos de dos electrodos.
- Para la linealización de la respuesta en función de la distancia se realiza preferiblemente una logaritmicación (por ejemplo, mediante diodos). Preferiblemente las señales analógicas se registran sincrónicamente, por ejemplo, con ayuda un ADC rápido de microcontrolador MSP430 (F2012). En el módulo de acuerdo con la invención puede estar enlazada de manera ventajosa una conexión directa a un módulo USB Ident para la conexión a un PC.
- 15 En el circuito según la figura 1 el electrodo emisor G se suministra por un generador (microcontrolador) con tensión alterna y forma alrededor del mismo un campo eléctrico. Los electrodos de recepción K1, K2, K3 están dispuestos simétricamente alrededor del electrodo emisor G, la tensión eléctrica en ellos contiene información sobre la distribución del campo del electrodo emisor G. Las tensiones (ac) en los electrodos de recepción K1, K2 y K3 se aplican en los canales 1, 2 y 3 de los transformadores de impedancia I1, I2, I3. Para no perturbar el campo eléctrico
- 20 los electrodos de recepción K1, K2, K3 están conectados a las entradas de alta impedancia de los transformadores de impedancia I1, I2, I3.
- De las señales según el transformador de impedancia se forma un promedio. Para cada canal se amplifica además la diferencia de su señal y del promedio:  $\Delta K1$ ,  $\Delta K2$  y  $\Delta K3$ . El promedio también se amplifica.
- 25 De las señales amplificadas se obtiene la amplitud con ayuda de un detector síncrono y adicionalmente se digitalizan por un ADC y se entregan para el análisis a un microcontrolador. En lugar del detector síncrono puede emplearse por ejemplo un rectificador de diodos, un detector de picos etc., o alternativamente por el ADC puede digitalizarse directamente la tensión alterna.
- El microcontrolador facilita resultados analizados o parcialmente analizados para el procesamiento posterior, en particular extracción de informaciones X, Y y dado el caso Z.
- 30 En la figura 2 se ilustra una configuración preferida de un circuito de entrada de acuerdo con la invención. El circuito de entrada mostrado en la figura 2 forma tres canales. Cada canal tiene un electrodo de recepción (denominados EL1 a EL3) y está construido con un MOSFET. El circuito está concebido como un amplificador diferencial aunque con más de dos (en este caso con tres) canales. Los tres transistores Q1, Q2 y Q3 están relacionados con una fuente de corriente (realizada con T1). Las señales se toman en drenajes de los transistores: cada canal tiene una salida propia O\_S1 a O\_S3. Adicionalmente hay una salida más (O\_S0). Esta muestra la suma de las tres señales de entrada y viene del seguidor emisor T2.
- 35 Los MOSFET tienen resistencias en sus fuentes con el fin de compensar las diferentes líneas características de los transistores.
- En la figura 3 se representa la disposición geométrica de los electrodos K1, K2, K3. En esta imagen se ve que en el centro está situada la superficie grande (GND1) que protege todo el circuito con los componentes enteros respecto al campo eléctrico exterior. Los electrodos están situados simétricamente entre sí con un ángulo de 120° y forman por tanto un triángulo.
- 40 La señal GND1 no es constante respecto a tierra: oscila por ejemplo con una frecuencia de portadora de aproximadamente 100 kHz. La amplitud en GND1 es aproximadamente de 5 Volt pico a pico. Esta oscilación se genera en la segunda parte del circuito.
- 45 El campo que se genera mediante la señal GND1 es perturbado por las personas y concretamente de modo que la mano humana o la pierna humana representa un cortocircuito a tierra. El campo disminuye rápidamente en la dirección en la que está la mano. Esto se refleja en señales eléctricas en los electrodos K1, K2, K3 y en las salidas del circuito.
- 50 La idea de construir el circuito como un amplificador diferencial lleva a que en un estado no sometido a perturbaciones en el que el campo no está influido por la señal GND1 cada electrodo tiene, por razones de simetría, un mismo potencial y una misma amplitud de campo alterno. Esta amplitud de campo alterno asciende aproximadamente 1 a 2 Volt y varía poco con respecto a este nivel cuando una mano se acerca al circuito. Al debilitarse intensamente el circuito de entrada diferencial de esta señal de entrada equifásica en las salidas se

representan solamente las diferencias entre las señales de electrodos.

Estas diferencias se entienden como pequeñas señales que pueden amplificarse adicionalmente.

5 En la figura 4 se representa un circuito de acuerdo con la invención con el que puede realizarse una compresión logarítmica. En este circuito se amplifican adicionalmente las señales de salida de los electrodos, se digitalizan con ayuda de un conversor analógico/digital en el controlador y se transmiten desde el controlador mediante la interfaz UART Interface al PC El controlador asume al mismo tiempo la generación de la frecuencia de portadora y la detección síncrona de las señales individuales.

10 Las señales de salida del circuito de entrada (O\_S0 a O\_S3) llegan a las conexiones de entrada I\_S0 a I\_S3. La amplificación del canal S0 (señal de suma) se realiza linealmente con un coeficiente de aproximadamente 7 (T7-2, T9-1, T9-2). Las señales de electrodo S1 a S3 se amplifican con una curva característica logarítmica. Las diferencias en la realización de la técnica de circuitos de los amplificadores consisten solamente en el retroacoplamiento, resistivo o con diodos – los mismos amplificadores de entrada están realizados preferiblemente iguales.

15 El amplificador de entrada consta de 3 transistores, su amplificación asciende aproximadamente a 40dB. Mediante esta amplificación relativamente alta se consiguió que las propiedades de todos los canales y de los circuitos de hexágono permanezcan muy iguales entre sí a pesar de la dispersión de transistor.

20 El modo de funcionamiento del amplificador se explica con referencia al canal S3 a modo de ejemplo. Los transistores T1-1 y T2-2 están conectados como seguidor emisor y sirven para la adaptación de la resistencia de entrada o de salida. El transistor T2-1 actúa como amplificador, estando determinada la amplificación realmente mediante el descenso de tensión en la resistencia de emisor, es decir que amplificación depende realmente de la tensión de alimentación. En la tensión de alimentación empleada de aproximadamente 9,5 V se produce la amplificación aproximadamente de 40dB.

25 Mediante el empleo de la logaritmicación para los canales S1 a S3 se posibilita compensar la intensa dependencia no lineal de las señales de la distancia. Es decir, las señales pequeñas que vienen de un objeto situado en la lejanía se amplifican con más intensidad que las señales grandes que aparecen cerca del circuito. Con ello para todo el circuito se alcanza una curva de transmisión más plana. Para la señal de suma S0 se producen mejores resultados en la amplificación lineal.

30 Para general la señal GND1 sirve la parte de circuito alrededor de los transistores Q1, T3 y T4. La tensión de salida V+ (salida OUT\_V+) es relativamente constante con respecto a GND1 y asciende aproximadamente a 9,5 Volt, saltando ambas tensiones conjuntamente de un lado a otro con respecto a tierra– en nuestro caso GND - con aproximadamente 5 Volt pico a pico, dependiendo la salida de controlador. Este salto se realiza con la frecuencia de portadora de aproximadamente 100 kHz. Esta frecuencia es síncrona a la frecuencia de muestreo para cada canal, con ello está garantizada la sincronidad y la detección síncrona de las entradas de canal.

35 La conexión al PC se realiza a través de una línea TX que puede conectarse por ejemplo al módulo Ident USB desarrollado por el solicitante. Dado que el controlador también funciona con respecto a GND1 su señal de salida a tierra debe relativizarse. Esto sucede con ayuda de un espejo de corrientes, construido alrededor del transistor T6.

Como microcontrolador se emplea el MSP430F2012. Este tiene una frecuencia de reloj de 16 megahercios y puede digitalizarse hasta más de 200 miles de muestras por segundo, lo cual le hace muy adecuado para nuestra modulación síncrona.

### Diseño

40 El circuito de entrada de acuerdo con la invención y el circuito de salida están diseñados preferiblemente en cada caso como placa de circuitos impresos propia (hexagonal). Geométricamente los contactos para los GND1, V+, S0 a S3 están realizados preferiblemente de modo que las LP pueden colocarse unas encima de otras y juntarse con sección de alambre rectas.

45 La disposición de ambas placas de circuitos impresos se ha acreditado como significativa. Preferiblemente la adaptación se realiza de tal manera que por un lado los electrodos de medición están situados en las mismas condiciones con respecto a los campos eléctricos, y por otro lado la amplificación global de todos los canales es la misma sin estar sometida esencialmente a perturbaciones de capacidades parásitas.

Los requisitos anteriormente mencionados pueden cumplirse de manera especialmente ventajosa al:

- 50
1. tener que disponerse los electrodos con simetría a 120°.
  2. al tener las placas de circuitos impresos la misma simetría que los electrodos para no someter a perturbación al campo encima de las mismas. Es decir: triangular, hexagonal, etc. hasta redonda.
  3. al protegerse en la medida de lo posible las señales (GND0, +20 V) relativamente constantes con respecto a GND0 por los electrodos de medición dado que diese estas son iguales a la señal del usuario.

