



ESPAÑA

10 ES	11	NUMERO	12 A1
	21	<b>478535</b>	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		12.3.79	

**PATENTE DE INVENCION**

Consultar el Registro de patentes de invención en el Ministerio de Industria y Energía, para conocer el estado de la invención.

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
885.916	13.3.78	EE.UU.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01S 5/00; G01C 17/10	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"UNA DISPOSICION PARA UBICAR LA POSICION DE UN CABLE REMOLCADO POR UN BARCO"		
71 SOLICITANTE (ES)		
MOBIL OIL CORPORATION		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
150 East 42nd Street, Nueva York, Nueva York 10017, Estados Unidos de América		
72 INVENTOR (ES)		
Walter Prior Neeley		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ		(P.- 71.345)

### Antecedentes de la Invención

La presente invención se refiere a la exploración sísmica y más particularmente a la exploración marina. En la exploración marina, la energía sísmica es generada en el agua y se detectan reflexiones de dicha energía provenientes de las interfaces subsuperficiales por medio de una cuerda o ristra lineal de detectores o hidrófonos. Las fuentes de energía sísmica y los detectores son remolcados por el agua mediante cables que se extienden desde un barco. Las señales recibidas por los detectores son transferidas al barco a través de conductores eléctricos. En muchos casos, se combinan grupos de detectores formando distribuciones particulares en el cable y las señales recibidas desde cada distribución son combinadas y transferidas al barco.

Un método para determinar la posición instantánea de cada detector o distribución de detectores a lo largo del cable a medida que el cable es remolcado por el agua se describe en la patente norteamericana No. 3,953,827 concedida a nombre de Moal y otros. Una pluralidad de detectores o hidrófonos están distribuidos a lo largo del cable remolcado. La posición de cada detector es determinada por interpolación de los valores de los ángulos que forman las tangentes al cable con una dirección fija conocida, tal como el norte magnético, en una pluralidad de puntos de medición. En cada uno de dichos puntos de medición a lo largo del cable se coloca preferentemente una brújula magnética. Se proveen también medios para codificar y transmitir los valores medidos por medio de pulsos electrónicos a una estación central. Estos medios incluyen un dispositivo multiplex.

La posición de cada punto de medición es determinada asimilando aquella

parte del cable remolcado dispuesta entre brújulas a un arco de círculo cuya longitud es conocida en virtud de la construcción del cable, mientras que el valor del arco es determinado en base a las diferencias entre los ángulos medidos por las brújulas entre la tangente al cable y la dirección fija y conocida. Las posiciones de los detectores a lo largo del cable son entonces determinadas por interpolación entre las posiciones de las brújulas a lo largo del cable.

5

Breve descripción de los dibujos:

La Figura 1 ilustra una disposición de exploración sísmica que emplea un barco y un cable remolcado.

10

La Figura 2 ilustra un equipo de registro sísmico empleado con la disposición de exploración marina de la Figura 1.

La Figura 3 ilustra una imagen visual de datos ubicadores de cable determinada por el equipo de registro de la Figura 2.

15

La Figura 4 ilustra la configuración geométrica utilizada en determinar las coordenadas X - Y de la brújula del cable.

La Figura 5 representa una tabla para ubicar la orientación de la brújula más remota con respecto al barco.

Resumen de la invención

20

De acuerdo con la presente invención se provee una disposición para determinar la posición en coordenadas X - Y de una pluralidad de puntos a lo largo de un cable remolcado por un barco y para indicar visualmente tales puntos a fin de asistir al operador del barco en dirigir al barco al pasar en la cercanía de otros barcos u obstáculos.

25

En el desarrollo de la exploración marina, los cables de detección

sísmica se han vuelto muy largos, extendiéndose una milla (1,6 km), dos millas (3,2 km) o más aún por detrás del barco. Tales longitudes pueden causar problemas en la determinación de la posición y configuración del cable a medida que éste es remolcado por el agua dado que es improbable que cables de esas longitudes se extiendan según una línea recta por detrás del barco remolcador o aún que adopten una configuración con un solo radio de curvatura. Más bien, el cable puede tener uno o más puntos de inflexión en su curvatura y puede extenderse lateralmente hacia uno o hacia ambos lados del barco remolcador simultáneamente, como se ilustra en la figura 1.

