

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 394**

51 Int. Cl.:

**G06F 3/041** (2006.01)

**G01R 27/26** (2006.01)

**G06F 3/044** (2006.01)

**H03K 17/96** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2015 PCT/EP2015/060474**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15173241**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2015 E 15722191 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 3143482**

54 Título: **Procedimiento para medir un valor de capacidad**

30 Prioridad:

**16.05.2014 DE 102014007236**

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

**02.11.2018**

73 Titular/es:

**LEOPOLD KOSTAL GMBH & CO. KG (100.0%)  
An der Bellmeri 10  
58513 Lüdenscheid, DE**

72 Inventor/es:

**BORGMANN, UWE y  
LEXOW, CARL CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

ES 2 688 394 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 para medir un valor de capacidad

5 La invención se refiere a un procedimiento para medir un valor de capacidad  $C_M$  de un elemento sensor capacitivo por medio de un procedimiento de integración, en el que una conexión del elemento sensor con una primera conexión de un condensador de integración con un valor de capacidad conocido  $C_i$ , que es mayor con respecto al valor de capacidad  $C_M$  del elemento sensor, está eléctricamente conectada a un nodo de conmutación común, y en el que después de un número  $I_Z$  de ciclos de integración llevados a cabo se mide una tensión  $U_{Ci}$  aplicada en el condensador de integración por medio de un convertidor A/D.

15 Los procedimientos del tipo comentado en este caso se usan para evaluar sensores de contacto o de aproximación capacitivos. Un sensor de este tipo puede detectar la presencia y, en el caso de la configuración correspondiente, también el sitio de un contacto o de la aproximación de un objeto, tal como por ejemplo un dedo del usuario o un lápiz, dentro de una zona sensible. La zona sensible al contacto puede superponerse a este respecto por ejemplo en una pantalla de visualización. En una aplicación de visualización, el sensor de contacto o de aproximación puede permitir al usuario interactuar directamente con lo que se representa en la pantalla, y no solo indirectamente por medio de un ratón o un periférico de entrada similar. Existe un número de distintos tipos de sensores de contacto, tal como por ejemplo sensores de contacto resistivos, sensores de contacto con ondas superficiales acústicas y sensores de contacto capacitivos, habiendo estos últimos, con los que puede detectarse justamente en particular también ya una simple aproximación, experimentado entretanto la mayor aceptación.

25 Cuando un objeto toca o entra en las proximidades de una superficie de un sensor de contacto capacitivo, se produce una variación del valor de capacidad del sensor. Es objetivo de un aparato de control de sensor asociado o del procedimiento de medición usado por el mismo, procesar este cambio de capacidad, para detectar el contacto o la aproximación que lo desencadena. La dificultad particular en este sentido consiste en que los valores de capacidad de los sensores y en particular las variaciones que van a registrarse son muy pequeños. Por este motivo, para su medición se hace uso frecuentemente de los denominados procedimientos de integración, en los que en varios ciclos sucesivos, se transfieren pequeñas cantidades de carga desde el elemento sensor, cuyo valor de capacidad es relativamente pequeño y variable, hasta un condensador de integración con un valor de capacidad fijo conocido y claramente mayor.

35 Por la publicación para información de solicitud de patente US 2011/261006 A1 se ha conocido un procedimiento para medir un valor de capacidad de un elemento sensor capacitivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. En el procedimiento que se describe en este caso para medir un valor de capacidad se trata de un procedimiento de integración del tipo ya mencionado, en el que una conexión del elemento sensor está conectada eléctricamente con una primera conexión del condensador de integración en un nodo de conmutación común.

40 Para llevar a cabo la medición se usan distintos métodos. De este modo, después de llevarse a cabo un número predeterminado de forma fija de los denominados ciclos de integración, puede medirse y digitalizarse por medio de un convertidor A/D la tensión aplicada en el condensador de integración, resultante de la suma de las transferencias de carga que han tenido lugar a este respecto. Como resultado de la medición se usa la tensión medida en sí, o su valor digitalizado, o el valor de la capacidad de medición calculado a partir de este valor y las magnitudes constantes conocidas de capacidad del condensador de integración, tensión de alimentación y número de ciclos de integración.