**Análisis de datos / software**

Fueron sometidos a ensayo en particular dos enfoques funcionalmente destacados para el análisis de los parámetros de medición. Como primer enfoque se describe a este respecto la aproximación de campo con un plano inclinado y cálculo de las coordenadas con ayuda de una tabla de referencia depositada. La siguiente descripción del enfoque de la aproximación de campo con un plano se realiza en relación con las figuras 5, 6 y 7.

Aproximación de campo con un plano inclinado

Este tipo de análisis se basa en ideas de modelo relativamente generales sobre el modo de cómo las personas influyen en el campo eléctrico alrededor del hexágono. Este método exige capacidades de cálculo relativamente reducidas y es adecuado en particular para aplicaciones más sencillas como la fijación de la dirección de llegada o funciones de teclas generales. Las mayores imprecisiones en este método aparecen en cercanía directa al hexágono.

Para el modelo se introducen 3 ejes: X e Y en el plano de los electrodos, y el eje de señal S (véase la figura 5 y la figura 6).

Los electrodos están indicados en la figura 5 con 1, 2, 3. El lado del triángulo en el que están los electrodos es 2L. Las señales de salida del hexágono para los electrodos 1 a 3 están indicadas como S<sub>1</sub> a S<sub>3</sub> y representadas en el eje de señal (figura 6).

Esos 3 puntos en el espacio (x,y,z) definen un plano que están más “inclinado” a aquel electrodo que tiene la señal más pequeña. La dirección de la inclinación del plano coincide con la dirección del elemento perturbador del campo eléctrico (es decir la mano humana); la inclinación del plano aumenta cuando el elemento perturbador llega cerca de los electrodos.

Los enunciados cuantitativos sobre la dirección y distancia con respecto al elemento perturbador pueden obtenerse de manera sorprendentemente fiable con ayuda de la geometría analítica. Para ello se describe la ecuación para el plano en la forma

$$x + by + cS + d = 0$$

Siendo el vector normal  $\vec{n} = (1, b, c)$  (figura 5). Tras la colocación de los valores para los electrodos en la ecuación y resolución del sistema lineal se llega a los parámetros del vector normal:

$$c = -\frac{2L}{S_1 - S_2}, b = -\frac{S_1 + S_2 - 2S_3}{\sqrt{3}(S_1 - S_2)}$$

De estos parámetros se obtienen los valores buscados para la dirección φ y distancia R (expresados mediante la inclinación β) (figura 7).

$$\varphi = \arctg(b),$$

$$R = R_0 \frac{2\beta}{\pi}, \beta = \arctg\left(\frac{c}{\sqrt{1+b^2}}\right).$$

Las coordenadas del elemento perturbador se conocen entonces como R y φ.

Estas coordenadas son inequívocas para las posiciones de la mano no muy cercanas al hexágono (exceptuando la ambigüedad en las diferentes posiciones de dedos con respecto al puño/mano). La dirección calculada del movimiento de la mano no siempre coincide con la dirección real del movimiento.

Cálculo de las coordenadas con ayuda de una tabla de referencia depositada (segundo enfoque)

Este método de análisis se explica con relación a la figura 8. Este concepto posibilita en particular también la prueba de las posibilidades del hardware y software. El método se basa en la presencia de una tabla de los valores de todos los canales sobre una “superficie de mesa”. Estos valores se obtienen de una medición (aprendidos). La medición tiene lugar en varios puntos equidistantes dispuestos en cuadrado. Como adecuada se ha acreditado una cuadrícula con 20 cm x 20 cm y 2 cm de medida (figura 8). En este caso se registran los valores de medición en todos los puntos de cruce de la cuadrícula – en total 121 puntos, marcados con índices i y j - y depositados en una tabla (almacenados como fichero para utilización posterior).

Los datos depositados tienen en este caso por ejemplo la resolución espacial de 2 cm. Esta resolución relativamente aproximada puede refinarse mediante interpolación. Se ha demostrado que mediante interpolación la resolución puede aumentarse en aproximadamente el factor 8.

5 La interpolación se realiza preferiblemente por etapas en cada caso en el factor 2. Para obtener las curvas lisas se interpolan los datos mediante los valores originales y las desviaciones de lado izquierdo y derecho. Se consiguen buenos resultados en el caso de pesos relativos de valores originales para dar lugar a desviaciones 8 respecto 1.

10 Los datos medidos pueden representarse para cada canal como superficie en el espacio (x,y,S) (figura 9 a figura 12). La interpolación provoca que estas superficies sean "lisas" y posean valores lógicos también entre los datos medidos. Los datos de medición representaron se grabaron con un hexágono que estaba dispuesto por debajo de un tablero de mesa de 25 mm de grosor. El movimiento de mano detectado se grabó con el dedo índice extendido.

El principio de la determinación de coordenadas consiste en que cada posición de mano registrada por el hexágono posee su único juego de valores de los canales. El objetivo consiste entonces "únicamente" en encontrar una celda en la tabla depositada para hacer coincidir los valores medidos y los depositados.

15 Para acercarse a la consecución del objetivo, puede partirse de un punto de vista de los "equipotenciales": para cada nuevo valor medido existe una curva (x,y) entera, donde la superficie correspondiente (x,y,S) adopta el valor – es decir un equipotencial. Tales equipotenciales están representados también en la figura 9 a la figura 12. La celda correcta (coordenada) es entonces aquella en la que se intersectan los 4 equipotenciales

En la medición real dado el caso aparecen las siguientes dificultades:

- la posición de mano no siempre corresponde con la que se usó en el aprendizaje,
- el aprendiz y el usuario no necesariamente poseen las mismas manos
- el ruido y deriva (*drift*) del sistema electrónico no permiten en todos los lugares alcanzar exactamente los valores "que en el aprendizaje" etc.

25 Todo esto lleva a que los equipotenciales no se intersecten en el mismo punto. Además, en el caso de distancias pequeñas respecto al hexágono, por ejemplo cuando está instalado detrás de una placa de plástico delgada (d<10 mm) las superficies (x,y,S) se vuelven más complicadas los equipotenciales se descomponen en varias curvas cerradas que proporcionan muchas posibilidades de intersección

Dado que no puede partirse de un único punto de intersección de los equipotenciales en el software se calcula la distancia entre los equipotenciales. Cuando esta en los 4 equipotenciales es menor que el valor umbral determinado se calcula la coordenada.

30 La forma de la superficie (x,y,S) de un canal se escribe con  $S = f(x,y)$ . Para el cálculo de la distancia del equipotencial del canal k con el valor  $f_1$  respecto a una celda, donde transcurre el equipotencial del canal n (allí el canal k el valor  $f_2$ ) se emplea la fórmula.

$$\Delta \vec{r} \approx \frac{f_1 - f_2}{\vec{\nabla} f}$$

35 Un cálculo sencillo del valor del gradiente  $\vec{\nabla} f$  puede realizarse en los valores de la función en las esquinas de la celda en cuestión.

$$\vec{\nabla} f \approx \frac{f_{\max} - f_{\min}}{a}$$

En este caso  $f_{\max}$  y  $f_{\min}$  es el valor máximo o el mínimo de f en la celda, a es el lado de celda. Por tanto, la distancia puede calcularse como sigue

$$|\Delta \vec{r}| \approx \frac{|f_1 - f_2|}{f_{\max} - f_{\min}} \cdot a$$

40 En cada celda donde para los 4 canales  $|\Delta \vec{r}|$  es menor que un valor umbral (por el momento 4a), se forma un factor de ponderación:

$$w_{i,j} = \frac{1}{\sum_{k=0}^3 |\Delta \vec{r}|^2},$$

donde la suma pasa por todos los canales.

Las coordenadas del dedo se definen como suma ponderada a través de todas las celdas seleccionadas

$$x = \frac{\sum w_{i,j} \cdot i}{\sum w_{i,j}},$$

$$y = \frac{\sum w_{i,j} \cdot j}{\sum w_{i,j}}.$$

5

En este caso puede considerarse la expresión  $\sum w_{i,j}$  como medida para la exactitud del cálculo.

10 El modo de proceder anteriormente indicado se ilustra en la figura 12. En el dibujo se ilustra una imagen momentánea con cuatro curvas de los equipotenciales (S0: magenta, S1: rojo, S2: verde, S3: cian). En amarillo están marcadas las celdas en los equipotenciales, las distancias con respecto a los 3 otros canales tienen menos de 4a. Negras son las celdas con distancias respecto a los otros 3 canales inferiores a 2a. El círculo azul está situado en las coordenadas calculadas (x, y).

La aplicabilidad de este método de análisis se examinó también para la determinación de la posición Z del dedo.