Uno de los principales cuidados que debe tenerse al remolcar cables tan largos y curvados es en dirigir al barco pasando en la cercanía de otros barcos u obstáculos, tales como torres de perforación, etc. de manera que la proyección del trayecto del cable no interfiera con dichos otros barcos u obstáculos. Lo anterior es cierto no sólo cuando el barco pasa tal obstáculo según un trayecto recto sino también cuando el barco está girando. Bajo ciertas condiciones, el barco puede efectuar un giro lo suficientemente cerrado como para cruzar un cable que se extienda una o más millas por detrás del barco.

Por consiguiente, es un aspecto específico de la presente invención proveer una disposición para indicar visualmente la posición de un cable remolcado para ser usada por el operador del barco remolcador. Se ubica una cantidad de sensores en puntos seleccionados a lo largo del cable remolcado para proveer señales representativas de la dirección de tangentes al cable en tales puntos seleccionados. Un sensor colocado a bordo

del barco provee una señal representativa de la dirección o rumbo del  
barco mismo. Un sistema de navegación a bordo del barco provee señales  
que identifican las coordenadas X - Y del barco. Las señales de dirección  
provenientes de los sensores ubicados en el cable y del sensor llevado por  
5 el barco, conjuntamente con la señal indicativa de las coordenadas X - Y  
del barco provista por el sistema de navegación, son usadas para determi-  
nar las coordenadas X - Y de los sensores llevados por el cable. Un indi-  
cador visual o pantalla que tiene una matriz de cuadros indicadores regis-  
tra las coordenadas X - Y del barco y de los sensores llevados por el ca-  
ble.

10 En un aspecto de la invención, el sensor del barco y los sensores  
del cable son brújulas magnéticas que producen señales representativas de  
direcciones o rumbos con respecto a la dirección del norte magnético. En  
este aspecto, se incluye también un girocompás o brújula giroscópica a  
15 bordo del barco para producir una señal representativa de la verdadera di-  
rección o rumbo norte del barco. Las variaciones magnéticas de la brújula  
llevada por el barco y de las brújulas del cable con respecto al verdadero  
norte de la dirección o rumbo del barco son determinadas identificando las  
coordenadas X - Y de puntos seleccionados a lo largo del barco. Estas co-  
ordenadas X - Y son indicadas en una dirección +X hacia afuera de la popa  
20 del barco y +Y hacia afuera de la banda de estribor del barco.

25 En un aspecto adicional de la invención, se identifican las coor-  
denadas X - Y de obstáculos en el trayecto del cable a medida que es remol-  
cado. Estas coordenadas X - Y son alimentadas a la matriz de cuadros del  
indicador visual o pantalla junto con las coordenadas X - Y del barco y

de los puntos seleccionados a lo largo del cable remolcado ilustrado en la figura 3.

Descripción de la realización preferida

5 En la exploración sísmica marina, el barco 10 de la figura 1 remolca un cable de detección sísmica 11 a lo largo de una línea de exploración. Dicho cable emplea convencionalmente una pluralidad de detectores o hidrófonos (no ilustrados) espaciados a lo largo de su longitud para recibir reflexiones sísmicas provenientes de la capa subsuperficial por debajo del fondo del océano. El cable también emplea una pluralidad  
10 de sensores de dirección magnética 12 dispuestos equidistantemente a lo largo de su longitud, ilustrándose cinco de tales sensores en la Figura 1. Cada sensor provee una señal representativa de la dirección magnética o dirección de la tangente a ese punto particular del cable. Conociendo la dirección de las tangentes al cable en tal pluralidad de puntos distribuidos a lo largo del cable y las distancias entre tales puntos, puede estimarse la ubicación del cable en toda su longitud.  
15

En la realización preferida, cada sensor 12 incluye una brújula magnética 12a y una unidad binaria de control 12b. Un sensor magnético Modelo 319 y una unidad binaria de control Modelo 350, ambos suministrados por Digicourse Inc., se emplean para cada brújula magnética 12a y para cada  
20 unidad binaria de control 12b, respectivamente. Las lecturas de las brújulas son multiplexadas por las unidades binarias de control asociadas y transmitidas por un solo par de conductores eléctricos que corren a todo lo largo del cable hasta el equipo computador de ubicación del cable dispuesto a bordo del barco tal como se ilustra en la figura 2. Cada unidad  
25

binaria de control es direccionada con su número de código apropiado por el interrogador 13. El interrogador consiste en una unidad de adquisición de datos Modelo 290 fabricada por Digicourse, Inc. Un pulso de arranque proveniente del temporizador de ciclo 14 inicia la multiplexación de las direcciones magnéticas hacia registros de información del interrogador 13. También se aplica a un registro de información en el interrogador 13 la señal de dirección o rumbo proveniente de una brújula magnética llevada a bordo, tal como el Sensor Magnético Modelo 101 de Digicourse, Inc. La dirección magnética en cualquiera de los seis registros de información puede ser mostrada visualmente en el indicador o pantalla 16 del sensor, tal como la Pantalla de Sensor Modelo 102 de Digicourse, Inc.