45 Como alternativa a esto puede medirse en cambio también en cada ciclo de integración individual la tensión aplicada en el condensador de integración y finalizarse la medición al alcanzar un valor umbral predeterminado. El parámetro de medición es en este caso entonces el número de ciclos de integración llevados a cabo hasta alcanzar la tensión de valor umbral.

50 La resolución de estos procedimientos de medición y por lo tanto el límite para la distinción de dos estados, o valores de capacidad, está determinado de manera decisiva por la resolución del convertidor A/D usado. Mediante un convertidor A/D pueden registrarse tensiones solamente en determinadas graduaciones diferenciadas. Estos pasos se denominan también intervalos de cuantificación. Es decir, el intervalo que va a medirse se cuantifica, es decir se divide en intervalos diferenciados, es decir, en este caso pasos de tensión. En una medición, se asocia entonces a la tensión real, es decir medida de manera análoga, el valor del siguiente paso más alto o más bajo como valor de medición digital, en función de cuál de estos pasos se encuentra más próximo al mismo. La desviación de la tensión real con respecto al paso de tensión emitido por el convertidor A/D es el error de cuantificación. Es decir, siempre que en adelante se hable del valor de tensión medido por el convertidor A/D, quiere decirse con ello en cada caso el valor digital de los pasos de tensión emitidos por el convertidor A/D.

60 El procedimiento de acuerdo con la presente invención tiene, con respecto al descrito anteriormente, la ventaja de, con una resolución idéntica del convertidor A/D, alcanzar una mayor resolución del resultado de medición.

Esto se logra de acuerdo con la invención mediante las etapas de procedimiento:

65 a) establecer un número  $N$  de ciclos de integración que van a llevarse a cabo a un valor inicial  $N_{inicial}$  y determinar

un valor final  $N_{\text{final}}$  para el número  $N$  de ciclos de integración que van a llevarse a cabo

b) inicializar un valor acumulado de tensión  $U_{\text{total}}$  al valor cero

c) inicializar el número IZ de ciclos de integración llevados a cabo al valor cero

5 d) llevar a cabo el procedimiento de integración hasta que el número IZ de ciclos de integración llevados a cabo ha alcanzado el número  $N$  de ciclos de integración que van a llevarse a cabo

e) sumar el valor de tensión  $U_{\text{Ci}}(N)$  determinado actualmente por medio del convertidor A/D al valor acumulado de tensión  $U_{\text{total}}$

f) aumentar el número  $N$  un valor  $n$ , donde  $n$  es mayor o igual a 1 y menor que  $N_{\text{dif}} = N_{\text{final}} - N_{\text{inicial}}$ , y repetir las etapas de procedimiento a partir de la etapa c) hasta que el número  $N$  sobrepase el valor final determinado  $N_{\text{final}}$

10 g) evaluar el valor acumulado de tensión  $U_{\text{total}}$  como resultado de medición.

En una configuración ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención está previsto que el procedimiento de integración comprende las siguientes etapas de procedimiento:

15 d1) conectar el nodo de conmutación común (3) y la segunda conexión (2'') del condensador de integración (2) con un potencial de masa GND

d2) aplicar una tensión de alimentación conocida  $U_V$  en el nodo de conmutación común (3), en el que al mismo tiempo la segunda conexión (2'') del condensador de integración (2) se mantiene libre de potencial

20 d3) separar la tensión de alimentación  $U_V$  del nodo de conmutación común (3), en el que al mismo tiempo la segunda conexión (2'') del condensador de integración (2) se conecta con el potencial de masa GND

d4) aumentar el número IZ de ciclos de integración llevados a cabo un valor uno y repetir las etapas de procedimiento a partir de la etapa d2) hasta que el número IZ de ciclos de integración llevados a cabo ha alcanzado el número  $N$  predeterminado actualmente de ciclos de integración que van a llevarse a cabo

d5) medir la tensión  $U_{\text{Ci}}(N)$  aplicada en el condensador de integración (2) por medio del convertidor A/D (4).

25

A continuación, se explica la invención con referencia al dibujo adjunto.

