



(11) **EP 2 084 726 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.11.2010 Patentblatt 2010/47

(51) Int Cl.:
H01H 71/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07821502.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/061137

(22) Anmeldetag: **18.10.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/049779 (02.05.2008 Gazette 2008/18)

(54) **LEISTUNGSSCHALTER UND VERFAHREN ZUM AUSLÖSEN EINES LEISTUNGSSCHALTERS,
INSBESONDERE EINES NIEDERSpannungsLEISTUNGSSCHALTERS**

CIRCUIT BREAKER AND METHOD FOR TRIGGERING A CIRCUIT BREAKER, PARTICULARLY A
LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER

DISJONCTEUR DE PUISSANCE ET PROCÉDÉ POUR LE DÉCLENCHEMENT D'UN DISJONCTEUR
DE PUISSANCE, EN PARTICULIER D'UN DISJONCTEUR DE PUISSANCE BASSE TENSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

(30) Priorität: **26.10.2006 DE 102006051168**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.08.2009 Patentblatt 2009/32

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **PRECHTL, Cornelia
92421 Schwandorf (DE)**
• **GÖTZ, Josef
92263 Ebermannsdorf (DE)**
• **JUCHT, Frank
09337 Hohenstein-Ernstthal (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-2006/007608

EP 2 084 726 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Leistungsschalter und ein Verfahren zum Auslösen eines Leistungsschalters, insbesondere eines Niederspannungsleistungsschalters, gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 6.

[0002] Niederspannungsleistungsschalter oder kurz Leistungsschalter sind bekannt und dienen zur Energieverteilung bis 6300 Ampere in Niederspannungsschaltanlagen als Einspeise- und Abzweigschalter. Der Begriff Leistungsschalter charakterisiert ein mechanisches Schaltgerät, das Ströme mit Hilfe eines elektronischen Überlastauslösers unter Betriebsbedingungen im Stromkreis einschalten, führen und ausschalten kann. Sie werden aber auch als Schalt- und Schutzgeräte für Motoren, Kondensatoren, Generatoren und Transformatoren verwendet, können aber auch als Not-Ausschalter eingesetzt werden.

[0003] Bei den Leistungsschaltern wird der Strom jeweils mit einem Grenzstrom verglichen und der Leistungsschalter ausgelöst, wenn der Grenzstrom um einen vorgegebenen Wert überschritten wird, wobei das Überschreiten des Grenzstroms als Indiz für das Vorliegen eines Kurzschlusses dient. Das Überschreiten des Grenzstroms kann aber auch anderweitig ausgelöst sein, z.B. durch Schaltvorgänge, die analog zu einem Kurzschluss mit einem Überstrom verbunden sind. Auch können Frequenzumrichter Überströme verursachen, die als Kurzschluss interpretiert zum Auslösen des Leistungsschalters führen würden.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung ist es, Kurzschlüsse sicher zu erkennen, um Fehlauflösungen des Leistungsschalters zu vermeiden.

[0005] Die Lösung der Erfindung ist bezogen auf den Leistungsschalter und das Verfahren durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 6 gegeben.

[0006] Die Lösung sieht bezogen auf das Verfahren und den Leistungsschalter vor, dass der Strom mit einer fest vorgegebenen Abtastfrequenz abgetastet und digitalisiert wird, dass für eine fest vorgegebene Anzahl unmittelbar aufeinander folgender digitaler Stromwerte mittels einer Wavelet-Transformation die Waveletkoeffizienten für mindestens zwei Zerlegungslevel berechnet werden, dass mindestens zwei Waveletkoeffizienten, d.h. ein Waveletkoeffizient pro Zerlegungslevel, betragsmäßig miteinander verglichen werden, wenn der letzte der unmittelbar aufeinander folgenden Stromwerte größer als der Grenzstromwert ist, und dass der Leistungsschalter ausgelöst wird, wenn der Waveletkoeffizient eines höheren Zerlegungslevels größer als der Waveletkoeffizient eines niedrigeren Zerlegungslevels ist.