Los registros de información del interrogador 13 transfieren las direcciones magnéticas a una unidad externa de orientación en el registro de campo 17. Tal registrador de campo es preferiblemente el Registrador Digital de Campo DFS IV de Texas Instruments Incorporated. También está aplicada a dicha unidad externa de orientación la lectura de norte verdadero proveniente de un girocompás 18 y una lectura de la latitud y longitud de posicionamiento por satélite proveniente del sistema de navegación de a bordo 19. El registrador de campo 17, por consiguiente, contiene toda la información requerida por el computador de ubicación de cable 20 para calcular la ubicación del cable con respecto al rumbo giroscópico del barco. Preferentemente, el computador 20 es el Modelo 980 B de Texas Instruments Incorporated. Este computador convierte los datos provenientes de la brújula en coordenadas X e Y para ser registradas en una unidad de cinta magnética 24, estando la dirección +X orientada hacia afuera

de la banda de estribor del barco. Una simple graficación de las coordenadas del barco y las brújulas llevadas por el cable aparece sobre una pantalla de rayos catódicos 21. El computador también provee la orientación y radio de acción de cada brújula con respecto al barco. Se emplea una referencia de cero grados ( $0^\circ$ ) para el rumbo giroscópico del barco. Por consiguiente el ángulo de orientación de las brújulas será generalmente de alrededor de  $180^\circ$ . Tal información de orientación y radio de acción es registrada en el registrador 22, preferentemente un Registrador/Impresor de Teclado Silent 730KSR de Texas Instruments Incorporated.

Habiendo descripto en forma general la invención con respecto al diagrama de bloques de la figura 2, se hará a continuación una descripción más detallada de la operación de las varias unidades de la figura 2 junto con la ubicación del cable 11 durante una operación de remolque.

Durante las operaciones de exploración sísmica, cada ciclo de registro sísmico es iniciado en el tiempo cero por una señal terrestre de por lo menos 40 milisegundos pero no mayor que 100 milisegundos del temporizador de ciclo 14. Sin embargo, si no se llevan a cabo exploraciones sísmicas, la señal terrestre puede ser suministrada al interrogador 13 del computador de ubicación de cable 20. Esta señal terrestre es usada por el interrogador 13 para direccionar sucesivamente cada unidad binaria de control 12b durante 100 milisegundos. Por consiguiente se requerirán 500 milisegundos para leer las cinco brújulas 12a. La brújula magnética de a bordo es leída cada 25 milisegundos. Se requieren 60 milisegundos para dar salida a las lecturas de las brújulas desde los registros de información del interrogador 13 a la unidad externa de orientación del regis -

trador de campo 17.

5 En el registrador de campo 17, las diferencias magnéticas entre las lecturas de brújula magnética y las lecturas de girocompás son determinadas como indicaciones de las variaciones magnéticas de las lecturas de brújula con respecto al verdadero norte de la dirección o rumbo del barco. Las lecturas de brújula son extraídas del registrador de campo 17 y suministradas al computador de ubicación de cable 20 aproximadamente un segundo antes de cada disparo de la fuente acústica sísmica y del registro de los datos de reflexión sísmica resultantes. Aproximadamente 10 12 segundos transcurren entre cada disparo de fuentes acústicas.