A este respecto, muestran:

30 **la Figura 1:** a) una representación esquemática de la disposición de medición para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención

b) una representación de la secuencia temporal de una integración con  $N$  ciclos de integración como diagrama de temporización de los interruptores de a)

35 **la Figura 2:** el transcurso de la tensión  $U_{\text{Ci}}(N)$  aplicada en el condensador de integración como función del número  $N$  de los ciclos de integración

El dibujo muestra en la Figura 1a) una disposición de medición para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención para medir un valor de capacidad  $C_M$  de un elemento sensor capacitivo 1 en una representación esquemática como esquema de conexiones. El elemento sensor 1 forma a este respecto por ejemplo un sensor de contacto, por ejemplo, en forma de un electrodo, que tiene una capacidad propia con un valor de capacidad  $C_M$  con respecto a un potencial de masa o tierra relativo. Con el contacto o la aproximación de los electrodos, por ejemplo, de un dedo del usuario, varía este valor de capacidad  $C_M$  mediante la capacidad de contacto, que este presenta con respecto al potencial de masa o tierra.

45

Una conexión del elemento sensor 1 en un nodo de conmutación común 3 está eléctricamente conectada con una primera conexión 2' de un condensador de integración 2. El valor de capacidad  $C_1$  conocido del condensador de integración 2 es a este respecto grande con respecto al valor de capacidad  $C_M$  que va a determinarse del elemento sensor 1. El nodo de conmutación 3 común está conectado además con un primer interruptor S1 y puede conectarse a través del mismo en función de la posición del interruptor opcionalmente con el potencial de masa o de tierra GND, con una tensión de alimentación  $U_V$  fija o con una entrada de un convertidor A/D 4. Una segunda conexión 2'' del condensador de integración 2 está eléctricamente conectada con un segundo interruptor S2 y puede conectarse a través del mismo en función de la posición del interruptor opcionalmente con el potencial de masa o de tierra GND o con la tensión de alimentación  $U_V$  fija o mantenerse libre de potencial, es decir, abierto (NC).

55

Para la medición del valor de capacidad  $C_M$  se emplea un procedimiento de integración fundamentalmente conocido, en el que, en varios ciclos sucesivos, se transfieren pequeñas cantidades de carga desde el elemento sensor 1 hasta el condensador de integración 2. Después de un número  $N$  de estas transferencias de carga denominadas ciclos de integración, se mide la tensión  $U_{\text{Ci}}(N)$  aplicada entonces en el condensador de integración 2 por medio del convertidor A/D 4. La tensión  $U_{\text{Ci}}(N)$  es directamente proporcional al valor de capacidad  $C_M$  y por lo tanto es una medida del mismo. Un desarrollo a modo de ejemplo de un procedimiento de integración de este tipo se describe por medio del diagrama de temporización reproducido en la Figura 1b) de los interruptores S1 y S2 de la Figura 1a):

60

Para la inicialización del proceso de medición se conectan el nodo de conmutación 3 común, conectado con la primera conexión 2' del condensador de integración 2, y la segunda conexión 2'' del condensador de integración 2 con el potencial de masa, y con ello se establece a cero la tensión  $U_{\text{Ci}}(0)$  a través del condensador de integración 2 (Reset Phase).

65

Las siguientes etapas describen un ciclo de integración (Integration Cycle):

En el nodo de conmutación común 3 se aplica por medio del interruptor S1 la tensión de alimentación  $U_V$ , manteniéndose al mismo tiempo la segunda conexión 2" del condensador de integración 2 por medio del interruptor S2 abierta y por lo tanto libre de potencial. Entonces, la tensión de alimentación  $U_V$  por medio del interruptor S1 se mantiene separada del nodo de conmutación común 3 y libre de potencial, conectándose al mismo tiempo la segunda conexión 2" del condensador de integración 2 por medio del interruptor S2 con el potencial de masa GND.

En el transcurso de una medición, las etapas de este ciclo de integración se llevan a cabo de manera repetida, en concreto las veces necesarias hasta que el número IZ llevado a cabo de ciclos de integración ha alcanzado un número N predeterminado (Integration Phase).

A continuación de esto, se mide la tensión  $U_{Ci}(N)$  aplicada en el condensador de integración 2 después de estos N ciclos de integración por medio del convertidor A/D 4, conectándose el nodo de conmutación común 3 por medio del interruptor S1 con la entrada del convertidor A/D 4 (Detection Phase).