[0007] Das effektive Feststellen eines Kurzschlusses sieht vor, dass Stromwertermittlung und die Berechnung der Waveletkoeffizienten zyklisch erfolgen, wobei die jeweils für die Berechnung herangezogenen unmittelbar aufeinander folgenden Stromwerte nach Ermittlung eines neuen Stromwerts vor erneuter Berechnung der Wa-

veletkoeffizienten derart geändert werden, dass der zeitlich am weitesten zurückliegende Stromwert nicht mehr und stattdessen der neu ermittelte Stromwert berücksichtigt wird.

[0008] Praktisch reicht es, wenn die Waveletkoeffizienten nur für zwei Zerlegungslevel berechnet und die Beträge der Waveletkoeffizienten miteinander verglichen werden.

[0009] Im einfachsten Fall werden die Waveletkoeffizienten des ersten und vierten Zerlegungslevels berechnet und der Betrag des einzigen Waveletkoeffizienten des vierten Zerlegungslevels wird zumindest mit den Beträgen der beiden Waveletkoeffizienten mit $k=6$ und 7 des ersten Zerlegungslevels verglichen und der Leistungsschalter wird ausgelöst, wenn der Waveletkoeffizient größer als diese beiden Waveletkoeffizienten ist.

[0010] Für 50 Hz und 60 Hz wird ein Abtastzyklus nach jeweils 606,4 μ s neu gestartet.

[0011] Das Dokument WO 2006/007608 offenbart ein Verfahren nach dem oberbegriff des Anspruchs 1.

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 einen Niederspannungsleistungsschalter mit einem elektronischen Überlastauslöser für einen Phasenleiter,

Figur 2 die Formel für die Wavelet-Koeffizienten,

Figur 3 die Definition der Wavelet-Transformation und

Figur 4 die Definition des Haar-Wavelets.

[0013] Figur 1 zeigt einen Niederspannungsleistungsschalter im folgenden kurz Leistungsschalter genannt, der zwei Klemmen 1, 2 aufweist, über die eine Last (Klemme 2) an ein Stromversorgungsnetz (Anschlussklemme 1) anschließbar ist. Die beiden Anschlussklemmen 1, 2 sind über einen lösbaren Kontakt 3 miteinander verbunden, der ein feststehendes Kontaktelement 4 und ein bewegliches Kontaktelement 5 aufweist. Das feststehende Kontaktelement 4 ist bei dem Leistungsschalter in Figur 1 mit der netzseitigen Klemme 1 und das bewegliche Kontaktelement 5 mit der lastseitigen Klemme 2 verbunden. Das bewegliche Kontaktelement 5 ist an einem Ende eines verschwenkbaren Kontaktarms 6 angeordnet, der in Pfeilrichtung (Pfeil 7) verschwenkbar ist. Das Verschwenken des Kontaktarms 6 erfolgt jeweils nach Auslösung durch eine nur schematisch angedeutete Auslöseeinheit 8, die im Kurzschlussfall eine Trennung der beiden Kontaktelemente 4, 5 durch Verschwenken des Kontaktarms 6 auslöst. Der dabei zwischen den Kontaktelementen 4, 5 regelmäßig auftretende Lichtbogen wird mit Hilfe von Löschblechen 9 einer Löschkammer 10 gelöscht. Mittels eines handbetätigbaren Schaltehebels 11 lässt sich der Leistungsschalter bei Bedarf von Hand auslösen bzw. wieder in Bereitschaftsstellung bringen.

[0014] Der fließende Strom $I(t)$ als Funktion der Zeit t wird mit einer fest vorgegebenen Abtastfrequenz f im

zeitlichen Abstand t_f abgetastet und in digitaler Form in einem nicht gezeigten Speicher abgespeichert, wobei die Abspeicherung so erfolgt, das sich im Speicher jeweils die letzten 16 unmittelbar aufeinander folgenden Stromwerte $I_n(t)$ mit $n=0$ bis $n=15$ befinden, d.h. es wird vor dem Speichern eines neuen Stromwerts $I_n(t)$ der jeweils älteste im Speicher befindliche Stromwert $I_n(t)$ mit $n=0$ gelöscht.

