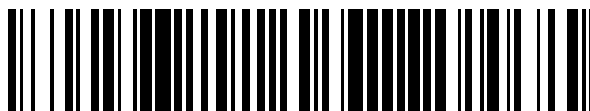


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 430 547**

51 Int. Cl.:

H03M 1/10 (2006.01)

H03M 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.1995 E 01109089 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2013 EP 1130782**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la conversión analógica-digital de señales**

30 Prioridad:

12.01.1995 DE 19502047

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

21.11.2013

73 Titular/es:

**STAGE TEC ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT
FÜR PROFESSIONELLE AUDIOTECHNIK MBH
(100.0%)
TABBERTSTRASSE 10
12459 BERLIN, DE**

72 Inventor/es:

**JAHNE, HELMUT, DR. ;
CAIN, KLAUS ;
ALTENBERG, OLAF y
KUTSCHABSKY, DETLEF**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 430 547 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

Procedimiento y dispositivo para la conversión analógica-digital de señales

5 La invención se refiere a un procedimiento para la conversión analógica-digital de señales y a un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento, siendo el área de utilización de la invención la técnica de detectores, la técnica de medición, la técnica de audio y, de manera general, la utilización en microprocesadores específicos de aplicaciones.

10 Es conocido que las señales analógicas con una dinámica importante, es decir, aquellos que presentan valores pequeños y valores grandes, en especial en relación con los valores pequeños, son difíciles de digitalizar y ello de forma poco precisa. Esto conduce a importantes errores de cálculo en el procedimiento digital general, o bien a una elevación del factor de distorsión para señales pequeñas. Por esta razón, se aplican en los casos indicados convertidores A/D con una elevada resolución, aunque la digitalización más exacta que se puede conseguir de valores grandes frecuentemente sería innecesaria, y además los convertidores A/D de elevada resolución son notablemente más caros. Algunas aplicaciones han estado cerradas hasta el momento a la aplicación digital, puesto que los convertidores mencionados de elevada resolución, con proporciones de conversión correspondientes no se encontraban a disposición hasta el momento. Es representativo citar en este caso, pudiéndose los estudios microfónicos para aplicación profesional con convertidores integrados A/D.

20 En todas estas áreas se pretende conseguir, desde hace largo tiempo, convertidores con menor resolución, más económicos y con pre-amplificación conmutable.

25 En el documento DE-OS 4312697 se soluciona el problema de un convertidor A/D de alta resolución con dos convertidores A/D de menor resolución y un convertidor DA de alta resolución. Por lo tanto, el problema es trasladado al convertidor DA.

30 En el documento DE-OS 3603833 se utiliza un amplificador (VCA) controlable para mantener a un convertidor A/D de menor resolución siempre en una zona de trabajo óptima. Con un segundo convertidor A/D de menor resolución, la tensión de control del VCA se digitaliza y se asocia con un correspondiente exponente con la señal digital del primer convertidor A/D. Por una parte, es problemática la línea de control no lineal de dichos VCA y, por otra parte, también lo es el propio VCA. Los mejores VCA que se pueden conseguir hasta el momento presentan un elevado nivel de ruido y esencialmente mayores distorsiones de la señal que los buenos convertidores A/D.

35 Otro sistema de principio es el del documento DE-OS 2946502. En este caso, se describe un convertidor A/D de alta resolución para señales sísmicas, que está constituido por un convertidor A/D de menor resolución y con varios pre-amplificadores con pre-amplificación fija y conocida. Según la magnitud de la señal a digitalizar, el convertidor A/D es conectado con el pre-amplificador apropiado y la señal digital se consigue por división por el factor de pre-amplificación. El mismo procedimiento lo describe también el documento DE-OS 3816903.

40 La patente EP0346605 se refiere a un convertidor A/D de elevada resolución que está preconectado a un amplificador con $L + 1$ etapas, y la señal de mayor magnitud, sin saturación, por elección de la etapa de amplificación, es enviada a la conversión. Es objetivo del documento EP0346605 el conseguir una resolución más elevada que la que es posible conseguir en base al número de bits. El objetivo se consigue de manera que la señal de entrada analógica es amplificada en un factor determinado s_i y a continuación es transformada en una palabra digital; a continuación esta palabra convertida es multiplicada con el valor inverso $1/s_i$ del factor, de manera que se aumenta la longitud de la palabra. El área de aplicación es el tratamiento de señales de audio en los estudios de sonido.

50 Por el documento US 4.999.628 se conoce una unidad de conversión analógica-digital (unidad de conversión A/D), en la que la unidad de conversión A/D comprende: un circuito de variación del nivel analógico que presenta una serie de amplificaciones y varía la magnitud de una señal de entrada analógica para generar una serie de señales de salida analógicas, que difieren entre sí en su magnitud de forma correspondiente a las amplificaciones, una serie de circuitos convertidores analógico-digital que están previstos de manera correspondiente a las múltiples señales digitales de salida, un circuito de control que recibe dos señales digitales codificadas y que calcula la diferencia entre estas para generar una primera señal de control, la cual indica la variación de una de las señales digitales codificadas en un valor, de manera que éste es igual al valor de la otra señal codificada, un circuito de cálculo que funciona como contestación a la primera señal de control y tiene como resultado que una de las señales digitales codificadas sea modificada en su valor para generar un candidato para una señal digital de salida y un circuito de salida que está conectado con uno de los circuitos de conversión analógico-digital y el circuito de cálculo, y que prepara la señal de salida poniéndola a disposición en un nudo de salida. Puesto que el valor de la señal de entrada analógica ha sido deducido de la señal digital codificada en base a la diferencia, la unidad analógica-digital debe ser independiente de las variaciones en el entorno.