15 A continuación de la transferencia de las direcciones magnéticas corregidas y la información de navegación desde el registrador de campo 17, el computador 20 determina las coordenadas X e Y de cada brújula, estando la dirección +X orientada hacia afuera de la popa del barco y la dirección +Y orientada hacia afuera de la banda de estribor del barco. También se determinan la orientación y radio de acción de cada brújula con respecto al barco. Tales determinaciones están basadas en la teoría de que cuando la tangente a una pluralidad de puntos a lo largo del cable (que son indicadas por las lecturas de las brújulas) es conocida y las distancias entre tales puntos a lo largo del cable son también conocidas, 20 pueden determinarse las longitudes y direcciones de las cuerdas entre tales puntos, suponiendo que el cable, entre tales puntos es un arco de circunferencia. Estas cuerdas pueden entonces ser acumuladas como una predicción de la posición del cable con respecto al rumbo del barco a medida que el cable es remolcado por el agua. Tal acumulación producirá 25

también un solo vector indicativo de la distancia desde la brújula más remota del cable al barco y la orientación de tal brújula con respecto al rumbo del barco. Haciendo referencia más particular a la figura 4 en ella se ilustra, como ejemplo, una configuración de un cable remolcado con respecto al rumbo del barco, en la cual

5

$c_0$  = rumbo del barco con respecto al norte magnético

$c_i$  = direcciones del cable con respecto al norte magnético en los puntos seleccionados de ubicación de las brújulas del cable (p. ej.  $C_1 - C_5$ )

10

$d_i$  = cuerda del arco de curvatura del cable entre brújulas adyacentes (p. ej.,  $d_0 - d_4$ )

$a_i$  = ángulo entre la cuerda  $d_i$  y la línea tangente para la dirección  $c_i$  del cable

$b_i$  = ángulo entre una línea paralela al rumbo del barco y la cuerda  $d_i$ , y

$s_i$  = longitud del arco de cable entre brújulas adyacentes.

15

Cada cuerda  $d_i$  definida como antecede se convierte en un segmento dirigido con componentes de vector  $X_i$  e  $Y_i$ . El cálculo de la distancia  $R$  y la orientación  $\theta$  entre el barco y la última brújula del cable es como sigue:

20

$$a_i = 1/2 (c_i - c_{i+1})$$

$$b_i = a_i + c_0 - c_i$$

$$d_i = (180 s_i / \pi a_i) \text{ sen } a_i$$

$$X_i = d_i \cos b_i ; Y_i = d_i \text{ sen } b_i$$

$$R = \sqrt{(\sum X_i)^2 + (\sum Y_i)^2}$$

$$\theta = 180^\circ - \text{tg}^{-1} (\sum Y_i / \sum X_i)$$

25

La eliminación de los términos  $\sum X_i$  y  $\sum Y_i$  da la orientación  $\theta$  con

respecto al rumbo del barco como se ve en la tabla de la figura 5.

5 Una graficación típica de la ubicación del cable con respecto al  
barco para el cable de cinco brújulas de la realización preferida, es i-  
lustrada en la Fig. 3. Tal graficación está basada en una matriz de cua-  
dros en la cual el cuadro entero en el cual cae una cierta coordenada  
X - Y es iluminado en la pantalla de tubo de rayos catódicos 21. Esta  
graficación de cinco puntos de coordenadas X - Y es actualizada antes de  
cada ciclo de disparo sísmico o sea aproximadamente cada 12 segundos. Si  
el barco cambiara su dirección y posición como se indica con la flecha 25  
10 en la figura 3, la posición de cada brújula es cambiada a una nueva co-  
ordenada X - Y en la matriz de la pantalla, como se muestra en líneas  
punteadas.

Además de la indicación visual de la ubicación del barco y su  
cable remolcado, varios obstáculos que están en el trayecto del barco y  
15 su cable, tales como otros barcos, torres de perforación etc., pueden tam-  
bién ser mostrados con sus coordenadas X - Y. Si el radar 23 del barco  
identificara un posible obstáculo, el operador del barco podría introdu-  
cir las coordenadas del obstáculo en la matriz de la pantalla indicadora  
mediante el teclado de entrada del registrador/impresor. El cuadro don-  
20 de caen las coordenadas X - Y del obstáculo es iluminado sobre la panta-  
lla de tubo de rayos catódicos 21. Por ejemplo, el cuadro marcado con un  
asterisco, \* , en la Figura 3 indica un obstáculo que se halla en un tra-  
yecto de colisión con el cable.

25 Varias modificaciones pueden hacerse en la realización arriba  
descripta de la presente invención, sin apartarse del alcance y espíritu

de la presente invención como se lo define en las reivindicaciones a-  
nexas. Por ejemplo, en vez de usar brújulas magnéticas para los senso-  
res 12a llevados por el cable, pueden emplearse giróscopos codificados,  
tensoímetros o aún sensores de flujo conectados en circuitos puente para  
5 detectar, por ejemplo, desequilibrios de presión o temperatura a través  
del cable. También pueden ubicarse antenas de navegación en boyas que  
sostienen el cable para enviar señales de dirección del cable al barco.  
Además, pueden emplearse varios tipos de equipos registradores e indica-  
dores en el barco para señalar la ubicación del cable.