El valor de tensión  $U_{Ci}(N)$  medido (digital) se transmite al procesamiento y evaluación adicional a un equipo de control y evaluación 5. El equipo de control y evaluación 5 controla el desarrollo de todo el procedimiento descrito y comprende para ello como elemento central por ejemplo un microcontrolador.

De acuerdo con la presente invención, la medición recién descrita con N ciclos de integración es parte componente de un desarrollo de mayor relevancia, que comprende varias mediciones de este tipo con en cada caso diferentes valores del número N que va a llevarse a cabo de ciclos de integración, en concreto de la siguiente manera que se ilustra también a partir de la representación reproducida en la Figura 2 del desarrollo de la tensión  $U_{Ci}(N)$  aplicada en el condensador de integración 2 como función del número N de los ciclos de integración:

en primer lugar, se establece el número N de ciclos de integración que van a llevarse a cabo a un valor inicial  $N_{inicial}$  para la primera medición en el contexto del desarrollo de mayor relevancia. Al mismo tiempo se determina un valor objetivo o final  $N_{final}$  para el número N que va a realizarse como máximo de ciclos de integración para la última medición en el contexto del desarrollo de mayor relevancia. Un valor acumulado de tensión  $U_{total}$  se inicializa al valor cero.

El número IZ de ciclos de integración llevados a cabo se inicializa al principio al valor cero. A continuación, se realiza el procedimiento de integración descrito anteriormente, en concreto hasta el número IZ de ciclos de integración llevados a cabo, que cada vez que se lleva a cabo se aumenta un valor uno, ha alcanzado el número N de ciclos de integración que van a llevarse a cabo válido actualmente. Por medio del convertidor A/D se determina además el valor de tensión  $U_{Ci}(N)$  aplicado al condensador de integración 2 y este se suma al valor acumulado de tensión  $U_{total}$  válido actualmente.

Después se aumenta el número N de los ciclos de integración que van a llevarse a cabo un valor n y se repiten las etapas descritas en el párrafo anterior con el nuevo número N. El valor de aumento n es a este respecto al menos igual a 1 e inferior a la diferencia  $N_{dif} = N_{final} - N_{inicial}$  entre el valor inicial  $N_{inicial}$  y el valor objetivo o final  $N_{final}$ . Para obtener una cantidad no demasiado pequeña de mediciones con en cada caso N ciclos de integración como parte componente del desarrollo de mayor relevancia, se selecciona el valor de aumento n por regla general claramente inferior a  $N_{dif}$ . Este puede o bien variar a este respecto de etapa a etapa o bien adoptar un valor constante de por ejemplo  $n=1$ ,  $n=3$  o  $n=4$ . La repetición de la etapa que se describe en el párrafo anterior con el nuevo número N tiene lugar las veces necesarias hasta que el número N supera el valor final  $N_{final}$  determinado al principio.

El valor acumulado de tensión  $U_{total}$  sumado en este instante se evalúa entonces como resultado de medición.