65 La invención se propone el objetivo de conseguir un procedimiento mejorado y un dispositivo mejorado para la conversión analógica-digital de alta resolución con utilización de convertidores A/D de menor resolución.

El objetivo es conseguido según la invención mediante un procedimiento y un dispositivo que presentan las características de la reivindicación 1, así como un procedimiento y un dispositivo que presentan las características de la reivindicación 3.

5 Se prevé un procedimiento y un dispositivo para la conversión analógica-digital de señales por medio de, como mínimo, dos convertidores A/D (convertidores analógicos-digitales) que no son de alta resolución, en los que la señal analógica, por un parte, es convertida, no amplificada, en una primera señal digital (x1), y por otra parte, después de un tratamiento de la señal, en general una amplificación afectada por errores superior a 1, cuya magnitud no es necesariamente conocida con precisión, es convertida en una segunda señal digital (x2), de manera que en el caso
10 en que

a) el valor de la segunda señal digital (x2) se encuentra con una gran probabilidad en un rango en el que ha sido llevada por saturación, determinado de manera apropiada por superación por encima de un primer límite (s1) del módulo de la primera señal digital (x1) ($ABS(x1) < s1$), la señal digital de salida (y) resulta de la primera señal digital (x1) ($y=x1$), y, en el otro caso,

15 b) la señal digital de salida (y) resulta o bien de una multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de una adición con un desplazamiento negativo conocido (b), ($y=a*x2+b$), y, por otra parte, que en este caso la amplificación inversa supuesta es actualizada por cálculo recursivo, o bien de una multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de una adición con un desplazamiento negativo supuesto (b), se obtiene ($y=a*x2+b$), y, por otra parte, que en este caso la amplificación inversa supuesta y el desplazamiento negativo supuesto son reactualizados por cálculo recursivo.
20

Se tendrá en cuenta un desplazamiento negativo conocido o un desplazamiento negativo supuesto en el cálculo de la señal digital de salida (y), especialmente siempre que cuando no se cumple la afirmación de que el valor de la segunda señal digital (x2) se encuentra con gran probabilidad en una zona a la que fue conducida por saturación.
25

Se dan a conocer en especial, de acuerdo con una primera disposición, un procedimiento y dispositivo para la conversión analógica-digital de señales con utilización, como mínimo, de dos convertidores A/D de elevada resolución, de manera que la señal analógica, por una parte sin amplificar es convertida en una primera señal digital (x1), y por otra parte, después de un proceso de la señal, con una amplificación afectada de errores mayor de uno, cuya magnitud no es necesariamente conocida, es convertida en una segunda señal digital (x2), de manera que en caso de que
30

a) el valor de la segunda señal digital (x2) se encuentra con una gran probabilidad en un rango en el que ha sido llevado por saturación, determinado de manera apropiada por superación por encima de un primer límite (s1) del módulo de la primera señal digital (x1) ($ABS(x1) < s1$), la señal digital de salida (y) resulta de la primera señal digital (x1) ($y=x1$), y, en el otro caso,
35

b) la señal digital de salida (y) resulta de una multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y una suma con un desplazamiento negativo conocido (b), resultando ($y=a*x2+b$), y además que en este caso la amplificación inversa supuesta se actualiza por cálculo recursivo.
40

Un desarrollo adicional prevé que el cálculo recursivo de la amplificación inversa es efectuado según la fórmula: $a:=a+((x1+a*x2-b)/2/x2)-a*d$, en la que b representa el desplazamiento conocido y d representa un número muy pequeño, por ejemplo, igual a 0,001, que determina la velocidad de recurrencia.
45

Además, según una segunda disposición, se dan a conocer un procedimiento y un dispositivo para la conversión analógica-digital de señales por utilización de, como mínimo, dos convertidores A/D de resolución más reducida, en los que, por una parte, la señal analógica sin amplificar es convertida en una primera señal digital (x1), y por otra parte, después de un proceso de la señal es convertida de modo global mediante una amplificación afectada por errores superior a 1, cuya magnitud no es necesariamente conocida, en una segunda señal digital (x2), de manera que en el caso en que
50

a) el valor de la segunda señal digital (x2) se encuentra con una gran probabilidad en un rango en el que ha sido llevado por saturación, determinado de manera apropiada por superación por encima de un primer límite (s1) del módulo de la primera señal digital (x1) ($ABS(x1) < s1$), la señal digital de salida (y) resulta de la primera señal digital (x1) ($y=x1$), y, en el otro caso,
55

b) la señal digital de salida (y) resulta de una multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y una adición con un desplazamiento negativo supuesto (b), proporcionando ($y=a*x2+b$), y además que en este caso la amplificación inversa supuesta y el desplazamiento negativo supuesto son actualizados por cálculo recursivo.
60

Una realización adicional, de acuerdo con al segunda disposición prevé que adicionalmente, en caso de que el valor de la primera señal digital (x1) se encuentra en un rango en el que el módulo de la primera señal (s1) supera por debajo un primer límite (s1), pero supera por encima un segundo límite más reducido (s2) ($s1 > ABS(x1) > s2$), la amplificación inversa supuesta y el desplazamiento negativo supuesto son actualizados por cálculo recursivo; que en caso de superación por abajo del segundo umbral (s2), la resolución de la primera señal digital (x1) es tan reducida que un cálculo recursivo podría tener lugar únicamente con grandes errores.
65

