

**三、發明人：(共 4 人)**

姓名：(中文/英文) ID：

1. 畢勒貝托德 / BECHTOLD, BELA
2. 彼得傑斯 / JAX, PETER
3. 伏伊特歐西利 / OCELIK, VOJTECH
4. 珍薩克 / ZACH, JAN

國籍：(中文/英文)

- 1.~2. 德國 / Germany
- 3.~4. 捷克 / Czech Republic

**四、聲明事項：**

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

德國 2006/2/3 10 2006 004 947.0

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

**三、發明人：(共 4 人)**

姓名：(中文/英文) ID：

1. 畢勒貝托德 / BECHTOLD, BELA
2. 彼得傑斯 / JAX, PETER
3. 伏伊特歐西利 / OCELIK, VOJTECH
4. 珍薩克 / ZACH, JAN

國籍：(中文/英文)

- 1.~2. 德國 / Germany
- 3.~4. 捷克 / Czech Republic

**四、聲明事項：**

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

德國 2006/2/3 10 2006 004 947.0

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明涉及一種檢測一設備組件上脈衝式機械效應之方法和裝置。

### 【先前技術】

在多種應用情況下，需要持續地對化學方法用之技術或流體用之機械之管線或容器之設備組件之規則的操作進行監視，以即時辨認出各種干擾且防止隨後所造成的損害。

就此種監視而言，先前技術中已知有多種方法

例如，EP 0 765 466 B1中已建議藉助於微波來對渦輪葉片之振動進行監視，其中該微波須對準葉片。由渦輪葉片上所反射的微波之調變情況，則可推論該渦輪之振動狀態。

在DE 198 57 552 A1中已為人所知的方法中，一種渦輪機之軸的斷裂可藉由在該軸之末端上測量多個旋轉頻率而測得。

在DE 198 43 615 C2中建議，藉助於多個測量信號之頻譜之分析來診斷一種燃燒起動器之狀態，其中各測量信號藉助於一種配置在空氣進入區或廢氣區中的拾音器而被接收。

DE 197 27 114 C2中為了監視一種機器以取代空氣聲音的監視，須測出該空氣聲音所產生的固載噪聲(solid borne noise)信號。在此種習知的方法中，須對由固載噪聲接收器所測得的測量信號之各別的頻譜作分析。

DE 195 45 008 C2所揭示的方法中，機器操作期間須對一

種監視感測器(例如，加速度用之接收器)所測得的測量信號之頻譜作分析且與一種參考頻譜相比較。

爲了可確定外部零件侵入至汽油渦輪中，US 4,888,948 中一種感測器配置在渦輪機的入口處，藉此感測器來測得一種由外部物體所感應的電荷。

在 DD 224 934 A1 之測定一種具有旋轉零件之機械的狀態變化所用的方法中，須持續地測定一種描述該操作狀態之信號的測量值且與適應性的臨限值相比較。爲了確定該臨限值，則須遞回地且適應性地測定該測量值之機率分佈的分量值。由超過臨限值之數目和超過之高度來測定該機械之狀態的特徵值。

一種特殊的問題在於由流體一起帶動 - 且帶入至設備組件上的鬆散零件，其只會造成一種短時間之脈衝式作用，此種作用之明確的出現會造成相對應的問題之產生。

流動介質中隨著鬆散零件之產生而來的問題例如會在汽油渦輪中產生，其燃料室以瓷磚作爲內襯以受到保護使免於過熱。燃料室中所產生的壓力交互振動現象可動態地對瓷磚造成高的負載。因此，瓷磚的一部份會在各別的支撐處斷裂而與廢氣的流動同時裂開，且撞擊在汽油渦輪之第一導引葉片列上。這樣會使導引葉片之塗層受損且使配置於下方之運行中的葉片受到破壞。此外，另會發生以下的危險性，即，一部份瓷磚之斷裂會使已受損的瓷磚完全由支撐處鬆開且因此對該汽油渦輪造成一種巨大的損害。在此種情況下，少量之已鬆開的瓷磚之侵入可能導致一片瓷