15 Para la determinación de la posición Z debe realizarse el aprendizaje para todavía al menos un plano por encima de la mesa. Puede realizarse con ayuda una base de grosor adaptado. En el experimento se empleó un grosor de aproximadamente 2 cm por encima de la mesa. Tras el aprendizaje se realiza una interpolación lineal de los valores entre las 2 capas medidas. Con ello se producen datos para algunas capas Z.

20 Las coordenadas del dedo se calculan en el software siempre para todas las capas. Como criterio para la selección de la capa "activa" indicada, y por tanto, para la determinación Z sirvió la expresión  $\sum w_{i,j}$  que se formaba para cada capa. Representaba una medida para la exactitud cálculo en cada capa. Aquella capa en la que la expresión era mayor (es decir, donde los equipotenciales se acercaban en mayor medida), se tomó como "activa". La coordenada Z del dedo era entonces la altura de esta capa.

25 Los resultados muestran que cerca del hexágono la coordenada Z puede definirse realmente. Lo desventajoso para dicho método era no siempre la Z correcta y los saltos relativamente altos en las (x,y) coordenadas durante el cambio de la capa activa. Resumiendo, puede constatarse que este método posibilita un registro especialmente seguro del movimiento espacial de la mano de un usuario dentro de una zona de movimiento típica para gesto de mano. En particular en aplicaciones en las que el usuario mediante las coordenadas representadas (por ejemplo, en la pantalla) puede retrasar la posición de su mano de manera correspondiente (por ejemplo función de ratón).

30 Es también posible combinar los enfoques anteriormente descritos. Además, es posible, para compensar los errores de transmisión y de valores de medición sustituir datos que se sitúan fuera del intervalo de valores permitido por datos antiguos válidos.

$$y(t) = x(t-1) \quad \forall \quad \begin{cases} x < x_{\min} \\ x > x_{\max} \end{cases}$$

Además, es posible emplear un filtro de media (móvil). De un conjunto de valores de medición consecutivos en una ventana de tiempo arbitraria se selecciona el (valor de mediana) situado en el centro. Por ello se filtran valores que se desvían en gran medida del promedio.

$$y(t) = \text{mediana}(x(t-a), x(t-a+1), \dots, x(t-1), x(t))$$

35

Es también posible calcular un promedio (móvil). Así de un conjunto de valores de medición fijados de manera arbitraria en una ventana de tiempo puede formarse un promedio (media aritmética).

$$y(t) = \text{promedio } (x(t - a), x(t - a + 1), \dots, x(t - 1), x(t))$$

5 Además se realiza preferiblemente una calibración. En el caso de la calibración se procesan adicionalmente valores de medición filtrados según 2. La meta de la calibración es separar variaciones de señal que se provocaron por un movimiento de un cuerpo (mano) en el campo de detección de variaciones de señal causadas por la variación de las condiciones del entorno (tiempo desde el encendido, temperatura, etc.). Los puntos siguientes pueden emplearse a su vez individualmente o en combinaciones.

10 La presente invención descrita es adecuada en particular para la realización de un dispositivo de entrada para aparatos de comunicación móviles de construcción pequeña tal como se indican en la solicitud de patente alemana DE 10 2007 016 408.6 del solicitante.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo sensor para generar señales eléctricas que como tales proporcionan información sobre la posición o el movimiento de extremidades con respecto a una zona de referencia, con:
- un electrodo emisor,
  - 5 - un generador de tensión para la sollicitación del electrodo emisor (G) con una tensión alterna;
  - un primer electrodo de recepción (K1),
  - un segundo electrodo de recepción (K2), y
  - un tercer electrodo de recepción (K3),
- 10 **caracterizado por** un primer, un segundo y un tercer transformadores de impedancia, alimentándose las tensiones aplicadas en los electrodos de recepción (K1, K2 y K3) en cada caso a una entrada de alta impedancia del primer, del segundo y del tercer transformador de impedancia para no perturbar el campo eléctrico del electrodo emisor, un circuito que forma un promedio al que se alimentan las señales de salida de los transformadores de impedancia; estando conectado aguas abajo de cada transformador de impedancia un amplificador diferencial ( $\Delta K1$ ,  $\Delta K2$ ,  $\Delta K3$ ), que forma la diferencia a partir de la señal de salida del transformador de impedancia correspondiente y del promedio; y
- 15 un amplificador al que se alimenta el promedio.
2. Dispositivo sensor según la reivindicación 1, **caracterizado porque** está previsto un dispositivo de procesamiento de señales (ADC, MCU) que analiza señales de salida de los amplificadores diferenciales ( $\Delta K1$ ,  $\Delta K2$ ,  $\Delta K3$ ) y del amplificador, y que está configurado de tal manera que, mediante la señal de salida alimentadas, se determina una posición y/o un movimiento de extremidades.
- 20 3. Dispositivo sensor según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** los transformadores de impedancia y los amplificadores diferenciales ( $\Delta K1$ ,  $\Delta K2$ ,  $\Delta K3$ ) conectados aguas abajo los forma un amplificador diferencial de tres canales, que presenta un primer, un segundo y un tercer transistor de efecto de campo (Q1, Q2, Q3) cuyas conexiones de compuerta en cada caso están acopladas con uno de los electrodos de recepción (K1, K2 y K3), y cuyas conexiones de fuente están conectadas a una fuente de corriente (T1) y en cuyas conexiones de drenaje puede medirse una señal de salida respectiva del amplificador diferencial de tres canales, estando conectada la fuente de corriente a un seguidor emisor (T2) en cuya salida puede medirse una señal de suma.
- 25 4. Dispositivo sensor según la reivindicación 3, en el que la fuente de corriente está formada por un espejo de corriente (T1, R10, R11, R12, R13) que está retroacoplado con alta impedancia con las conexiones de compuerta de los transistores de efecto de campo (Q1, Q2, Q3).
- 30 5. Dispositivo sensor según la reivindicación 4, **caracterizado porque** las señales de salida del amplificador diferencial de tres canales y la señal de suma en cada caso se alimentan a una etapa de amplificador, cuyas salidas están conectadas a entradas analógicas (P1.0, P1.1, P1.2, P1.3) de un microcontrolador (IC2).
- 35 6. Dispositivo sensor según la reivindicación 5, **caracterizado porque** las etapas de amplificador asociadas a los electrodos de recepción (K1, K2, K3) presentan una curva característica logarítmica.
7. Dispositivo sensor según al menos una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado porque** está previsto un detector síncrono al que se alimentan las señales de salida de los amplificadores diferenciales ( $\Delta K1$ ,  $\Delta K2$ ,  $\Delta K3$ ) y del amplificador, y que está configurado de tal manera que a partir de las señales de salida alimentadas se obtienen las amplitudes.
- 40 8. Dispositivo sensor según al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** los electrodos de recepción (K1, K2, K3) están dispuestos simétricamente alrededor del electrodo emisor.
9. Dispositivo sensor según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el electrodo emisor lo suministra un microcontrolador (MCU) con una tensión alterna y alrededor del mismo se forma un campo eléctrico, conteniendo la tensión eléctrica aplicada en los electrodos de recepción información sobre la distribución del campo del electrodo emisor.
- 45 10. Dispositivo sensor según la reivindicación 7, **caracterizado porque** las amplitudes obtenidas con ayuda del detector síncrono las digitaliza un conversor analógico-digital (ADC) y se entregan para el análisis a un microcontrolador (MCU), o porque, en lugar del detector síncrono, se emplea un rectificador de diodos o un detector de picos.
- 50 11. Dispositivo sensor según al menos una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** un conversor analógico-digital (ADC) digitaliza en cada caso directamente una tensión alterna en las salidas de los amplificadores diferenciales ( $\Delta K1$ ,  $\Delta K2$ ,  $\Delta K3$ ).
12. Procedimiento para generar señales eléctricas que como tales proporcionan información sobre la posición o el movimiento de extremidades con respecto a una zona de referencia, con las etapas:

aplicar una tensión alterna a un electrodo emisor, y

- registrar las tensiones de al menos tres electrodos de recepción (K1, K2, K3) dispuestos cerca del electrodo emisor, pudiendo medirse estas tensiones con alta impedancia mediante transformadores de impedancia respectivos,