Según algunas formas de realización de la segunda disposición se prevé que en el caso en el que

a) el valor de la segunda señal digital (x_2) se encuentra con una gran probabilidad en un rango en el que ha sido llevado por saturación, determinado de manera apropiada por superación por encima de un primer límite (s_1) del módulo de la primera señal digital (x_1) ($ABS(x_1) < s_1$), la señal digital de salida (y) resulta de la primera señal digital (x_1) ($y=x_1$),

b) el valor de la primera señal digital (x_1) se encuentra en un rango en el que el módulo de la primera señal (s_1) supera por abajo un primer límite (s_1), y que además supera por encima un segundo límite más reducido (s_2) ($s_1 > ABS(x_1) > s_2$), la señal digital de salida (y) resulta de una multiplicación de la segunda señal digital (x_2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de la adición con un desplazamiento negativo supuesto (b), ($y=a*x_2+b$), y

c) en el que, si ninguno de los dos primeros casos se produce, el valor de la primera señal digital (x_1) se encuentra, por lo tanto, en un rango en el que el módulo de la primera señal (s_1) supera por abajo un primer límite (s_1), pero supera por encima un segundo límite más reducido (s_2) ($s_1 > ABS(x_1) > s_2$), adopta forma de una función de ponderación que permite una combinación entre las dos directivas de cálculo descritas en los primeros casos de manera tal que la señal digital de salida (y) esté formada por la suma de la primera señal digital (x_1) multiplicada por la primera ponderación (g) y por la suma multiplicada por la ponderación inversa ($1-g$) del desplazamiento negativo supuesto (b) y de la multiplicación de la segunda señal digital (x_2) por la amplificación inversa supuesta (a), ($y=g*x_1+(1-g)*(a*x_2+b)$), y además la amplificación inversa supuesta y el desplazamiento negativo supuesto son actualizados por un cálculo recursivo.

En algunos desarrollos adicionales de las formas de realización, según la segunda disposición, se prevé que la ponderación (g) es una función lineal y es igual al cociente de la diferencia entre el módulo de la primera señal digital (x_1) y el segundo límite (s_2) dividido por la diferencia entre el primer límite (s_1) y el segundo límite (s_2) ($g=(ABS(x_1)-S_2)/(s_1-s_2)$).

Además, se prevén formas de realización, según la primera y la segunda disposición, en las que en el caso en el que el valor de la segunda señal digital (x_2) se encuentra con gran probabilidad en un rango en el que ha sido llevado por saturación, determinado de manera apropiada por superación por encima de un primer límite (s_1) del módulo de la primera señal digital (x_1), e igualmente en el caso en el que el tiempo después de la primera superación por encima del montante de la primera señal digital (x_1) más allá del primer límite (s_1) ($ABS(x_1) > s_1$) es inferior a un tiempo predefinido (t), la señal digital de salida resulta (y) de la primera señal digital (x_1), en los otros casos se aplican los procesos descritos anteriormente.

En otras realizaciones adicionales de las formas de realización, se acuerdo con ambas disposición, se puede prever que en los barridos periódicos de la señal se cuenta el número de periodos después de la superación por encima del módulo de la primera señal digital (x_1) más allá del primer límite (s_1), con la finalidad de obtener un módulo para el tiempo (t).

En algunas realizaciones adicionales, según la segunda disposición se prevé que el cálculo recursivo de la amplificación inversa y del desplazamiento negativo se efectúan únicamente en caso de variaciones lentas de la señal, determinadas por el paso por debajo de la diferencia entre el último valor y el valor actual de la primera señal digital (x_1) o de la segunda señal digital (x_2) por debajo del valor de un límite diferencial (s_3), lo que permite minimizar un error provocado por una diferencia temporal de la segunda señal digital (x_2), que tiene lugar en el curso de la etapa de tratamiento de la señal, con respecto a la primera señal digital (x_1).

En otras realizaciones adicionales, según la segunda disposición, se puede prever que en caso de superación por encima del límite diferencial (s_3) se efectúa un cálculo recursivo de diferencia de tiempo de propagación, se calcula una tercera señal digital (x_3) que corresponde a la segunda señal digital (x_2) retrasada del tiempo de propagación calculado y que utiliza la tercera señal digital (x_3) en el lugar de la segunda señal digital (x_2) en las ecuaciones que sirven para calcular la señal digital de salida (y).

En otras realizaciones adicionales, de acuerdo con la segunda disposición, se puede prever que en caso de superación por encima del límite diferencial (s_3), se efectúa un cálculo recursivo de la diferencia de tiempo de propagación sobre la base de un tiempo de propagación de un filtro pasa bajos, se calcula una tercera señal digital (x_3) que corresponde a la segunda señal digital (x_2) filtrada con el filtro pasabajos calculado y que se utiliza la tercera señal digital (x_3) en el lugar de la segunda señal digital (x_2) en las ecuaciones que sirven para calcular la señal digital de salida (y).

En algunas formas de realización de ambas realizaciones se puede prever que en el caso de señales analógicas unipolares se puede prescindir de la formación del módulo de la primera señal digital (x_1), en caso de comparación con el primer límite (s_1).

En algunas realizaciones adicionales de la segunda forma de realización, se prevé que el cálculo recursivo de la amplificación inversa se efectúa en base a la directriz de cálculo $a:=a+(((x_1+a*x_2-b)/2/x_2)-a)*d$, en la que d representa un número muy reducido, por ejemplo, igual a 0,001, que determina la velocidad de recurrencia, y porque el desplazamiento negativo supuesto es actualizado por un cálculo recursivo en base a la directiva de cálculo, $b:=b+(((x_1-a*x_2+b)/2)-b)*d$, en la que d , sin limitación del carácter general, es igual al valor d antes mencionado.