磚或多片瓷磚完全裂開，於是須即時切斷該汽油渦輪且即時更換各已受損的瓷磚以防止更大的損害。

爲了監視上述之對一設備組件之撞擊現象，基本上由 WO 01/75272 A2 中已知藉助於適當的感測器以利用所產生的固載噪聲來測出該撞擊。然而，在汽油渦輪中特別是會發生以下問題，即，正常操作時的噪聲很高，使得在整塊瓷磚撞擊在汽油渦輪之導引葉片上時在感測器上所產生的信號成份小於正常操作時的噪聲所產生的基本成份，於是會由於只監視固載噪聲信號之振幅而特別是未偵測到較小片的瓷磚已侵入。因此，爲了改良信號雜訊比(S/N)，該文件中已建議，使測量值接收器所接收的測量信號受到一種帶通(band-pass)-或高通濾波作用，以便在渦輪機正常操作時消除所產生的固載噪聲信號。然而，此種措施在背景雜訊大且隨著時間而改變時仍不足以可靠地辨認出一種脈衝式之事件。

由 WO 03/071243 A1 中已知一種在一設備組件上偵測脈衝式機械效應的方法，其中已測得的固載噪聲受到一種傅立葉轉換作用。由多個以此方式所測得的傅立葉頻譜，藉由該文件中所述的演算法來導出一種評估函數 K，其顯示出該設備組件上發生一種脈衝式機械效應。該文件中所述之導出此一評估函數 K 所用的演算法可準確地辨認一種在受雜訊干擾之測量信號上所疊加著的信號成份，其是由於一種脈衝式作用所造成。

上述所建議的評估-演算法中更重要的步驟是：就每一時

間視窗和每一預定的頻率而言，須決定傅立葉轉換之值  $A$  與一平均值  $\bar{A}$  之差。因此，形成此平均值  $\bar{A}$  是很重要的，此乃因在設備組件（特別是渦輪機）中會發生隨機的狀態改變，此時該設備組件由一操作狀態切換至另一操作狀態且該操作雜訊或背景雜訊可很快地上升至一種大很多的位準。此種狀態改變在渦輪機中例如可以是插入一種所謂轟隆聲。這是由於火焰配置在一種環形空間中所造成，火焰會使整個燃料室被激發至共振，此時共振模式特別是會發生在周圍方向中。此種共振現象之一部份會突然中斷且同樣會突然又開始。例如，若以 WO 03/071243 中所揭示的方法（該 WO 03/071243 之內容構成本發明的一部份）為基礎來求得一種動態平均值，則已顯示的事實是“噪聲振動會造成誤觸發”，該動態平均值是由多個先前的值以算數平均的形式藉由簡單的平均值形成方式來形成。為了防止此種誤觸發，在渦輪機發出轟隆聲期間因此須對脈衝式機械效應之監視作用予以抑制，其中該轟隆聲是依據信號特性的分析來辨認。

在其它設備組件（例如，核能電廠之反應器壓力槽）中，一些與操作有關的短時間之操作噪聲疊加在連續式基本噪聲（流體之流動，泵噪聲）上，就像該操作噪聲藉由操作條件之改變以及故意侵入至操作流程（各種閥之操控，操縱桿之運作）中所造成者一樣。

### 【發明內容】

本發明的目的是提供一種檢測一設備組件上脈衝式機械效應之方法和裝置，其相對於先前技術中 WO 03/071243 的

習知方法而言已獲致進一步的改良。此外，本發明的目的是提供一種進行本方法之裝置。

就方法而言，上述目的藉由具備申請專利範圍第 1 項特徵的方法來達成。在此種檢測一設備組件上脈衝式機械效應之方法中，該設備組件中所存在的操作噪聲連續地以一種配置在該設備組件上的感測器來測得且由感測器轉換成一種測量信號，此時須進行以下各步驟以處理各測量信號：

a) 在時間上跟隨著各時間步階之各時間視窗中，以數學上之轉換規則之預定的參數來算出該測量信號 (M) 之轉換後的值 ( $A(f_i, t_j)$ )，

b) 就每一時間步階 ( $\delta t$ ) 和每一預定的參數 ( $f_i$ ) 而言，由平均值 ( $\bar{A}(f_i, t)$ ) 來決定該值 ( $A(f_i, t_j)$ ) 之差值，

c) 由每一預定的參數 ( $f_i$ ) 所決定的差值而在每一時間步階 ( $\delta t$ ) 中導出一種評估函數 ( $K(t)$ )，

d) 將此一評估函數 ( $K(t)$ ) 與一種臨限值 ( $K_0$ ) 比較，且在超過此臨限值 ( $K_0$ ) 時，則指出一種顯示出該機械作用之脈衝式信號成份已存在，

e) 以 M 個值 ( $A(f_i, t_m)$ ) 藉助於關係式

$$\bar{A}(f_i, t) = (Q_\alpha(f_i, t) + Q_{1-\alpha}(f_i, t)) / 2$$

以動態地由資料組 ( $A(f_i, t)$ ) 來決定該平均值 ( $\bar{A}(f_i, t_j)$ ) 之與時間 (t) 的函數關係，其中  $Q_\alpha$  和  $Q_{1-\alpha}$  是時間區段 (T) 中所分別決定的值  $A(f_i, t_m)$  之  $\alpha$ - 或  $(1-\alpha)$ - 分量， $t_m = t + m\delta t$  且 m 是整數。