En el valor acumulado de tensión  $U_{total}$  entran a este respecto como sumandos los valores de tensión  $U_{Ci}(N)$  medidos individualmente. Cada uno de estos valores de tensión  $U_{Ci}(N)$  se determinó a este respecto mediante el convertidor A/D 4 y tiene, tal como ya se explicó anteriormente, un error de cuantificación. A este respecto la cuantificación transcurre de manera lineal a lo largo del intervalo de medición, es decir la altura de paso de los pasos de tensión emitidos por el convertidor A/D 4 es igual en cada caso. Dado que el transcurso de la tensión  $U_{Ci}(N)$  aplicada en el condensador de integración 2 como función del número N de los ciclos de integración, por el contrario, tal como puede apreciarse en la Figura 2, no es lineal, resulta una distribución estadística de los errores de cuantificación, que en la suma lleva a una compensación al menos parcial de los mismos.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para medir un valor de capacidad CM de un elemento sensor capacitivo (1) por medio de un procedimiento de integración, en el que una conexión del elemento sensor con una primera conexión (2') de un condensador de integración (2) con un valor de capacidad conocido  $C_i$ , que es mayor con respecto al valor de capacidad  $C_M$  del elemento sensor (1), está eléctricamente conectada a un nodo de conmutación común (3), y en el que, después de un número IZ de ciclos de integración llevados a cabo, se mide una tensión  $U_{Ci}$  aplicada en el condensador de integración (2) por medio de un convertidor A/D (4), **caracterizado por** las etapas de procedimiento:
- 5
- 10 a) establecer un número N de ciclos de integración que van a llevarse a cabo a un valor inicial  $N_{inicial}$  y determinar un valor final  $N_{final}$  para el número N de ciclos de integración que van a llevarse a cabo  
 b) inicializar un valor acumulado de tensión  $U_{total}$  al valor cero  
 c) inicializar el número IZ de ciclos de integración llevados a cabo al valor cero  
 d) llevar a cabo el procedimiento de integración hasta que el número IZ de ciclos de integración llevados a cabo ha alcanzado el número N de ciclos de integración que van a llevarse a cabo  
 15 e) sumar el valor de tensión  $U_{Ci}(N)$  determinado actualmente por medio del convertidor A/D al valor acumulado de tensión  $U_{total}$   
 f) aumentar el número N un valor n, donde n es mayor o igual a 1 y menor que  $N_{dif} = N_{final} - N_{inicial}$ , y repetir las etapas de procedimiento a partir de la etapa c) hasta que el número N sobrepase el valor final determinado  $N_{final}$   
 20 g) evaluar el valor acumulado de tensión  $U_{total}$  como resultado de medición.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el valor n del aumento es un valor constante.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el valor n del aumento varía de etapa a etapa.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el procedimiento de integración comprende las siguientes etapas de procedimiento:
- 30 d1) conectar el nodo de conmutación común (3) y la segunda conexión (2'') del condensador de integración (2) con un potencial de masa GND  
 d2) aplicar una tensión de alimentación conocida  $U_v$  en el nodo de conmutación común (3), en el que al mismo tiempo la segunda conexión (2'') del condensador de integración (2) se mantiene libre de potencial  
 d3) separar la tensión de alimentación  $U_v$  del nodo de conmutación común (3), en el que al mismo tiempo la segunda conexión (2'') del condensador de integración (2) se conecta con el potencial de masa GND  
 35 d4) aumentar el número IZ de ciclos de integración llevados a cabo un valor uno y repetir las etapas de procedimiento a partir de la etapa d2) hasta que el número IZ de ciclos de integración llevados a cabo ha alcanzado el número N predeterminado actualmente de ciclos de integración que van a llevarse a cabo  
 d5) medir la tensión  $U_{Ci}(N)$  aplicada en el condensador de integración (2) por medio del convertidor A/D (4).
- 40