5 En algunas formas de realización de la segunda disposición, se prevé que en caso de señales bipolares, el cálculo
 10 recursivo de la amplificación inversa y del desplazamiento negativo se basan en una magnitud auxiliar positiva (p) y
 una magnitud auxiliar negativa (n), calculándose la magnitud auxiliar positiva (p) en el punto de apoyo positivo (xp), y
 la magnitud auxiliar negativa (n) es calculada en el punto de apoyo negativo (xn), y los valores del punto de apoyo
 positivo se escogen en la proximidad del valor final positivo de la escala de la segunda señal digital (x2) o iguales a
 estas últimas, y los valores del punto de apoyo negativo se escogen próximas al valor final negativo de la escala de
 la segunda señal digital (x2) o iguales a estas últimas, y porque además en el caso en que la primera señal digital
 (x1) sea superior a cero, la magnitud auxiliar (p) es calculada por la ecuación $p:=p+((x1+(xp-x2)*a+b)-p)*d$, y porque
 15 en el caso en que la primera señal digital (x1) sea inferior a cero, la magnitud auxiliar (n) es calculada por la
 ecuación $n:=n+((x1+(xn-x2)*a+b)-p)*d$, en la que d representa un número muy pequeño, por ejemplo igual a 0,001,
 que determina la velocidad de recurrencia, y porque el cálculo de la amplificación inversa es efectuado en base a la
 directiva de cálculo: $a=(p-n)/(xp-xn)$ y el cálculo del desplazamiento negativo es efectuado en base a la directiva de
 cálculo: $b=(xp*n-xn*p)/(xp-xn)$.

20 En algunas formas de realización de la segunda disposición se prevé que en caso de señales bipolares, el cálculo
 recursivo de la amplificación inversa y del desplazamiento negativo se basan en una corrección incremental, porque
 una primera magnitud auxiliar (p) y una segunda magnitud auxiliar (n) son introducidas, en el que en el caso en que
 la primera señal digital (x1) sea superior a cero y si la primera señal digital (x1) es superior a la multiplicación de la
 segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de la adición con el desplazamiento negativo
 supuesto (b) ($x1>a*x2+b$), la primera magnitud auxiliar (p) es puesta al valor +1, y si la primera señal digital (x1) es
 inferior a la multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de la adición
 con el desplazamiento negativo supuesto (b) ($x1>a*x2+b$), la primera magnitud auxiliar (p) es puesta al valor -1, y si
 25 la primera señal digital (x1) es inferior a cero, y en el caso en que la primera señal digital (x1) sea superior a la
 multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de la adición con el
 desplazamiento negativo supuesto (b) ($x1>a*x2+b$), la segunda magnitud auxiliar (n) es puesta en el valor +1, y si la
 primera señal digital (x1) es inferior a la multiplicación de la segunda señal digital (x2) con la amplificación inversa
 supuesta (a) y de la adición con el desplazamiento negativo supuesto (b) ($x1>a*x2+b$), la segunda magnitud auxiliar
 (n) es puesta al valor -1, y porque además en el caso en el que, si la primera magnitud auxiliar (p) y la segunda
 30 magnitud auxiliar (n) tienen el mismo valor +1, el desplazamiento negativo (b) es incrementado o si la primera
 magnitud auxiliar (p) y la segunda magnitud auxiliar (n) tienen el mismo valor -1, el desplazamiento negativo (n) es
 disminuido y las primera y segunda magnitudes auxiliares (p) (n) son puestas a valor cero, o si la primera magnitud
 auxiliar (p) es igual al valor +1 la segunda magnitud auxiliar (n) es igual al valor -1, la amplificación inversa (a) y el
 desplazamiento negativo (b) son incrementados y las primera y segunda magnitudes auxiliares (p) (n) son puestas a
 35 valor cero, o si la primera magnitud auxiliar (p) es igual al valor -1 y la segunda magnitud auxiliar (n) es igual a +1, la
 amplificación inversa (a) y el desplazamiento negativo (b) son disminuidos y las primera y segunda magnitudes
 auxiliares (p) (n) son puestas a valor cero, y porque además la disminución y el incremento son efectuados con
 pasos suficientemente pequeños.

40 En algunas formas de realización, según ambas realizaciones, el primer límite (s1) es calculado cíclicamente.

45 En algunas realizaciones adicionales, según ambas disposiciones, se prevé que en caso de un desplazamiento
 negativo tan pequeño que sea despreciable, el primer límite (s1) es igual al valor máximo de la escala de la primera
 señal digital (x1) multiplicado por la amplificación inversa supuesta (a) ($s1=a*FS$).

50 En algunas otras realizaciones adicionales, según ambas disposiciones, se prevé de manera alternativa que el
 primer límite (s1) es igual al valor máximo de la escala (FS) de la primera señal digital (x1) multiplicado por la
 amplificación inversa (a) y por la adición del desplazamiento negativo (b) ($s1 =a*FS+b$).

55 En otras realizaciones adicionales, según ambas disposiciones, se prevé de manera alternativa que en caso de un
 desplazamiento negativo tan pequeño que sea despreciable, el primer límite (s1) es igual al valor máximo de la
 escala de la primera señal digital (x1) multiplicado por la amplificación inversa supuesta (a) y multiplicado por una
 constante (c), que es típicamente inferior a uno ($s1=a*c*FS$), lo que evita eventuales saturaciones internas en las
 proximidades del primer límite (s1).

60 En otras realizaciones adicionales, según ambas disposiciones, se prevé de manera alternativa que el primer límite
 (s1) es igual a la multiplicación de una constante (c) que es típicamente inferior a uno por el valor máximo de escala
 (FS) de la primera señal digital (x1) multiplicado por la amplificación inversa (a) y de la adición del desplazamiento
 negativo (b) ($s1=c*(a*FS+b)$), lo que evita eventuales saturaciones internas en las proximidades del primer límite
 (s1).