本發明因此涉及一種構想，即，該值 A 之一種簡單的數字平均值的形成可使操作狀態快速地轉換至一種雜訊位準

較高的狀態時被錯誤地解釋成爆裂(burst)-信號，即，由於脈衝式作用而在設備組件上形成的信號。此種信號顯示在第 2 圖中，第 2 圖顯示以一種固載噪聲(solid borne noise)接收器在汽油渦輪上所接收的測量信號 M 對時間 t 之關係圖。由第 2 圖中可知，在時間點 t=4 秒和 t=8 秒時突然出現一種轟隆聲，其分別持續大約 2 秒。

第 3 圖顯示一種以 WO 03/071243 A1 為基準而依據第 2 圖由測量信號 M 所導出之評估函數(K(t))相對於時間之關係圖。由第 3 圖中可知，此評估函數(K(t))至少在汽油渦輪發出轟隆聲期間 t=4 秒和 t=6 秒之間明顯地上升。此種上升被誤解成爆裂信號侵入至一種大的設備組件中。因此，較佳的重複式計算方法將以該評估函數(K(t))之計算為基準，其中在每一頻率  $f_i$  時該平均值  $\bar{A}$  和均方差(Variance)是動態地藉助於關係式

$$\bar{A}(f_i, t+\delta t) = k\bar{A}(f_i, t) + (1-k)A(f_i, t+\delta t) \quad \text{以及}$$

$$\text{var}A(f_i, t+\delta t) = k\text{var}A(f_i, t) + (1-k)(A(f_i, t+\delta t) - \bar{A}(f_i, t))^2$$

來決定，其中  $\delta t$  是時間步階，此時分別對一時間視窗  $\Delta t$  來決定該值 A。藉由參數 k 之選取，則現在可決定：新到來的值  $A(f_i, t+\delta t)$  在何種範圍內對新計算的平均值  $\bar{A}(f_i, t+\delta t)$  有影響。此種組合對應於以指數加權方式形成平均值，其中 k 決定了一種調整速率。在該值  $A(f_i, t)$  由一固定的原始值跳躍至一種同樣是固定的新值時，則該新的平均值  $\bar{A}$  以時間常數  $\tau = \delta t / (1-k)$  之近似指數的形式調整成實際存在的新值 A。在  $k=0.999$  且  $\delta t \approx 3.2 \text{ ms}$  時，時間常數  $\tau = 3.2 \text{ s}$ 。由第 3 圖可

知，一種以此種方式來改良之求值-演算法不能最佳化地針對操作噪聲之快速變化來調整，即，在該操作噪聲快速地變化時不能足夠準確地決定該操作噪聲之適當的平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  及其標準差  $A(f_i, t)$ 。基本上亦可由於時間常數  $\tau$  之變小(即，參數  $k$  之變小)而使平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  快速地依據已改變的操作情況來調整。然而，這樣所顯示的缺點是：重疊的爆裂信號不能以足夠的敏感度而被記錄著。為了使爆裂信號可與機器之已重疊的背景雜訊相區別，須決定一種平均值，其上未重疊著任何爆裂信號，或一種可能已重疊之爆裂信號由於很大的時間常數而最多只會對平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  造成微不足道的影響。

本發明上述的第二種目的是以具有申請專利範圍第 8 項特徵的裝置來達成，其優點對應於申請專利範圍第 1 項之優點。

本發明的方法和裝置之有利的各種形式描述在申請專利範圍各附屬項中。

以下將參考各圖式來說明本發明。

### 【實施方式】

依據第 1 圖，在一設備組件 2(例如，汽油渦輪)上配置多個測量值接收器或感測器 4，特別是壓電式加速度接收器，其以多個測量通道連續地分別測得該設備組件 2 中已存在且以固載噪聲之形式來傳送之操作噪聲。感測器 4 將固載噪聲信號轉換成電性測量信號，其在一前置放大器 6 中放大且繼續傳送至一類比/數位-轉換器 8，其連接至一數位式