[0015] Ist der zuletzt abgetastete Stromwert $I_n(t)$ mit $n=15$ größer als ein vorgegebener Grenzstrom I_{th} , so werden für eine fest vorgegebene Anzahl, hier für die 16 Stromwerte $I_n(t)$ im Speicher, Wavelet-Koeffizienten $d_{j,k}$ (s. Figur 2) berechnet und betragsmäßig miteinander verglichen.

[0016] Allgemein sind j , k jeweils positive ganze Zahlen, wobei k bei 0 und j bei 1 beginnt und j als Zerlegungslevel bezeichnet wird. Die Zerlegungslevel j beginnen mit $j=1$: $j=1$ ist der erste Zerlegungslevel, $j=2$ der zweiten Zerlegungslevel usw.

[0017] Die ganze Zahl k in Figur 2 sagt aus, wie oft ein für die Wavelet-Transformation ausgewähltes Wavelet W bei der Berechnung gemäß der Definition der Wavelet-Transformation in Figur 3 schrittweise verschoben wird. Die Wahl von k für ein Wavelet W erfolgt jeweils so, dass das Stromsignal $I(t)$ in dem zugehörigen Zeitabschnitt tab , über den zu integrieren ist, durch die Verschiebung einmal vollständig überdeckt wird. Das Stromsignal $I(t)$ wird hier aus den 16 im Speicher befindlichen Stromwerten $I_n(t)$ gebildet; der Zeitabschnitt tab ist hier also gleich der 16fachen Zeitdifferenz zwischen zwei Abtastzeitpunkten, also gleich der 16fachen Abtastzeit t_f .

[0018] Das einfachste Beispiel für ein Wavelet W ist das so genannte Haar-Wavelet W_h , dessen Definition Figur 4 zeigt.

[0019] Dieses Wavelet W_h wurde hier zur Berechnung der Wavelet-Koeffizienten $d_{j,k}$ mittels der schnellen Wavelet-Transformation verwendet.

[0020] Das Ergebnis der Berechnung sind die in Figur 2 gezeigten Formeln für die Wavelet-Koeffizienten $d_{j,k}$ für die beiden Zerlegungslevel $j=1$ und $j=4$, also die Wavelet-Koeffizienten $d_{1,k}$ für $k=0$ bis 7 und $d_{4,k}$ für $k=0$. Letzterer wird kurz als Wavelet-Koeffizient d_4 bezeichnet.

[0021] Der Leistungsschalter wird von der Auslöseeinheit 8 ausgelöst, wenn der Waveletkoeffizient d_4 des höheren Zerlegungslevels $j=4$ größer als jeder der Waveletkoeffizienten $d_{1,k}$ mit $k=0$ bis 7 des niedrigeren Zerlegungslevels 1 ist. Dabei reicht es praktisch meist schon aus, nur die letzten zwei Waveletkoeffizienten $d_{1,k}$ zum Vergleich heranzuziehen, also die Waveletkoeffizienten $d_{1,6}$ und $d_{1,7}$ bei denen $k=6$ und 7. k läuft hier von 0 bis 7 und herangezogen werden die Waveletkoeffizienten $d_{1,6}$ und $d_{1,7}$ mit den beiden größten k -Werten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Auslösen eines Leistungsschalters,