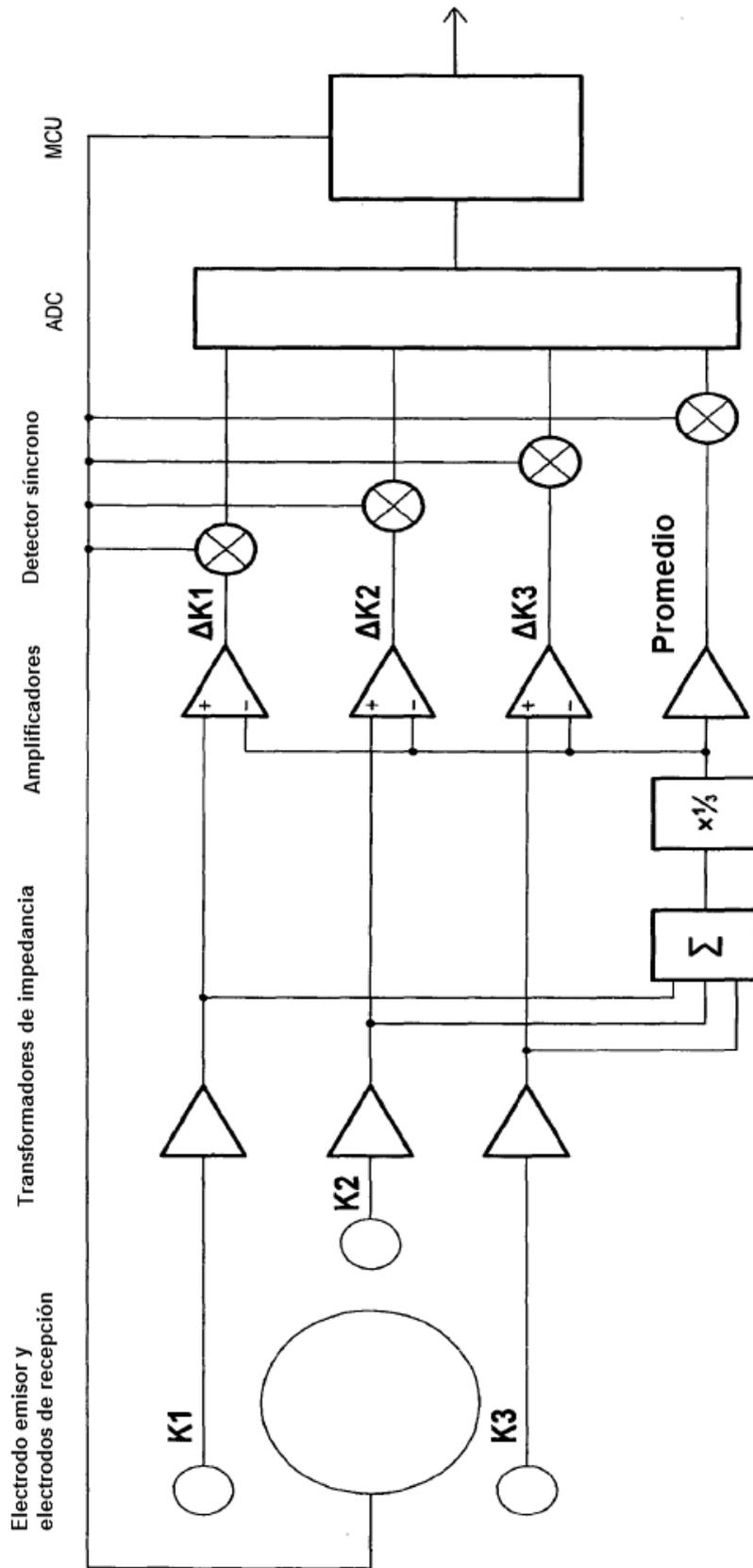
- 5
- formar un promedio de tensiones de salida de los transformadores de impedancia;
  - formar en un primer, un segundo y un tercer amplificador diferencial, en cada caso una primera, una segunda y una tercera tensión diferencial entre la tensión de salida respectiva de un transformador de impedancia y el promedio.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el promedio se alimenta a un amplificador.

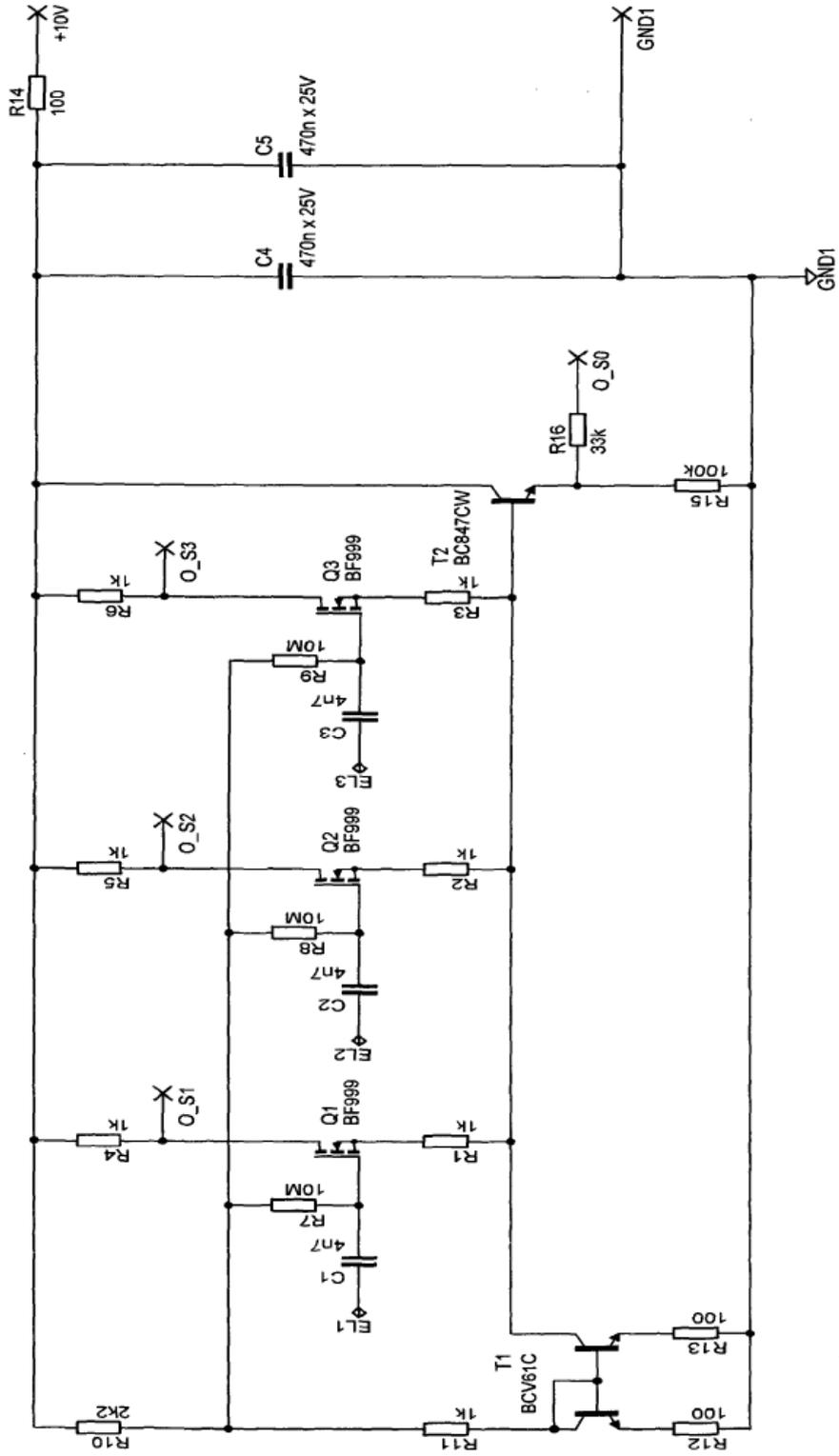
- 10
14. Procedimiento según las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado porque** las señales de salida de los amplificadores respectivos se analizan en cuanto a su sincronidad, en particular con respecto al nivel de tensión y/o a la fase, obteniéndose la amplitud a partir de las señales amplificadas con ayuda de un detector síncrono y digitalizándolas adicionalmente un conversor analógico-digital (ADC) y entregándose para el análisis a un microcontrolador (MCU).

- 15
15. Procedimiento según las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado porque** las señales de salida del primer, del segundo y del tercer amplificador diferencial ( $\Delta K1$ ,  $\Delta K2$ ,  $\Delta K3$ ) en cada caso se alimentan a un rectificador de diodos, o porque las señales de salida del primer, del segundo y del tercer amplificador diferencial ( $\Delta K1$ ,  $\Delta K2$ ,  $\Delta K3$ ) en cada caso se alimentan a un detector de picos, o porque las señales de salida del primer, del segundo y del tercer amplificador diferencial ( $\Delta K1$ ,  $\Delta K2$ ,  $\Delta K3$ ) en cada caso digitaliza directamente un conversor analógico-digital (ADC).