65 En algunas formas de realización, según la segunda disposición, se prevé que el segundo límite (s2) es calculado
 cíclicamente.

En algunas realizaciones adicionales, de acuerdo con la segunda disposición, se prevé entonces que el segundo
 límite (s2) es igual al primer límite (s1) multiplicado por la amplificación inversa supuesta (a) ($s1 =a*s2$).

- Según ambas disposiciones, se dan a conocer otras formas de realización del procedimiento y del dispositivo para conversión analógica-digital de señales con utilización de varios convertidores A/D con resolución más reducida, de manera que la señal analógica es convertida una vez no amplificada en una primera señal digital (x_1) y varias veces después de tratamiento de señal, en general, una amplificación afectada por errores, superior a uno, cuyas magnitudes no deben ser necesariamente conocidas con precisión, se convierte en varias señales digitales ($x_2 \dots x_n$), para cada par de señales digitales, se efectuará un procedimiento tal como se ha descrito anteriormente, lo que resulta en una puesta en cascada.
- 5
- 10 Las realizaciones adicionales de todas las formas de realización descritas anteriormente prevén que para obtener la primera señal digital (x_1), solamente después de un tratamiento de señal, en general una amplificación afectada por errores, cuyas magnitudes no son necesariamente conocidas con precisión, la señal analógica es convertida igualmente en una señal digital (x_1), lo que reduce particularmente los errores de tiempo de propagación.
- 15 Además, se prevé como realización adicional para todas las formas de realización descritas de ambas disposiciones que después de la puesta bajo tensión, cíclicamente o según las necesidades, se aplica al dispositivo de conversión analógico-digital una señal de calibrado, con la cual se determinan los valores que son necesarios para el funcionamiento y que se han descrito anteriormente.
- 20 En las figuras 1 y 2, se muestran representaciones esquemáticas de formas de realización de disposiciones para la conversión analógica-digital de señales.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento y dispositivo para la conversión analógica-digital de señales por medio de, como mínimo, dos convertidores A/D (convertidores analógicos-digitales) que no son de alta resolución, en los que la señal analógica, por una parte, es convertida, no amplificada en una primera señal digital (x1), y por otra parte, después de un tratamiento de la señal, en general una amplificación afectada por errores superior a 1, cuya magnitud no es necesariamente conocida con precisión, es convertida en una segunda señal digital (x2), de manera que en el caso en que
- 5 a) el valor de la segunda señal digital (x2) se encuentra con una gran probabilidad en un rango en el que ha sido llevada por saturación, determinado de manera apropiada por superación por encima de un primer límite (s1) del módulo de la primera señal digital (x1) ($ABS(x1) < s1$), la señal digital de salida (y) resulta de la primera señal digital (x1) ($y=x1$), y, en el otro caso,
- 10 b) la señal digital de salida (y) resulta de una multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de una adición con un desplazamiento negativo conocido (b), ($y=a*x2+b$), y, por otra parte,
- 15 que en este caso la amplificación inversa supuesta es actualizada por cálculo recursivo.
2. Procedimiento de conversión analógico-digital, según la reivindicación 1, caracterizado porque el cálculo recursivo de la amplificación inversa es efectuado según la fórmula:
- 20 $a:=a+((x1+a*x2-b)/2/x2)-a*d$, en la que b representa el desplazamiento conocido y d representa un número muy pequeño, por ejemplo, igual a 0,001, que determina la velocidad de recurrencia.
3. Procedimiento y dispositivo para la conversión analógica-digital de señales por medio de, como mínimo, dos convertidores A/D que no son de alta resolución, en los que, por una parte, la señal analógica es convertida una vez no amplificada en una primera señal digital (x1), y por otra parte, después de un tratamiento de la señal, en general una amplificación afectada por errores superior a 1, cuya magnitud no es necesariamente conocida con precisión, es convertida en una segunda señal digital (x2), de manera que en el caso en que
- 25 a) el valor de la segunda señal digital (x2) se encuentra con una gran probabilidad en un rango en el que ha sido llevada por saturación, determinado de manera apropiada por superación por encima de un primer límite (s1) del módulo de la primera señal digital (x1) ($ABS(x1) < s1$), la señal digital de salida (y) resulta de la primera señal digital (x1) ($y=x1$), y, en el otro caso,
- 30 b) la señal digital de salida (y) resulta de una multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de una adición con un desplazamiento negativo supuesto (b), ($y=a*x2+b$), y, por otra parte, que en este caso la amplificación inversa supuesta y el desplazamiento negativo supuesto son actualizados por cálculo recursivo.
- 35 4. Procedimiento de conversión analógica-digital, según la reivindicación 3, caracterizado porque además del caso en el que el valor de la primera señal digital (x1) se encuentra en un rango en el que el módulo de la primera señal (s1) supera por debajo un primer límite (s1), pero supera por encima un segundo límite más reducido (s2) ($s1 > ABS(x1) > s2$), la amplificación inversa supuesta y el desplazamiento negativo supuesto son actualizados por
- 40 cálculo recursivo; a continuación en caso de superación por abajo del segundo umbral (s2), la resolución de la primera señal digital (x1) es tan reducida que un cálculo recursivo podría tener lugar únicamente con grandes errores.
5. Procedimiento de conversión analógica-digital, según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado porque en el caso
- 45 a) en el que el valor de la segunda señal digital (x2) se encuentra con una gran probabilidad en un rango en el que ha sido llevada por saturación, determinado de manera apropiada por superación por encima de un primer límite (s1) del módulo de la primera señal digital (x1) ($ABS(x1) < s1$), la señal digital de salida (y) resulta de la primera señal digital (x1) ($y=x1$),
- 50 b) en el que el valor de la primera señal digital (x1) se encuentra en un rango en el que el módulo de la primera señal (s1) supera por abajo un primer límite (s1), y que además supera por encima un segundo límite más reducido (s2) ($s1 > ABS(x1) > s2$), la señal digital de salida (y) resulta de una multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de la adición con un desplazamiento negativo supuesto (b), ($y=a*x2+b$), y
- 55 c) en el que, si ninguno de los dos primeros casos se produce, el valor de la primera señal digital (x1) se encuentra, por lo tanto, en un rango en el que el módulo de la primera señal (s1) supera por abajo un primer límite (s1), pero supera por encima un segundo límite más reducido (s2) ($s1 > ABS(x1) > s2$), adopta forma de una función de ponderación que permite una combinación entre las dos directivas de cálculo descritas en los primeros casos de manera tal que la señal digital de salida (y) esté formada por la suma de la primera señal digital (x1) multiplicada por la primera ponderación (g) y por la suma multiplicada por la ponderación inversa (1-g) del desplazamiento negativo supuesto (b) y de la multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a), ($y=g*x1+(1-g)*(a*x2+b)$), y además la amplificación inversa supuesta y el desplazamiento negativo supuesto son actualizados por un cálculo recursivo.
- 60 6. Procedimiento de conversión analógica-digital, según la reivindicación 5, caracterizado porque la ponderación (g) es una función lineal y es igual al cociente de la diferencia entre el módulo de la primera señal digital (x1) y el segundo umbral (s2) dividido por la diferencia entre el primer umbral (s1) y el segundo umbral (s2) ($g=(ABS(x1)-S2)/(s1-s2)$).