insbesondere eines Niederspannungsleistungsschalters,

dadurch gekennzeichnet,

dass im Falle eines Kurzschlusses,

bei dem der in einem Phasenleiter fließende Strom im Vergleich mit einem Grenzstrom (I_{th}) bewertet und der Leistungsschalter ausgelöst wird, wenn anhand der Bewertung ein Kurzschluss vorliegt, wobei der Strom ($I(t)$) mit einer fest vorgegebenen Abtastfrequenz abgetastet und digitalisiert wird, wobei für eine fest vorgegebene Anzahl unmittelbar aufeinander folgender digitaler Stromwerte ($I_n(t)$) mittels einer Wavelet-Transformation die Waveletkoeffizienten ($d_{j,k}$) für mindestens zwei Zerlegungslevel ($j=1, j=4$) berechnet werden, wobei mindestens zwei Waveletkoeffizienten ($d_{1,k}$ und d_4), d.h. ein Waveletkoeffizient ($d_{j,k}$) pro Zerlegungslevel (j), betragsmäßig miteinander verglichen werden, wenn der letzte der unmittelbar aufeinander folgenden Stromwerte ($I_n(t)$ mit $n=15$) größer als der Grenzstrom (I_{th}) ist, und

wobei der Leistungsschalter ausgelöst wird, wenn der Waveletkoeffizient (d_4) eines höheren Zerlegungslevels ($j=4$) größer als der Waveletkoeffizient ($d_{1,k}$ mit $k=0,1,\dots,7$) eines niedrigeren Zerlegungslevels ($j=1$) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Ermittlung der Stromwerte ($I_n(t)$) und die Berechnung der Waveletkoeffizienten ($d_{j,k}$) zyklisch erfolgen, wobei die jeweils für die Berechnung herangezogenen unmittelbar aufeinander folgenden Stromwerte ($I_n(t)$) nach Ermittlung eines neuen Stromwerts vor erneuter Berechnung der Waveletkoeffizienten ($d_{j,k}$) derart geändert werden, dass der zeitlich am weitesten zurückliegende Stromwert ($I_n(t)$ mit $n=0$) nicht mehr und stattdessen der neu ermittelte Stromwert ($I_n(t)$) berücksichtigt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Waveletkoeffizienten ($d_{j,k}$) nur für zwei Zerlegungslevel ($j=1$ und $j=4$) berechnet und die Beträge dieser Waveletkoeffizienten ($d_{1,k}$ und d_4) miteinander verglichen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Waveletkoeffizienten ($d_{j,k}$) des ersten und vierten Zerlegungslevels ($j=1$ und $j=4$) berechnet und der Betrag des einzigen Waveletkoeffizienten (d_4) des vierten Zerlegungslevels ($j=4$) zumindest mit den Beträgen der beiden Waveletkoeffizienten ($d_{1,k}$ mit $k=6$ und 7) des ersten Zerlegungslevels ($j=1$) verglichen wird und dass der Leistungsschalter ausgelöst wird, wenn der Waveletkoeffizient (d_4) größer als diese beiden Waveletkoeffizienten ($d_{1,k}$

mit $k=6$ und 7) ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle $606,4 \mu\text{s}$ ein neuer Abtastzyklus gestartet wird.
6. Leistungsschalter, insbesondere Niederspannungsleistungsschalter, für einen stromdurchflossenen Phasenleiter, mit einem elektronischen Überlastauslöser (8), insbesondere zum Schutz gegen einen Kurzschluss, wobei der Strom im Vergleich mit einem vorgegebenen Grenzstrom (I_{th}) bewertet und der Leistungsschalter vom Überlastauslöser (8) ausgelöst wird, wenn anhand der Bewertung ein Kurzschluss vorliegt, wobei der Strom ($I(t)$) mit einer fest vorgegebenen Abtastfrequenz abgetastet und digitalisiert wird, wobei für eine fest vorgegebene Anzahl unmittelbar aufeinander folgender digitaler Stromwerte ($I_n(t)$) mittels einer Wavelet-Transformation die Waveletkoeffizienten ($d_{j,k}$) mindestens zweier Zerlegungslevel ($j=1, j=4$) berechnet werden, wobei mindestens zwei Waveletkoeffizienten ($d_{1,k}$ und d_4), d.h. ein Waveletkoeffizient ($d_{j,k}$) pro Zerlegungslevel (j), betragsmäßig miteinander verglichen werden, wenn der letzte der unmittelbar aufeinander folgenden Stromwerte ($I_n(t)$ mit $n=15$) größer als der Grenzstromwert (I_{th}) ist, und wobei der Leistungsschalter ausgelöst wird, wenn der Waveletkoeffizient (d_4) eines höheren Zerlegungslevels ($j=4$) größer als der Waveletkoeffizient ($d_{1,k}$ mit $k=0,1,2,3,4,5,6$ oder 7) eines niedrigeren Zerlegungslevels ($j=1$) ist.