20

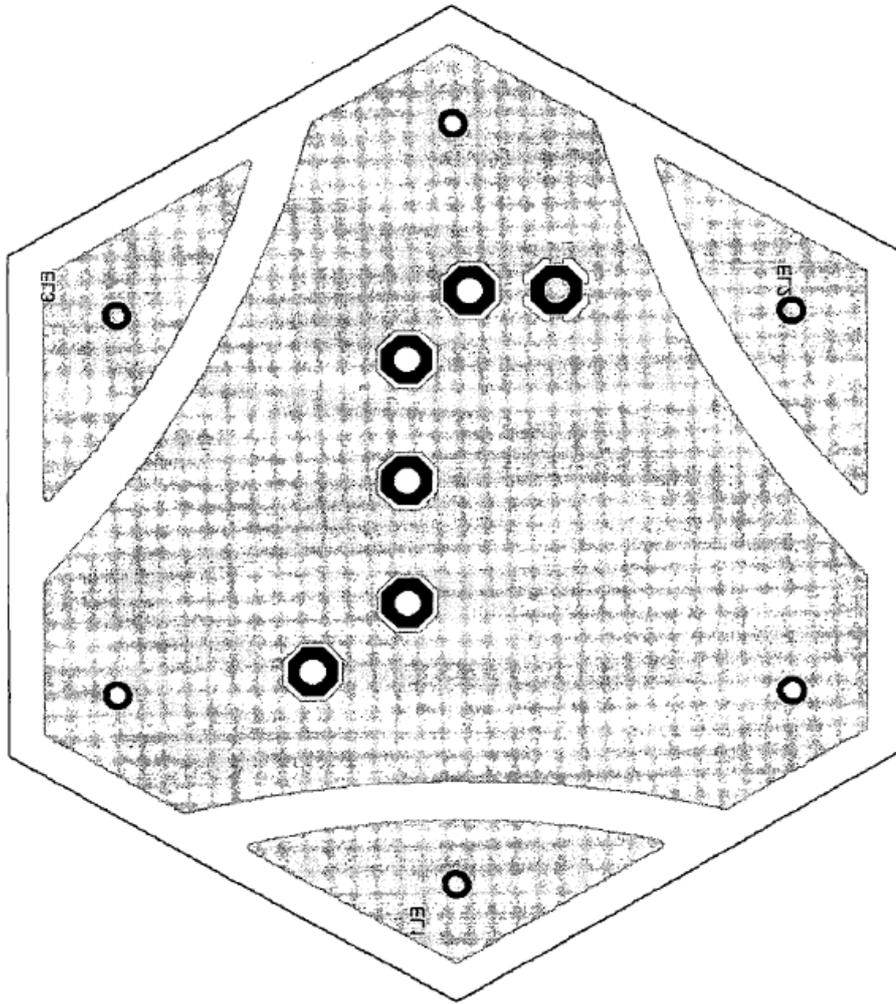


**Fig.1**

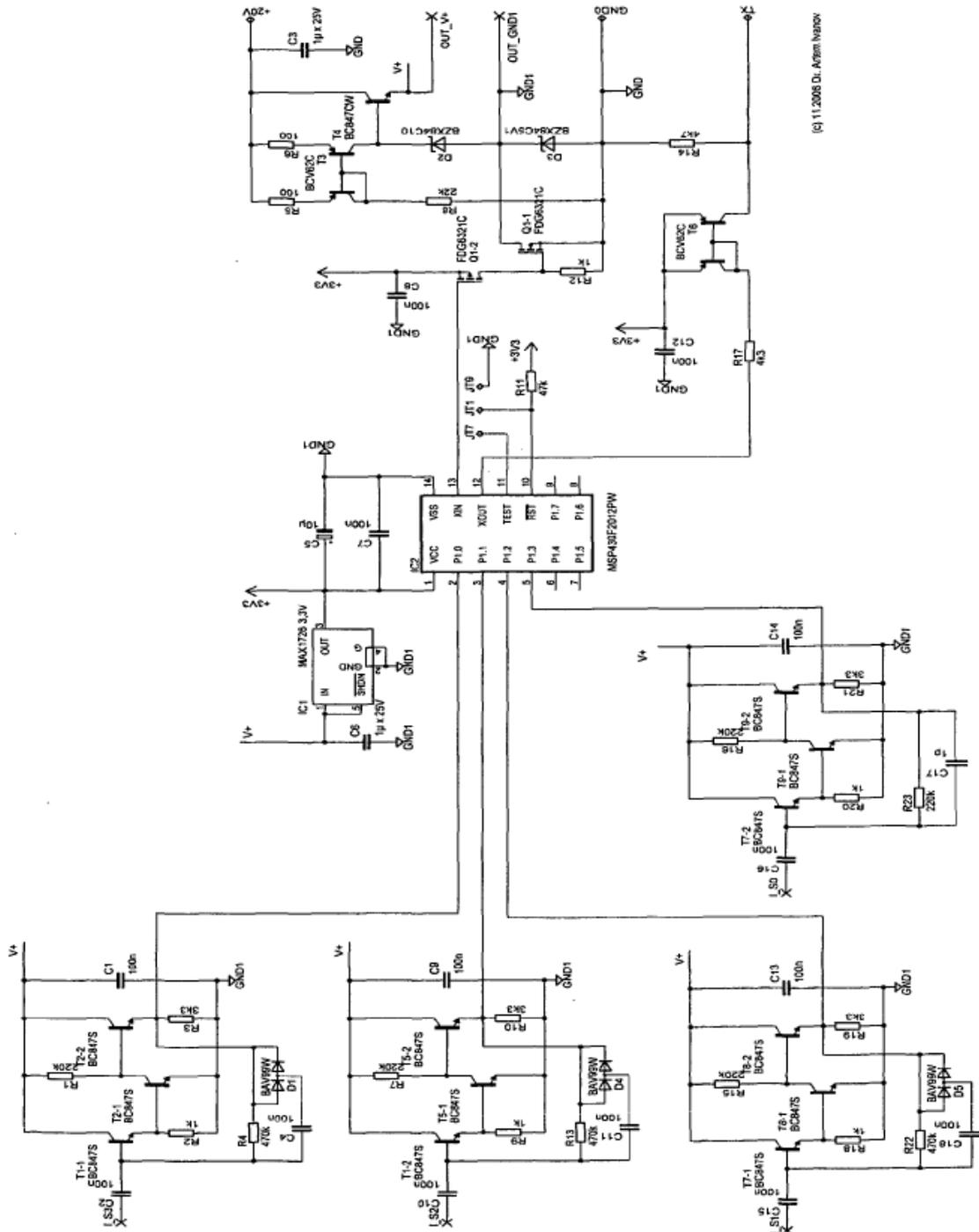


(c) 11.2006 Dr. Artem Ivanov

Fig.2

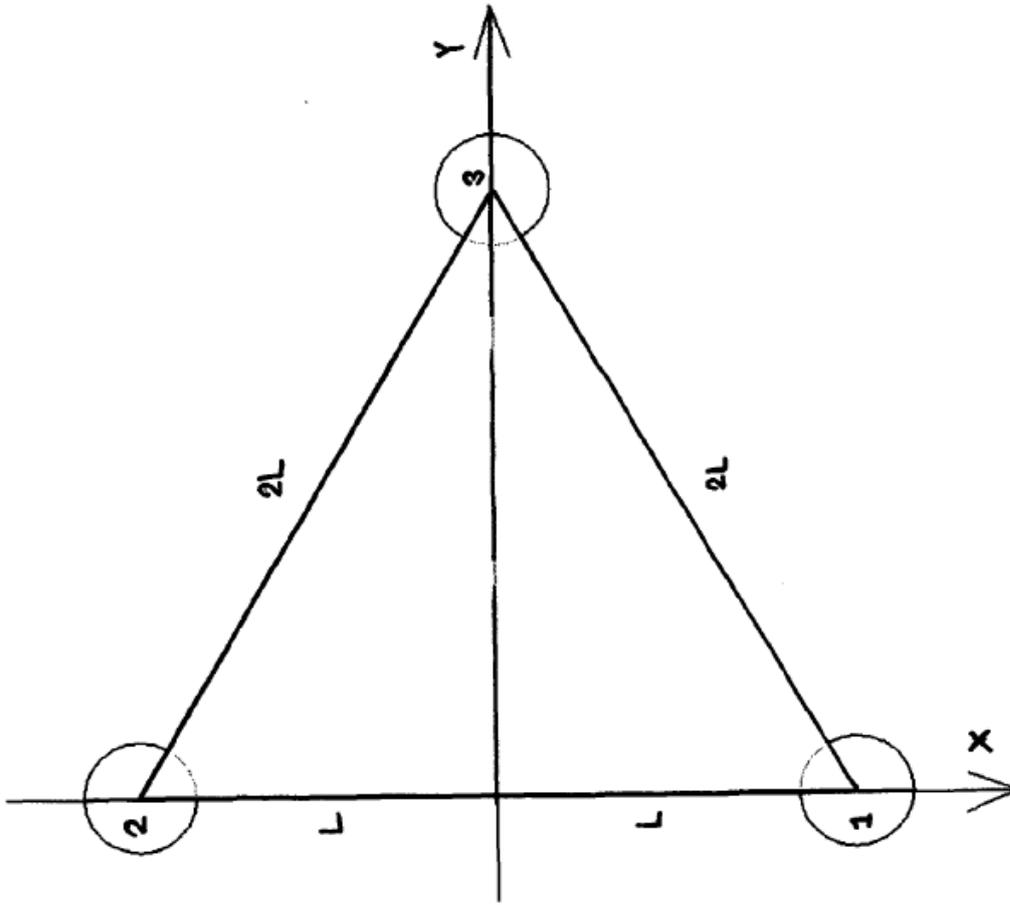