7. Procedimiento de conversión analógica-digital, según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque en el caso en el que el valor de la segunda señal digital (x2) se encuentra con gran probabilidad en un rango en el que ha sido llevada por saturación, determinado de manera apropiada por superación por encima de un primer límite (s1) del módulo de la primera señal digital (x1), e igualmente en el caso en el que el tiempo después de la primera superación por encima del montante de la primera señal digital (x1) más allá del primer límite (s1) ($ABS(x1) > s1$) es inferior a un tiempo predefinido (t), la señal digital de salida resulta (y) de la primera señal digital (x1), en los otros casos se aplican los procesos descritos anteriormente.
8. Procedimiento de conversión analógica-digital, según la reivindicación 7, caracterizado porque en los barridos periódicos de la señal se cuenta el número de periodos después de la superación por encima del módulo de la primera señal digital (x1) más allá del primer límite (s1), con la finalidad de obtener una magnitud para el tiempo (t).
9. Procedimiento de conversión analógica-digital, según una de las reivindicaciones 3 a 8, caracterizado porque el cálculo recursivo de la amplificación inversa y del desplazamiento negativo se efectúan únicamente en caso de variaciones lentas de la señal, determinadas por el paso por debajo de la diferencia entre el último valor y el valor actual de la primera señal digital (x1), o de la segunda señal digital (x2) por debajo del valor de un límite diferencial (s3), lo que permite minimizar un error provocado por una diferencia temporal de la segunda señal digital (x2), que tiene lugar en el curso de la etapa de tratamiento de la señal, con respecto a la primera señal digital (x1).
10. Procedimiento de conversión analógico-digital, según la reivindicación 9, caracterizado porque en caso de superación por encima del límite diferencial (s3) se efectúa un cálculo recursivo de diferencia de tiempo de propagación, se calcula una tercera señal digital (x3) que corresponde a la segunda señal digital (x2) retrasada del tiempo de propagación calculado y que utiliza la tercera señal digital (x3) en el lugar de la segunda señal digital (x2) en las ecuaciones que sirven para calcular la señal digital de salida (y).
11. Procedimiento de conversión analógico-digital, según la reivindicación 10, caracterizado porque en caso de superación por encima del límite diferencial (s3), se efectúa un cálculo recursivo de la diferencia de tiempo de propagación sobre la base de un tiempo de propagación de un filtro pasa bajos, se calcula una tercera señal digital (x3) que corresponde a la segunda señal digital (x2) filtrada con el filtro pasabajos calculado y que se utiliza la tercera señal digital (x3) en el lugar de la segunda señal digital (x2) en las ecuaciones que sirven para calcular la señal digital de salida (y).
12. Procedimiento de conversión analógica-digital, según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque en el caso de señales analógicas unipolares se puede prescindir de la formación del módulo de la primera señal digital (x1), en caso de comparación con el primer límite (s1).
13. Procedimiento de conversión analógica-digital, según una de las reivindicaciones 3 a 12, caracterizado porque el cálculo recursivo de la amplificación inversa se efectúa en base a la directriz de cálculo $a := a + ((x1 + a * x2 - b) / 2 / x2) - a * d$, en la que d representa un número muy reducido, por ejemplo, igual a 0,001, que determina la velocidad de recurrencia, y porque el desplazamiento negativo supuesto es actualizado por un cálculo recursivo en base a la directiva de cálculo, $b := b + ((x1 - a * x2 + b) / 2) - b * d$, en la que d, sin limitación del carácter general, es igual al valor d antes mencionado.
14. Procedimiento de conversión analógica-digital, según una de las reivindicaciones 3 a 12, caracterizado porque en caso de señales bipolares, el cálculo recursivo de la amplificación inversa y del desplazamiento negativo se basan en una magnitud auxiliar positiva (p) y una magnitud auxiliar negativa (n), calculándose la magnitud auxiliar positiva (p) en el punto de apoyo positivo (xp), y la magnitud auxiliar negativa (n) es calculada en el punto de apoyo negativo (xn) y los valores del punto de apoyo positivo se escogen en la proximidad del valor final positivo de la escala de la segunda señal digital (x2) o iguales a estas últimas y los valores del punto de apoyo negativo se escogen próximas al valor final negativo de la escala de la segunda señal digital (x2) o iguales a estas últimas, y porque además en el caso en que la primera señal digital (x1) sea superior a cero, la magnitud auxiliar (p) es calculada por la ecuación $p := p + ((x1 + (xp - x2) * a + b) - p) * d$, y porque en el caso en que la primera señal digital (x1) sea inferior a cero, la magnitud auxiliar (n) es calculada por la ecuación $n := n + ((x1 + (xn - x2) * a + b) - p) * d$, en la que d representa un número muy pequeño, por ejemplo igual a 0,001, que determina la velocidad de recurrencia, y porque el cálculo de la amplificación inversa es efectuado en base a la directiva de cálculo: $a = (p - n) / (xp - xn)$ y el cálculo del desplazamiento negativo es efectuado en base a la directiva de cálculo: $b = (xp * n - xn * p) / (xp - xn)$.
15. Procedimiento de conversión analógica-digital, según una de las reivindicaciones 3 a 12, caracterizado porque en caso de señales bipolares, el cálculo recursivo de la amplificación inversa y del desplazamiento negativo se basan en una corrección incremental, porque una primera magnitud auxiliar (p) y una segunda magnitud auxiliar (n) son introducidas, en el que en el caso en que la primera señal digital (x1) sea superior a cero y si la primera señal digital (x1) es superior a la multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de la adición con el desplazamiento negativo supuesto (b) ($x1 > a * x2 + b$), la primera magnitud auxiliar (p) es puesta al valor +1, y si la primera señal digital (x1) es inferior a la multiplicación de la segunda señal digital (x2) por la