記憶體 10。已放大的測量信號 M 被數位化，暫時儲存著且繼續傳送至一種計算裝置 12 以作進一步處理，計算裝置 12 中安裝著本發明之計算演算法。

該計算裝置 12 之每一測量通道包含：一處理器，以快速地計算該類比/數位-轉換器 8 所繼續送來之資料之轉換值；以及環形記憶體，其用來儲存著由該轉換所求得之各種轉換值之數目 L。此種轉換例如是一種視窗化之快速傅立葉轉換 FFT。本發明中每一數學運算都可解釋成一種數學函數(測量信號  $M(t)$ )之轉換，藉此能以一組完整的正交基本函數來表示該數學函數。就像傅立葉轉換中的情況一樣，這些正交基本函數可由指數函數  $e^{i\omega t}$  來形成。然而，基本上亦可使用其它的周期函數作為正交基本系統。藉由上述之轉換，則能以一組預定的離散式(discrete)參數來計算離散式轉換值。這些參數在傅立葉轉換中是已預定的頻率  $f_i = \omega_i / 2\pi$ ，其對應於各別的設備組件而被選取，這對一種渦輪機而言例如已詳述在 WO 03/071243 中。

對每一測量通道而言，依據一種安裝在該計算裝置 12 中之隨後將詳述的演算法，由該計算裝置 12 中所求出之離散式轉換值來求得一種與時間 t 有關的評估函數  $K(t)$ ，其在一種比較裝置 14 中與一預設之臨限值  $K_0$  相比較。超過該臨限值  $K_0$  (警示臨限)時表示該通道中存在著一種由瞬間的機械作用所造成的脈衝式信號成份，且產生一種相對應的觸發信號 S。此觸發信號 S 傳送至一種瞬間記錄器 16，其中可在例如 10 秒之時區中顯示該測量資料(測量信號  $M_s$ )且繼續

傳送至一種計算器 18，以便進行一種事後的分析。

第 2 圖顯示渦輪機上由感測器 4 所測得之測量信號 M 對時間區間大約 10 秒之關係圖。由圖中明顯可知，渦輪機在時間點  $t=4$  秒和  $t=6$  秒時突然開始發出轟隆聲。

第 4 圖中顯示該計算裝置 12(第 1 圖)中所安裝的進行方式之第一步驟之原理。以較高的時脈速率(典型上是 80-100 kHz，所屬的時距 DT 大約是 0.01-0.0125 ms，圖中已放大)而數位化的測量信號 M(圖中爲了清楚之故而以類比方式來顯示)分別在一時區 TS(典型上大約是 10 s)中儲存著且對應於此時脈速率而被驅動。在此時區 TS 之時間視窗  $\Delta t$  中，已數位化之測量信號 M 受到一種快速之離散式傅立葉轉換。然後，時間視窗  $\Delta t$  偏移一時間步階  $\delta t$  而受到驅動且在相同長度之重疊之時間視窗  $\Delta t$  中重新進行一種傅立葉轉換。本實施例中  $\Delta t=25.6$  ms 且  $\delta t=3.2$  ms。以此種方式，則對每一時間視窗  $\Delta t$  和一有限數目的離散頻率  $f_i$  而言都可測得與時間有關的值  $A(f_i, t)$ 。

第 5 圖中顯示該值 A 在一預定頻率  $f_i$  時之時間曲線。由第 5 圖中可知，此值 A 在該預定頻率  $f_i$  時會隨時間改變。第 5 圖中所示的時間區段是時間步階  $\delta t$ ，其中須驅動該快速傅立葉轉換。依據本發明，現在須對 N 個預定的第一頻率  $f_i$  或頻率區域以及時間上依序之時間步階  $\delta t$  中在時間上重疊之時間視窗  $\Delta t$  以  $t_j=t_0+j\delta t$  來決定所屬的值  $A(f_i, t_j)$ ，其中 j 是自然數。

現在，由值  $A(f_i, t)$  來形成一種平均值  $\bar{A}(f_i, t)$ 。此平均值

$\bar{A}(f_i, t)$  是一種時間動態平均值，其以時間步階  $\delta t$  而作為時間  $t$  的函數且動態地由時間區段  $T$  之  $M$  個值  $A(f_i, t_m)$  所組成的資料組  $\underline{A}(f_i, t)$  藉助於關係式