Claims

1. Method for triggering a circuit breaker, in particular a low-voltage circuit breaker, **characterized in that**, in the event of a short circuit, the current flowing in a phase conductor is assessed in comparison with a limit current (I_{th}) and the circuit breaker is triggered if a short circuit is present on the basis of the assessment, the current ($I(t)$) being sampled and digitized at a permanently predefined sampling frequency, the wavelet coefficients ($d_{j,k}$) for at least two decomposition levels ($j=1, j=4$) being calculated for a permanently predefined number of directly successive digital current values ($I_n(t)$) by means of a wavelet transform, the magnitudes of at least two wavelet coefficients ($d_{1,k}$ and d_4), that is to say one wavelet coefficient ($d_{j,k}$) for each decomposition level (j), being compared with one another if the last of the directly successive current values ($I_n(t)$, where $n=15$) is greater than the limit current (I_{th}), and the circuit breaker being triggered if the wavelet coefficient (d_4) of a higher decomposition level ($j=4$) is

greater than the wavelet coefficient ($d_{1,k}$, where $k=0,1,\dots,7$) of a lower decomposition level ($j=1$).

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the determination of the current values ($I_n(t)$) and the calculation of the wavelet coefficients ($d_{j,k}$) are carried out cyclically, the directly successive current values ($I_n(t)$) respectively used for the calculation being changed, after a new current value has been determined before the wavelet coefficients ($d_{j,k}$) are calculated again, in such a manner that the current value ($I_n(t)$, where $n=0$) which is furthest in the past is no longer taken into account and the newly determined current value ($I_n(t)$) is taken into account instead.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the wavelet coefficients ($d_{j,k}$) are calculated only for two decomposition levels ($j=1$ and $j=4$) and the magnitudes of these wavelet coefficients ($d_{1,k}$ and d_4) are compared with one another.
4. Method according to Claim 3, **characterized in that** the wavelet coefficients ($d_{j,k}$) of the first and fourth decomposition levels ($j=1$ and $j=4$) are calculated and the magnitude of the single wavelet coefficient (d_4) of the fourth decomposition level ($j=4$) is compared at least with the magnitudes of the two wavelet coefficients ($d_{1,k}$, where $k=6$ and 7) of the first decomposition level ($j=1$), and **in that** the circuit breaker is triggered if the wavelet coefficient (d_4) is greater than these two wavelet coefficients ($d_{1,k}$, where $k=6$ and 7).
5. Method according to one of Claims 1-4, **characterized in that** a new sampling cycle is started every $606,4 \mu\text{s}$.
6. Circuit breaker, in particular low-voltage circuit breaker, for a phase conductor through which current flows, having an electronic overload release (8), in particular for protecting against a short circuit, the current being assessed in comparison with a predefined limit current (I_{th}) and the circuit breaker being triggered by the overload release (8) if a short circuit is present on the basis of the assessment, the current ($I(t)$) being sampled and digitized at a permanently predefined sampling frequency, the wavelet coefficients ($d_{j,k}$) of at least two decomposition levels ($j=1, j=4$) being calculated for a permanently predefined number of directly successive digital current values ($I_n(t)$) by means of a wavelet transform, the magnitudes of at least two wavelet coefficients ($d_{1,k}$ and d_4), that is to say one wavelet coefficient

(dj,k) for each decomposition level (j), being compared with one another if the last of the directly successive current values (ln(t), where n=15) is greater than the limit current value (lth), and the circuit breaker being triggered if the wavelet coefficient (d4) of a higher decomposition level (j=4) is greater than the wavelet coefficient (d1,k, where k=0,1,2,3,4,5,6 or 7) of a lower decomposition level (j=1).