**Fig. 3**

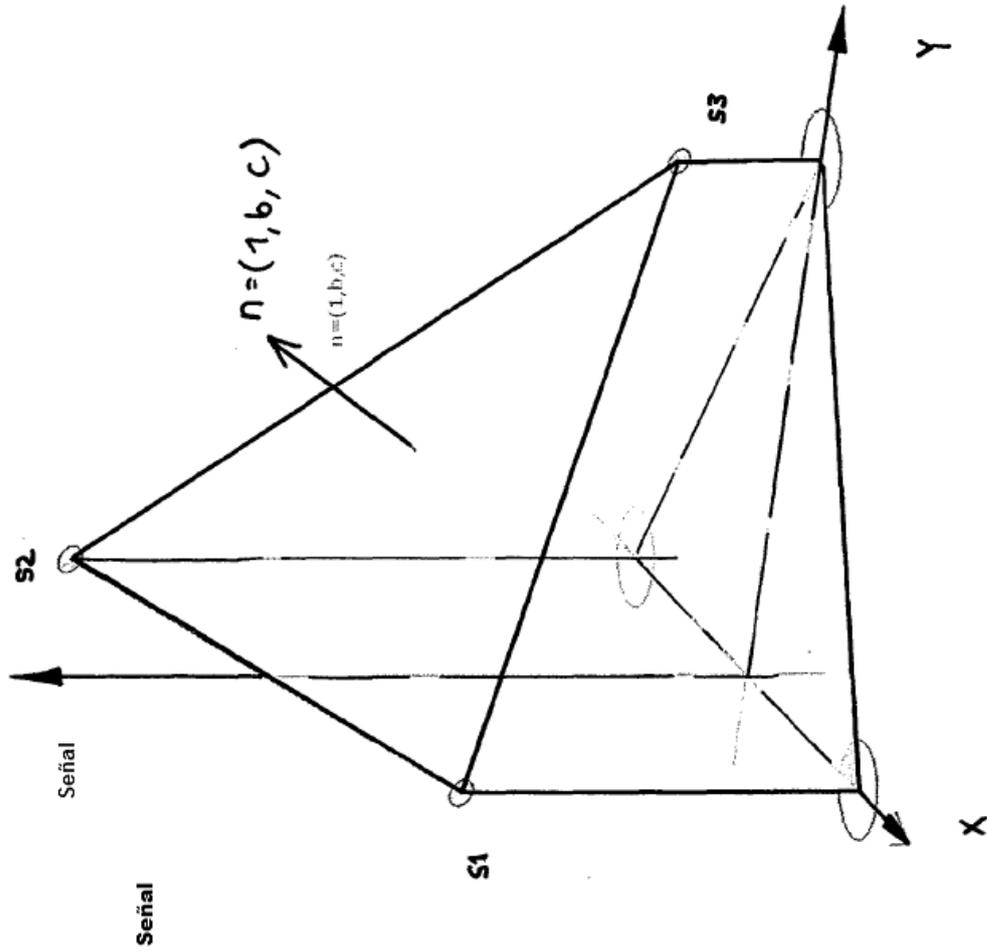


(c) 11.2008 DL A90m Norev

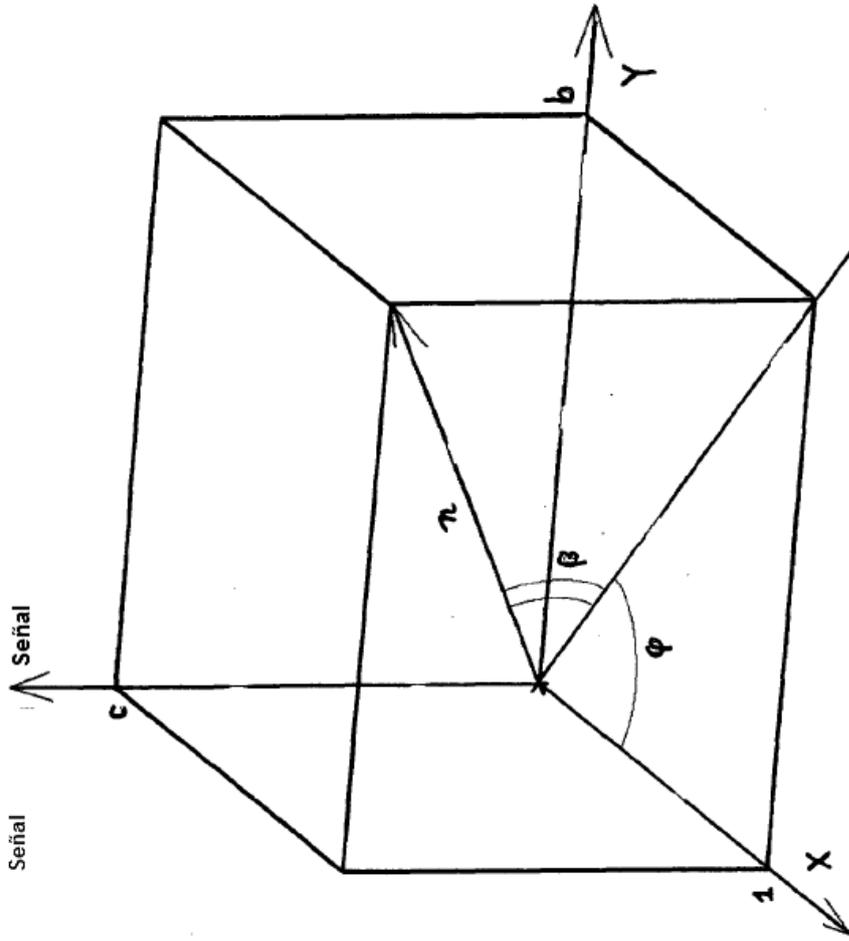