10

15

20

25

REIVINDICACIONES

Habiendo así especialmente descripto y determinado la naturaleza de la presente invención y la forma en que la misma ha de ser llevada a la práctica, se declara reivindicar como de propiedad y derecho exclusivos:

5

1. Una disposición para ubicar la posición de un cable remolcado por un barco, caracterizada por comprender medios proveedores de señales de información navegacional que identifican las coordenadas X - Y de dicho barco; un sensor dispuesto en dicho barco y capaz de proveer una señal representativa del rumbo de dicho barco mientras remolca dicho cable por el agua; una pluralidad de sensores dispuestos en puntos seleccionados a lo largo del cable y capaces de proveer señales representativas de la dirección de las tangentes al cable en dichos puntos seleccionados; medios que responden a las señales emitidas por dichos sensores del cable, del sensor del barco y de dichos medios proveedores de información navegacional para determinar las coordenadas X - Y de cada uno de dicha pluralidad de sensores del cable; un indicador visual que tiene una matriz de cuadros indicadores; y medios para introducir la posición X - Y de dicho barco y la posición X - Y de dicha pluralidad de puntos seleccionados del cable en la matriz de dicho indicador visual, mediante lo cual los cuadros de dicha matriz indicadora identificados con dichas posiciones X - Y introducidas son distinguibles visualmente de los restantes cuadros.

10

15

20

25

2. Una disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dichos sensores del cable y dicho sensor instalado en el barco son brújulas magnéticas.

3. Una disposición de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada porque comprende un girocompás dispuesto en el barco para producir una señal representativa del verdadero rumbo norte del barco.

5

4. Una disposición de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada por comprender medios para determinar las variaciones magnéticas de las brújulas dispuestas en el cable y de la brújula dispuesta en el barco con respecto al norte verdadero del rumbo de dicho barco.

10

5. Una disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque las coordenadas X - Y de dichos sensores del cable son identificadas con respecto a una dirección +X hacia afuera de la popa del barco y una dirección +Y hacia afuera de la banda de estribor del barco.

6. Una disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dicho indicador visual es un tubo de rayos catódicos.

15

7. Una disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por comprender medios para identificar las coordenadas X - Y de obstáculos en el trayecto del cable mientras éste es remolcado por el barco, y medios para introducir las coordenadas X - Y de dichos obstáculos en la matriz de dicho indicador visual.

20

8. Una disposición para ubicar la posición de un cable remolcado por un barco.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

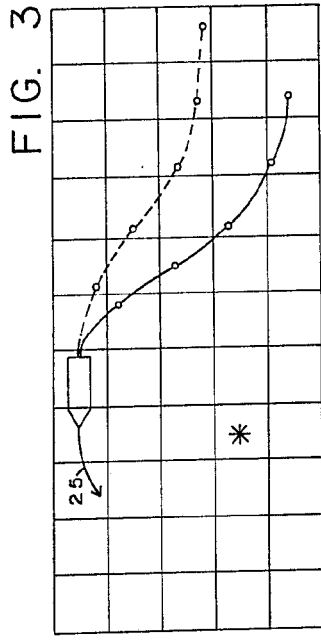
Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 12. MAR 1979

P.A.