Revendications

1. Procédé de déclenchement d'un disjoncteur, notamment d'un disjoncteur de puissance basse tension, **caractérisé en ce que**, dans le cas d'un court-circuit, dans lequel le courant passant dans le conducteur de phase est évalué par rapport à un courant (lth) limite et le disjoncteur est déclenché, si au moyen de l'évaluation il existe un court-circuit, dans lequel on échantillonne et on numérise le courant (l(t)) à une fréquence d'échantillonnage prescrite de manière fixe, dans lequel, pour un nombre prescrit de manière fixe de valeurs (ln(t) de courant numériques se succédant directement, on calcule au moyen d'une transformation d'ondelette les coefficients (dj, k) d'ondelette pour au moins deux niveaux (j=1, j=4) de décomposition, dans lequel on compare entre eux en valeur absolue au moins deux coefficients (d1, k et d4) d'ondelette, c'est-à-dire un coefficient (dj, k) d'ondelette par niveau (j) de décomposition, lorsque la dernière des valeurs (ln(t) avec n=15) de courant se suivant directement est plus grande que la valeur (lth) limite, et dans lequel on déclenche le disjoncteur si le coefficient (d4) d'ondelette d'un niveau (j=4) de décomposition plus élevé est plus grand que le coefficient d'ondelette (d1, k avec k=0, 1..., 7) d'un niveau (j=1) de décomposition plus bas.
2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** effectue cycliquement la détermination des valeurs (ln(t)) de courant et le calcul des coefficients (dj, k) d'ondelette, les valeurs (ln(t)) se succédant directement mises à profit respectivement pour le calcul étant, après la détermination d'une nouvelle valeur de courant et avant un nouveau calcul des coefficients (dj, k) d'ondelette, modifiées de manière à ne plus prendre en compte la valeur (ln(t) avec n=0) du courant la moins précédente et au lieu de cela la valeur (ln(t)) de courant nouvellement déterminée.
3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2,

caractérisé

en ce qu'on calcule les coefficients (dj, k) d'ondelette seulement pour deux niveaux (j=1 et j=4) de décomposition et on compare entre elles les valeurs absolues de ces coefficients (d1, k et d4) d'ondelette.

4. Procédé suivant l'une la revendication 3,

caractérisé

en ce qu'on calcule les coefficients (dj, k) d'ondelette du premier et du quatrième niveaux (j=1 et j=4) de décomposition et on compare la valeur absolue du coefficient (d4) d'ondelette unique du quatrième niveau (j=4) de décomposition, aux moins aux valeurs absolues des deux coefficients (d1, k avec k=6 et 7) d'ondelette du premier niveau (j=1) de décomposition et en ce que l'on déclenche le disjoncteur si le coefficient (d4) d'ondelette est plus grand que ces deux coefficients (d1, k avec k=6 et 7) d'ondelette.

5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4,

caractérisé

en ce que l'on lance un cycle nouveau d'échantillonnage pour les 606,4 µs.

6. Disjoncteur, notamment disjoncteur de basse tension, pour un conducteur de phase parcourue par du courant, comprenant un déclencheur (8) électronique de surcharge, pour se protéger notamment d'un court-circuit, le courant étant évalué en comparaison d'un courant (lth) limite prescrit et le disjoncteur étant déclenché par le déclencheur (8) de surcharge s'il existe au moyen de l'évaluation un court-circuit, dans lequel le courant (l(t)) est échantillonné et numérisé à une fréquence d'échantillonnage prescrite de manière fixe, dans lequel, pour un nombre prescrit de manière fixe de valeurs (ln(t)) de courant numériques se succédant directement, les coefficients (dj, k) d'ondelette d'au moins deux niveaux (j=1, j=4) de décomposition sont calculés au moyen d'une transformation d'ondelette, dans lequel au moins deux coefficients (d1, k et d4) d'ondelette, c'est-à-dire un coefficient (dj, k) d'ondelette par niveau (j) de décomposition, sont comparés entre eux en valeur absolue, si la dernière des valeurs (ln(t) avec n=15) de courant se succédant directement est plus grande que la valeur (lth) du courant limite, et dans lequel le disjoncteur est déclenché, si le coefficient (d4) d'ondelette d'un niveau (j=4) de décomposition plus élevé est plus grande que le coefficient (d1, k avec k=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7) d'ondelette d'un niveau (j=1) de décomposition plus bas.