**Fig.4**



**Fig. 5**



**Fig.6**



**Fig. 7**

Fig. 4

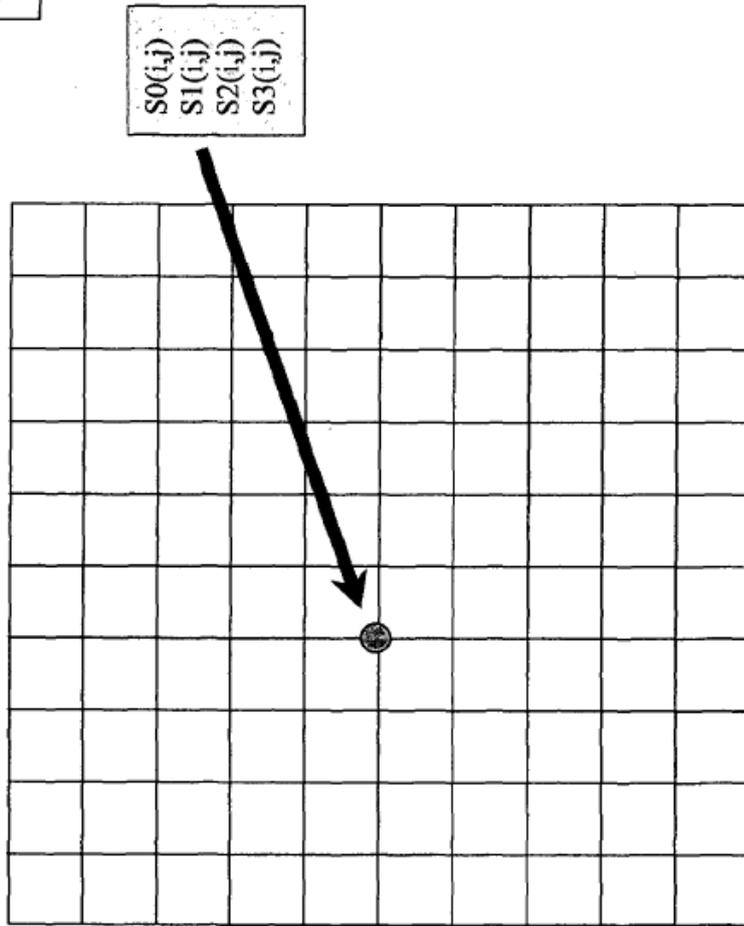
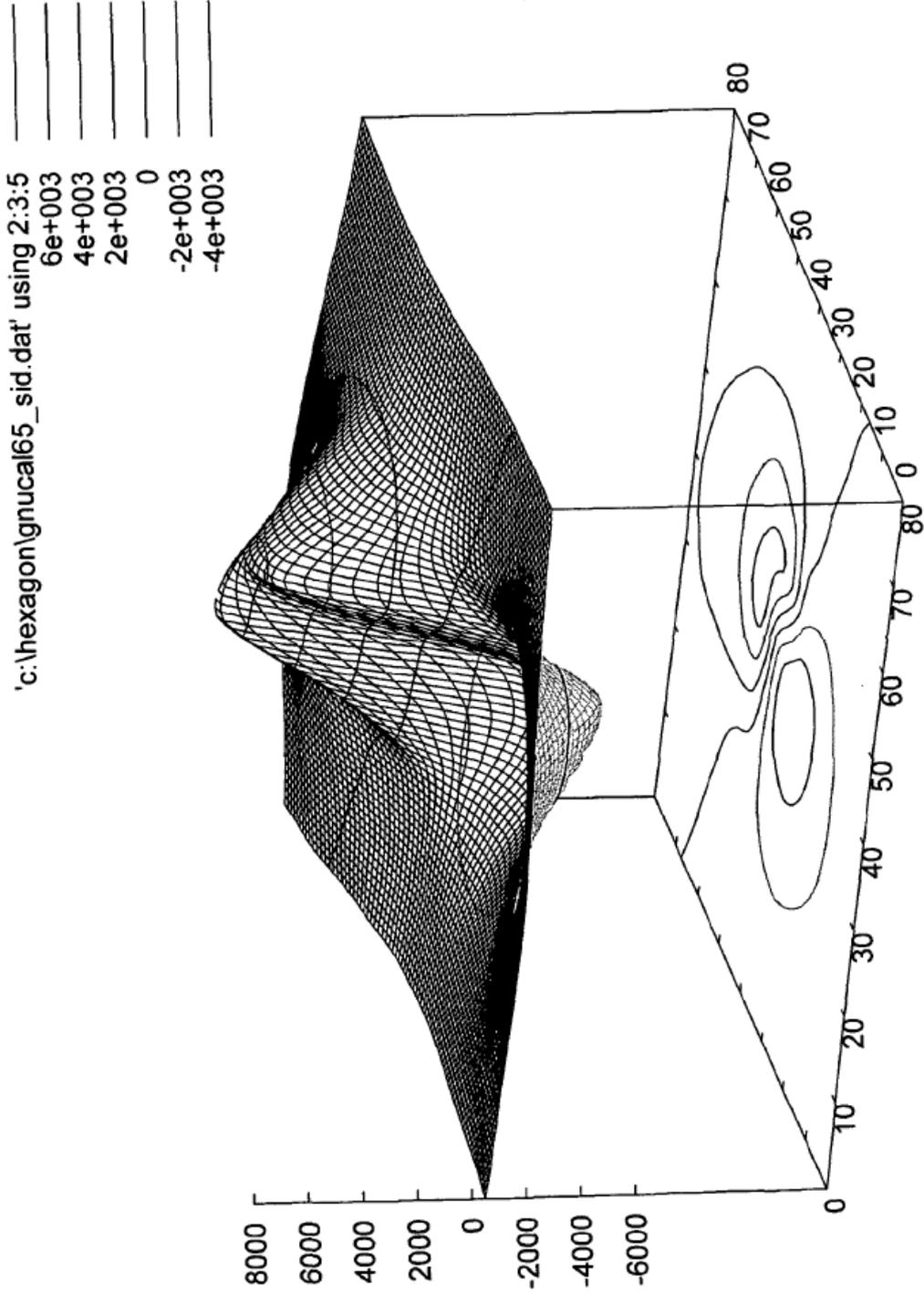
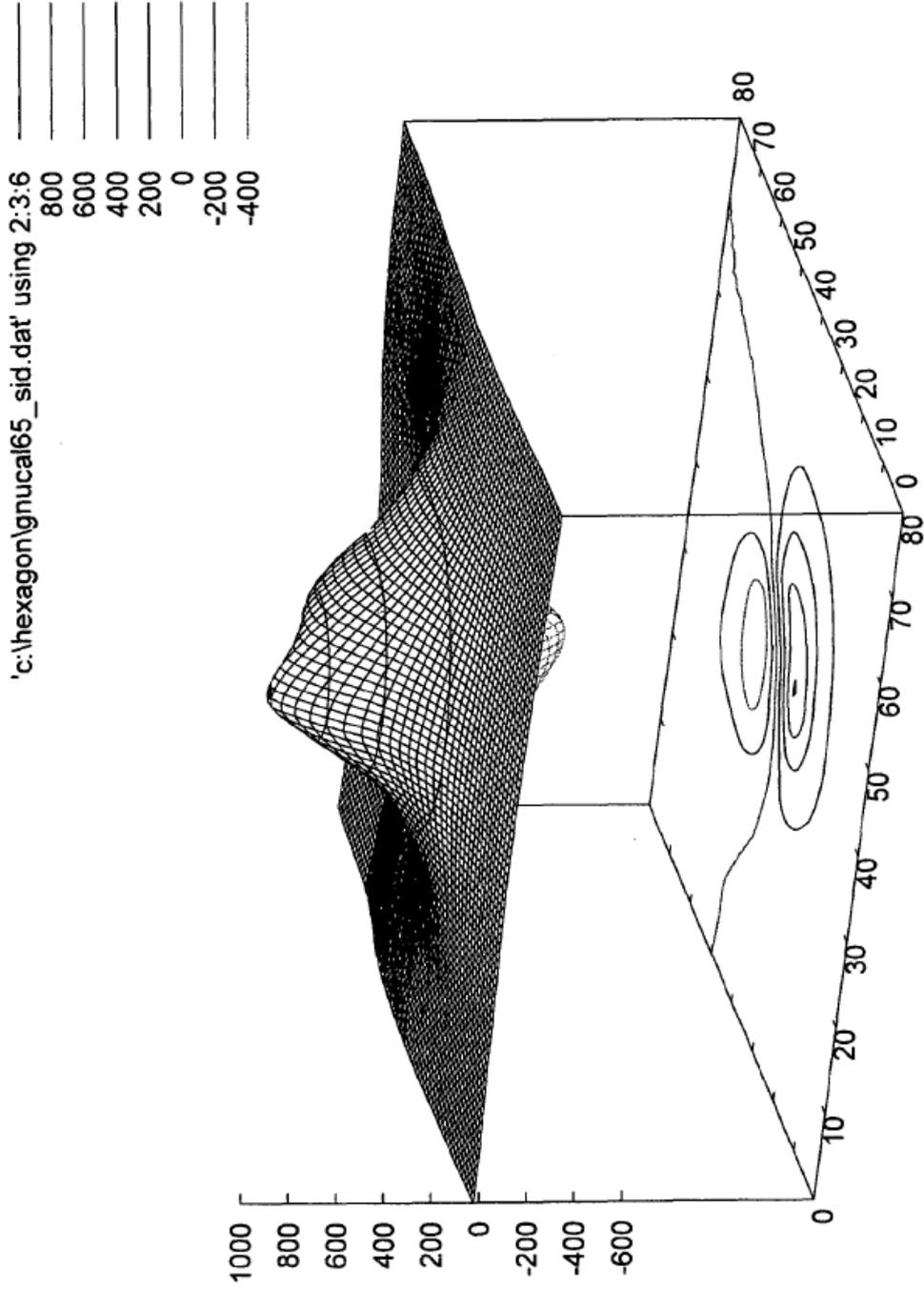