**Alberto de Elizaburu**  
Por Poder,

5



\* =

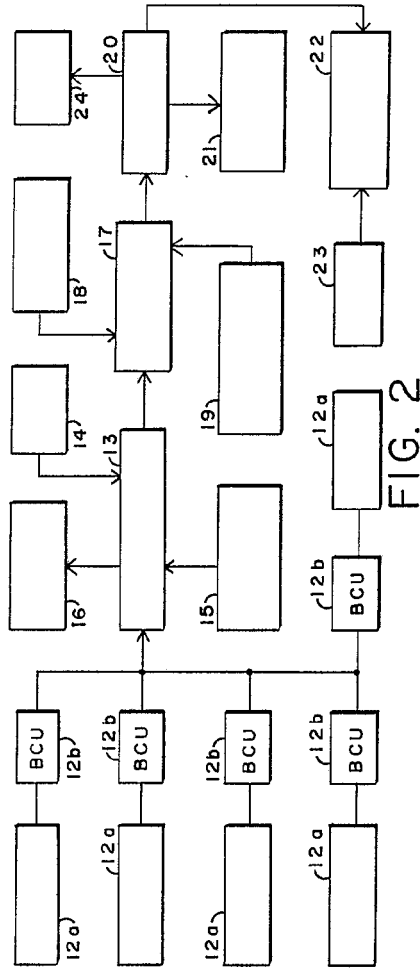


FIG. 2

X = -	X = +
Y = +	Y = +
←	
X = -	X = +
Y = -	Y = -

FIG. 5

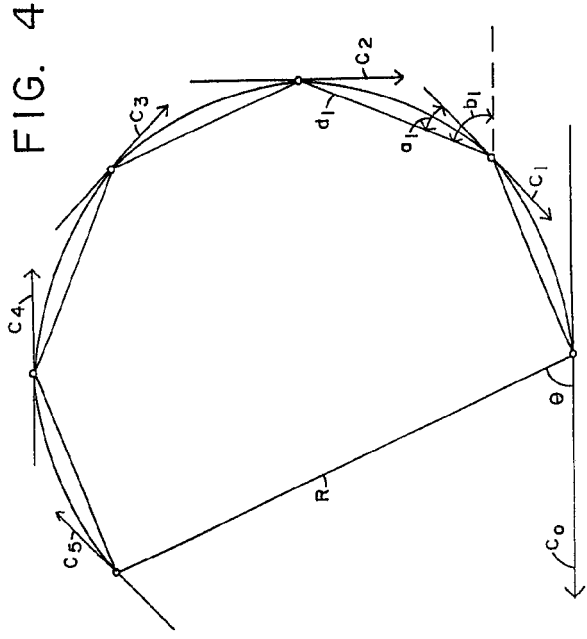


FIG. 4

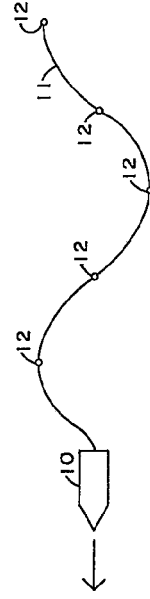


FIG. 1

Antonio de Jesus  
C.A. S.A.