FIG 1

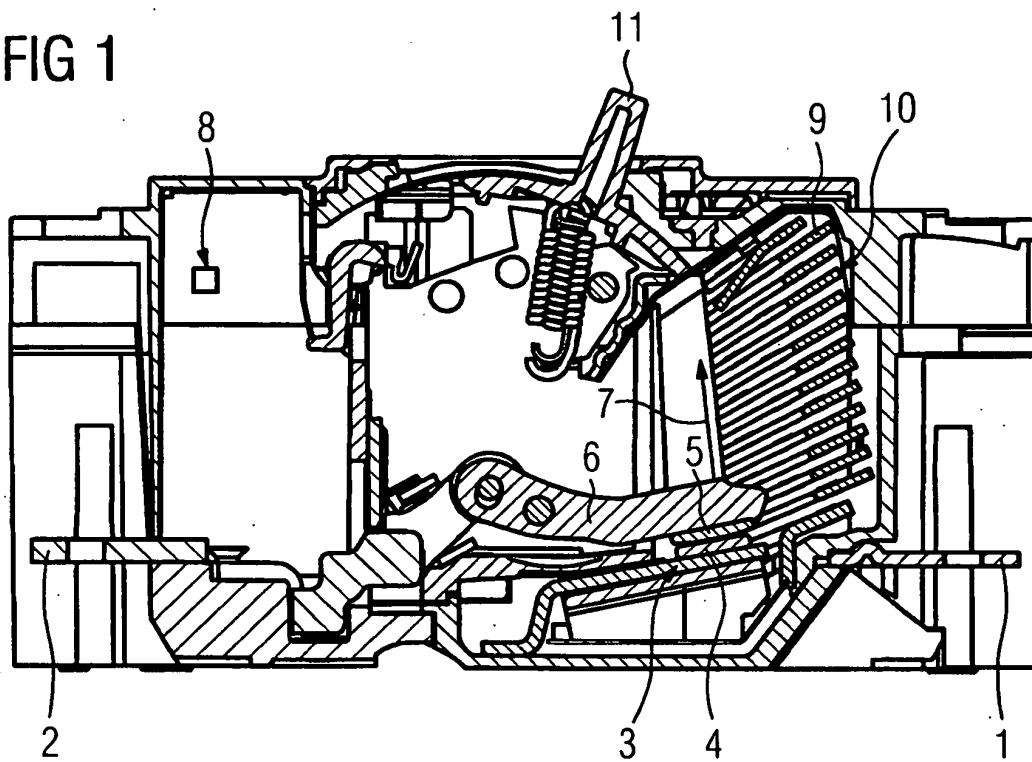


FIG 2

$$d_{j=1, k} = \frac{1}{\sqrt{2}} (I(2k+1) - I(2k))$$

$$\begin{aligned} d_{j=4, k=0} = d_4 &= \frac{1}{4} \left(\sum_{m=k+8}^{m=k+15} I(m) - \sum_{m=k}^{m=k+7} I(m) \right) \\ &= \frac{1}{4} \left(\sum_{m=8}^{m=15} I(m) - \sum_{m=0}^{m=7} I(m) \right) \end{aligned}$$

FIG 3

$$d_{j, k} = 2^{-j/2} \int_{t_{ab}} I(t) W(2^{-j} \cdot t - k) dt$$

FIG 4

$$W(t) = \begin{cases} 1 & 0 \leq t < 1/2 \\ -1 & 1/2 \leq t < 1 \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2006007608 A [0011]