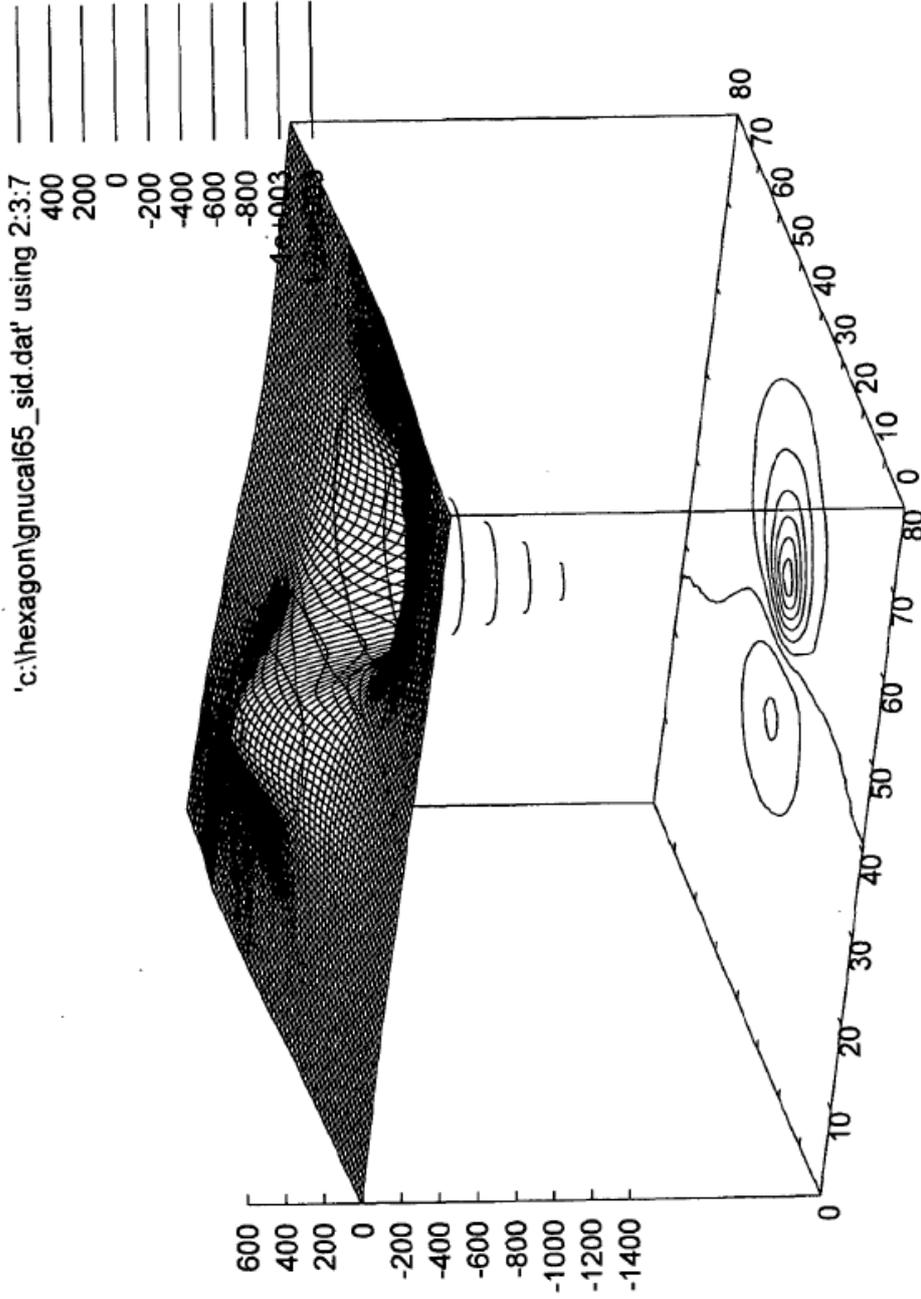
Fig. 8



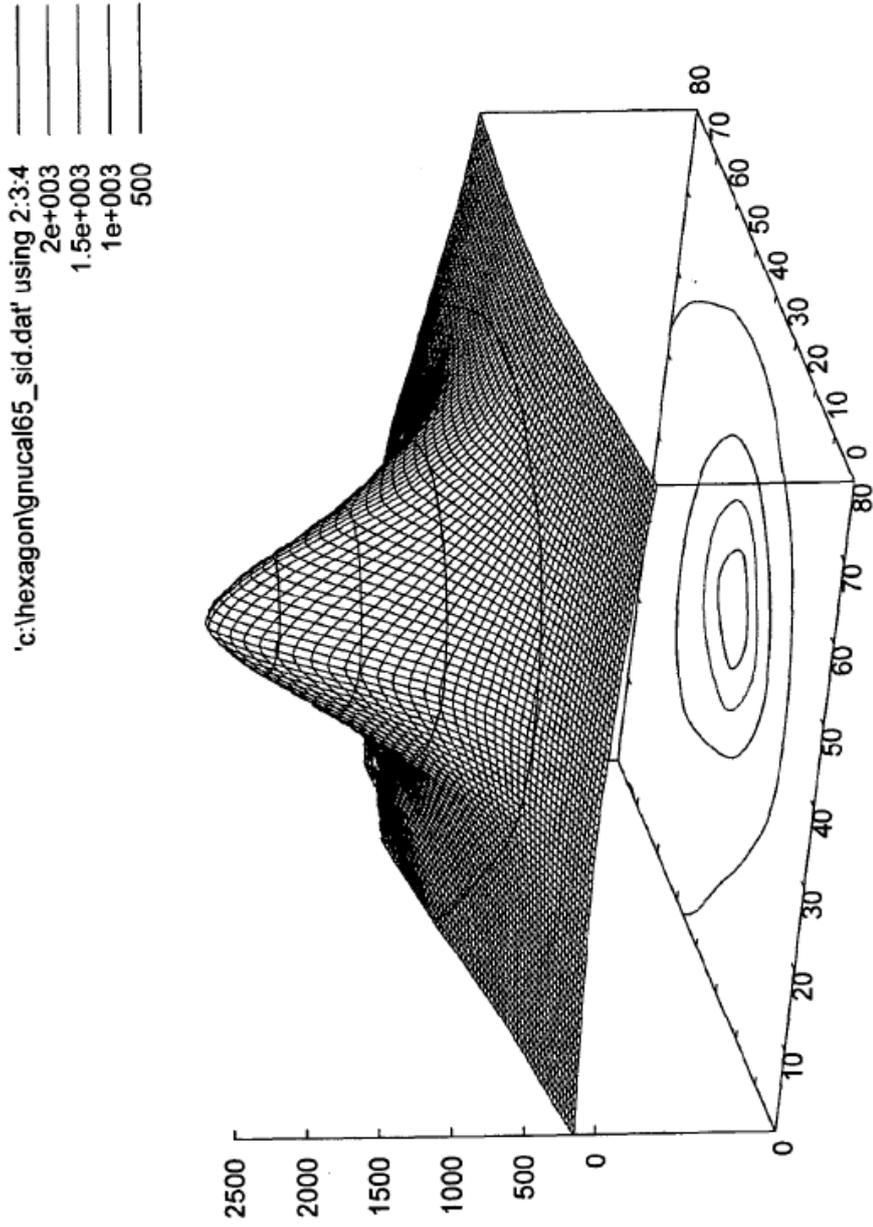
**Fig. 9**



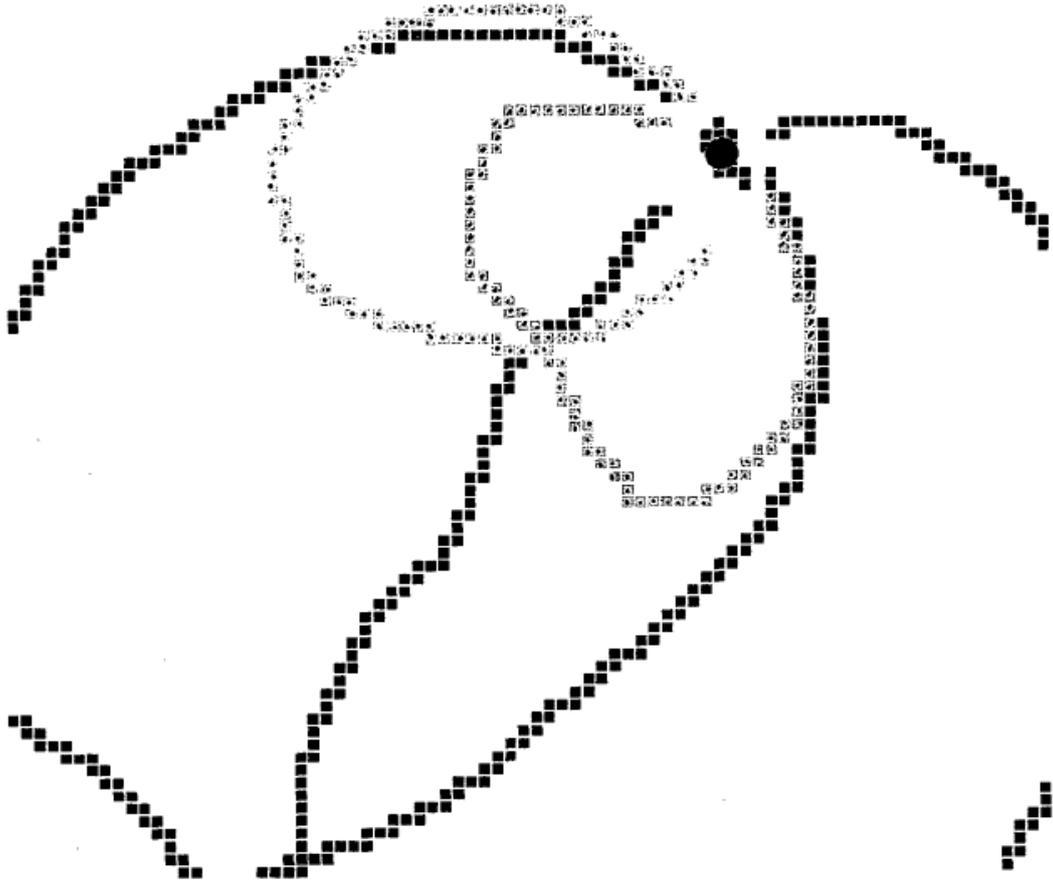
**Fig. 10**



**Fig. 11**



**Fig. 12**



**Fig.13**