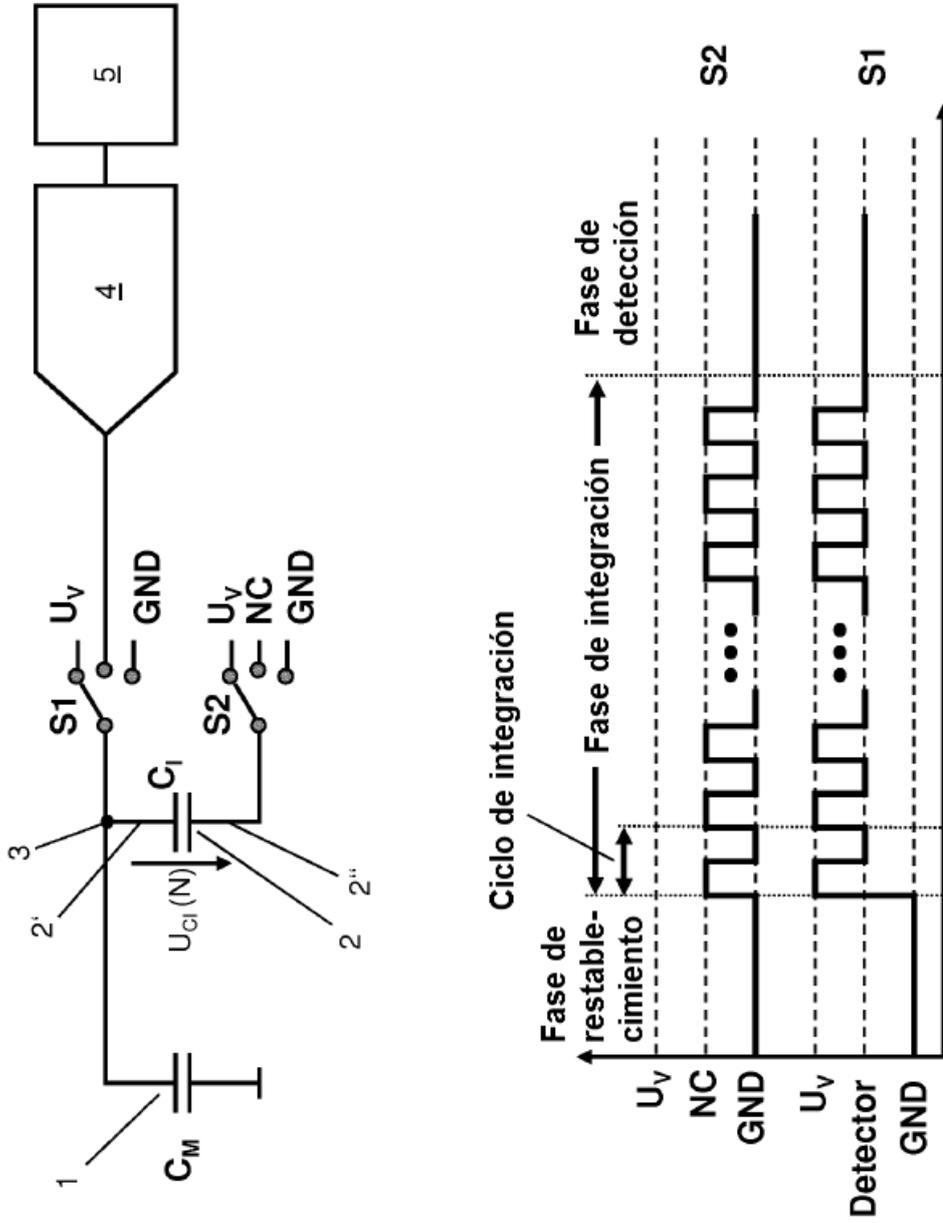
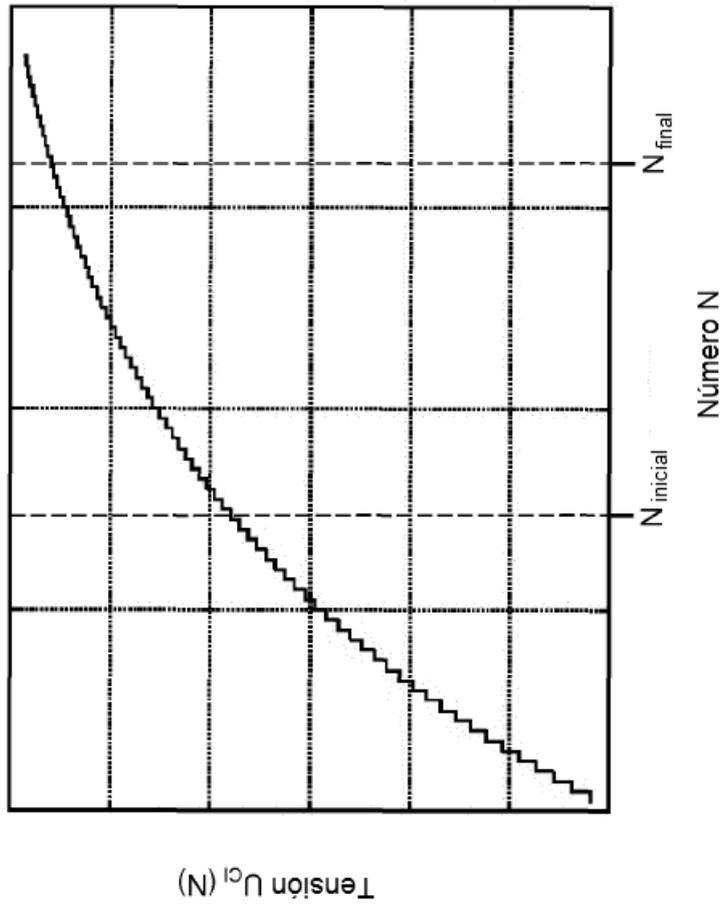


Fig. 1



$$U_{c_t}(N) = \sum_{k=1}^N \frac{C_M}{C_M + C_T} \bullet (U_V - U_{c_t}(k-1)) \quad U_{c_t}(0) = 0$$

Fig. 2