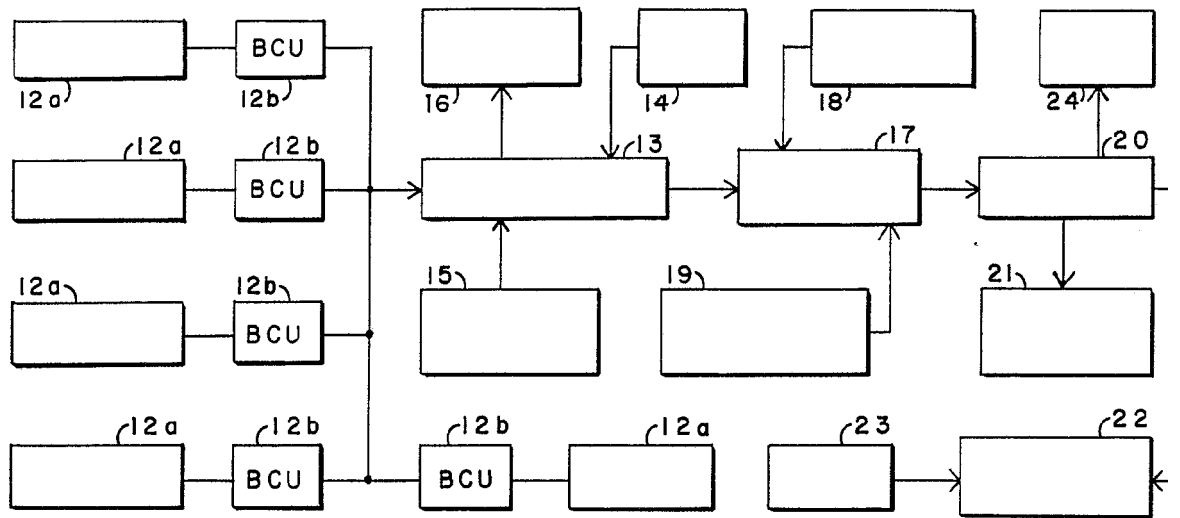


FIG. 2

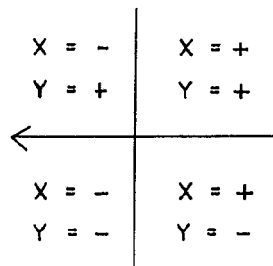


FIG. 5

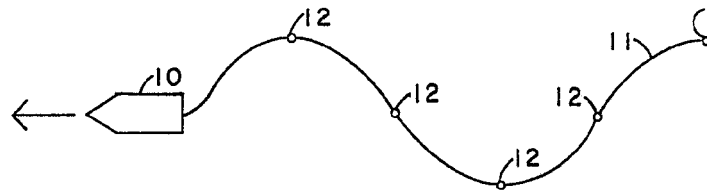
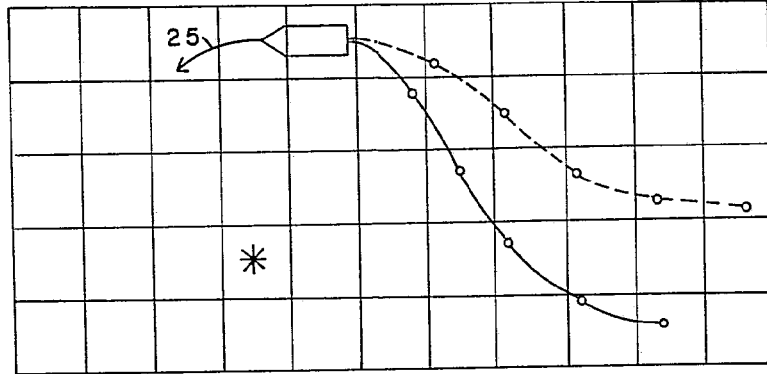


FIG. 1

FIG. 3



\* =

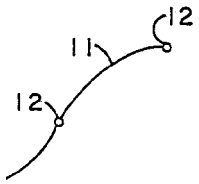
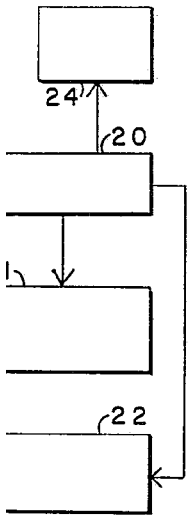
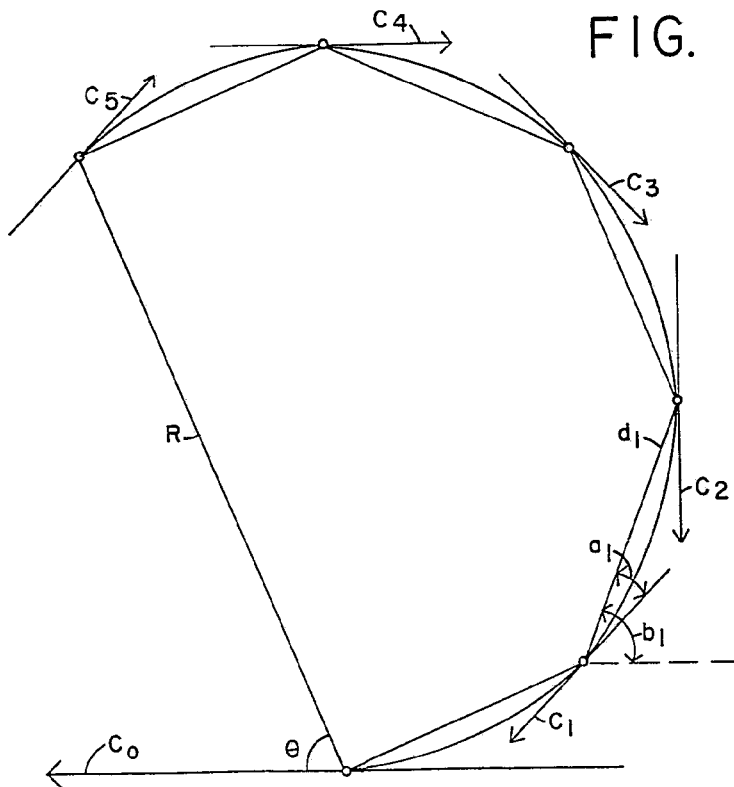


FIG. 4



Liberty de Hazzbury  
Per Eder  
*[Signature]*