- amplificación inversa supuesta (a) y de la adición con el desplazamiento negativo supuesto (b) ($x_1 > a \cdot x_2 + b$), la primera magnitud auxiliar (p) es puesta al valor -1, y si la primera señal digital (x_1) es inferior a cero, y en el caso en que la primera señal digital (x_1) sea superior a la multiplicación de la segunda señal digital (x_2) por la amplificación inversa supuesta (a) y de la adición con el desplazamiento negativo supuesto (b) ($x_1 > a \cdot x_2 + b$), la segunda magnitud auxiliar (n) es puesta en el valor +1, y si la primera señal digital (x_1) es inferior a la multiplicación de la segunda señal digital (x_2) con la amplificación inversa supuesta (a) y de la adición con el desplazamiento negativo supuesto (b) ($x_1 > a \cdot x_2 + b$), la segunda magnitud auxiliar (n) es puesta al valor -1, y porque además en el caso en el que, si la primera magnitud auxiliar (p) y la segunda magnitud auxiliar (n) tienen el mismo valor +1, el desplazamiento negativo (b) es incrementado o si la primera magnitud auxiliar (p) y la segunda magnitud auxiliar (n) tienen el mismo valor -1, el desplazamiento negativo (n) es disminuido y las primera y segunda magnitudes auxiliares (p) (n) son puestas a valor cero, o si la primera magnitud auxiliar (p) es igual al valor +1 la segunda magnitud auxiliar (n) es igual al valor -1, la amplificación inversa (a) y el desplazamiento negativo (b) son incrementados y las primera y segunda magnitudes auxiliares (p) (n) son puestas a valor cero, o si la primera magnitud auxiliar (p) es igual al valor -1 y la segunda magnitud auxiliar (n) es igual a +1, la amplificación inversa (a) y el desplazamiento negativo (b) son disminuidos y las primera y segunda magnitudes auxiliares (p) (n) son puestas a valor cero, y porque además la disminución y el incremento son efectuados con pasos suficientemente pequeños.
16. Procedimiento de conversión analógica-digital, según una de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque el primer límite (s_1) es calculado cíclicamente.
17. Procedimiento de conversión analógico-digital, según la reivindicación 16, caracterizado porque en caso de un desplazamiento negativo tan pequeño que sea despreciable, el primer límite (s_1) es igual al valor máximo de la escala de la primera señal digital (x_1) multiplicado por la amplificación inversa supuesta (a) ($s_1 = a \cdot FS$).
18. Procedimiento de conversión analógico-digital, según la reivindicación 16, caracterizado porque el primer límite (s_1) es igual al valor máximo de la escala (FS) de la primera señal digital (x_1) multiplicado por la amplificación inversa (a) y por la adición del desplazamiento negativo (b) ($s_1 = a \cdot FS + b$).
19. Procedimiento de conversión analógico-digital, según la reivindicación 16, caracterizado porque en caso de un desplazamiento negativo tan pequeño que sea despreciable, el primer límite (s_1) es igual al valor máximo de la escala de la primera señal digital (x_1) multiplicado por la amplificación inversa supuesta (a) y multiplicado por una constante (c) que es típicamente inferior a uno ($s_1 = a \cdot c \cdot FS$), lo que evite eventuales saturaciones internas en las proximidades del primer límite (s_1).
20. Procedimiento de conversión analógico-digital, según la reivindicación 16, caracterizado porque el primer límite (s_1) es igual a la multiplicación de una constante (c) que es típicamente inferior a uno por el valor máximo de escala (FS) de la primera señal digital (x_1) multiplicado por la amplificación inversa (a) y de la adición del desplazamiento negativo (b) ($s_1 = c \cdot (a \cdot FS + b)$), lo que evita eventuales saturaciones internas en las proximidades del primer límite (s_1).
21. Procedimiento de conversión analógica-digital, según una de las reivindicaciones 4 a 20, caracterizado porque el segundo límite (s_2) es calculado cíclicamente.
22. Procedimiento de conversión analógico-digital, según la reivindicación 21, caracterizado porque el segundo límite (s_2) es igual al primer límite (s_1) multiplicado por la amplificación inversa supuesta (a) ($s_2 = a \cdot s_1$).
23. Procedimiento y dispositivo de conversión analógica-digital de señales por medio de varios convertidores A/D que no son de alta resolución, caracterizados porque la señal analógica es convertida una vez no amplificada en una primera señal digital (x_1) y varias veces después de tratamiento de señal, en general, una amplificación afectada por errores, superior a uno, cuyas magnitudes no deben ser necesariamente conocidas con precisión, se convierte en varias señales digitales ($x_2 \dots x_n$), para cada par de señales digitales, siendo efectuado un procedimiento correspondiente a las reivindicaciones 1 a 22, lo que realiza una puesta en cascada.
24. Procedimiento y dispositivo de conversión analógica-digital de señales, según las reivindicaciones 1 a 23, caracterizados porque para obtener la primera señal digital (x_1), solamente después de un tratamiento de señal, en general una amplificación afectada por errores, cuyas magnitudes no son necesariamente conocidas con precisión, la señal analógica es convertida igualmente en una señal digital (x_1), lo que reduce particularmente los errores de tiempo de propagación.
25. Procedimiento de conversión analógica-digital, según una de las reivindicaciones 1 a 24, caracterizado porque después de la puesta bajo tensión, cíclicamente o según las necesidades, se aplica al dispositivo de conversión analógico-digital una señal de calibrado, con la cual se determinan los valores que son necesarios para el funcionamiento y que se describen en las reivindicaciones 1 a 24.

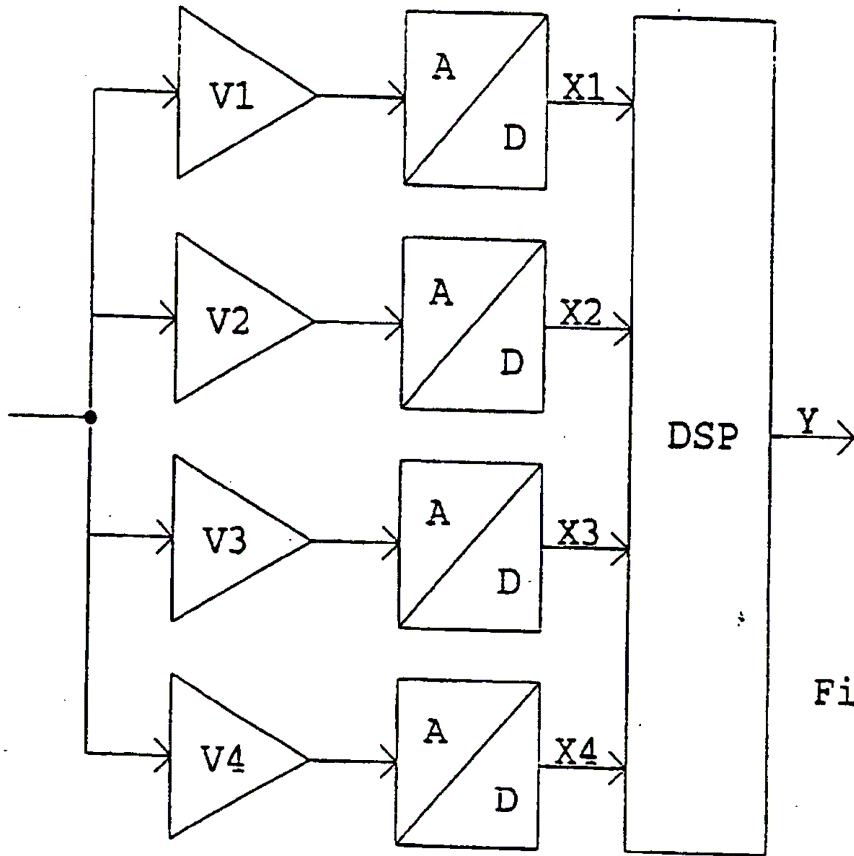


Fig.1

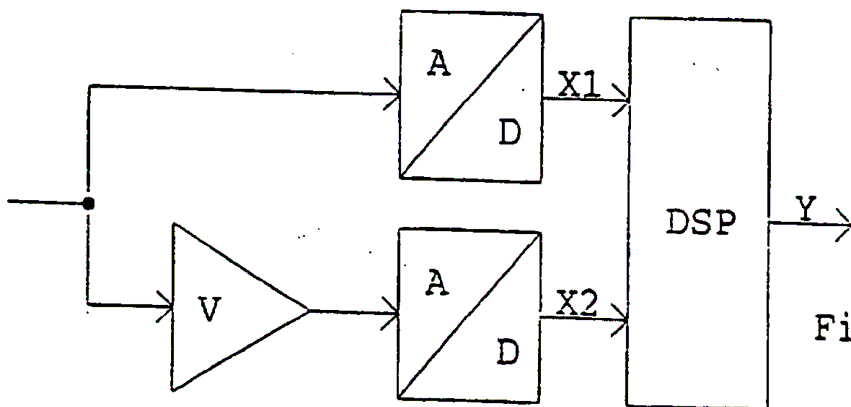


Fig.2