$$\bar{A}(f_i, t) = (Q_\alpha(f_i, t) + Q_{1-\alpha}(f_i, t)) / 2$$

來決定，其中  $Q_\alpha$  和  $Q_{1-\alpha}$  是時間區段  $T$  中所分別決定的值  $A(f_i, t_m)$  之  $\alpha$ -或  $(1-\alpha)$ -分量， $t_m = t + m\delta t$  且  $m$  是整數。於此，對稱於時間點  $t$  而配置之時間區段  $T$  (此情況下  $-(M-1)/2 \leq m \leq (M-1)/2$  且  $M$  是奇數) 以及時間  $t$  時屬於資料集  $\underline{A}(f_i, t)$  而形成之值  $A(f_i, t_m)$  依據數值大小而排列。該  $\alpha$ -或  $(1-\alpha)$ -分量是位於該列之位置  $\alpha M$  或  $(1-\alpha)M$  上的數值。實際上  $\alpha$  值介於  $0.7 \leq \alpha \leq 0.8$ ，較佳是  $\alpha = 0.75$ 。一種藉助於此計算方法所獲得的平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  顯示在第 6 圖中。

藉助於  $\alpha$ -和  $(1-\alpha)$ -分量  $Q_\alpha$  或  $Q_{1-\alpha}$ ，則可藉助於以下的關係式

$$s(f_i, t) = \sqrt{\frac{Q_\alpha(f_i, t) - Q_{1-\alpha}(f_i, t)}{2q_{1-\alpha}}}$$

來計算平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  之值  $A(f_i, t_m)$  之平均差值  $s(f_i, t)$ ，其中  $q_{1-\alpha}$  是已正規化之高斯分佈或正規分佈的  $(1-\alpha)$ -分量。

藉助於上述之計算方法(計量方法)，則可算出一資料組之平均值和差值而不必考慮這些位於  $\alpha$ -和  $(1-\alpha)$  所定義之範圍的外部之值。這表示各種大很多的值都不必考慮且因此亦不會使結果失真。以此種方法，則可在與計算結果有相同品質之情況下選取一種短很多的時間區段，例如，一種由  $M=100$  個值  $A(f_i, t_j)$  所構成的資料組  $\underline{A}(f_i, t)$ ，其在時間步階  $\delta t = 3.2$  ms 時所具有的時間區段之長度是  $T = 320$  ms。結果，

該平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  在操作背景下可適應於各種快速的變化，使正規化的光譜不致於失真或將該監視時出現的錯誤顯示予以偽裝。在此種方法中，在汽油渦輪發出轟隆聲之期間中，即，由於燃料室中之共振而很突然（例如，以時間常數大約是 0.5 秒而造成振幅上升 5 倍或更大）地產生大很多的背景噪聲時，可辨認多個已鬆散的零件之撞擊。

藉助於上述已算出的平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  和平均差值  $s(f_i, t)$ ，則可在下一步驟中以上述之計量方法為基準來求得一種較佳的平均值  $\bar{A}_{opt}(f_i, t)$ ，此時由現有之資料組  $A(f_i, t)$  中去除較先前已算出之平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  大很多的值  $A(f_i, t_m)$ 。實際上，在計算該平均值時將該大於  $\bar{A}(f_i, t) + 3s(f_i, t)$  之值  $A(f_i, t_m)$  去除時是有利的。藉由完整的資料組  $A(f_i, t)$  且藉助於  $\delta$ -或  $(1-\delta)$ -分量來算出一種新的平均值，其中

$$\delta = \alpha(M - M_E) / M$$

且  $M_E$  是大於  $\bar{A}(f_i, t) + 3s(f_i, t)$  之值  $A(f_i, t_m)$  之數目。另一方式是，亦可藉由一種已扣除此一數值  $A(f_i, t_m)$  之資料組來重新決定該  $\alpha$ -和  $(1-\alpha)$ -分量。藉助於  $\alpha$ -和  $(1-\alpha)$ -分量或由該已扣除完成之資料組所獲得的  $\alpha$ -和  $(1-\alpha)$ -分量，則可依據上述的公式來算出一種較佳的平均值  $\bar{A}_{opt}(f_i, t)$  或一種較佳的平均差值  $s_{opt}(f_i, t)$ 。

藉由上述已算出的平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  或  $\bar{A}_{opt}(f_i, t)$  以及平均差值  $s(f_i, t)$  或  $s_{opt}(f_i, t)$ ，則在每一頻率時此值  $A$  之正規化的差值  $D(f_i, t)$  可由平均值  $\bar{A}$  依據以下的方程式來算出。

$$D(f_i, t_m) = (A(f_i, t_m) - \bar{A}(f_i, t)) / s(f_i, t) \quad \text{或}$$

$$D(f_i, t_m) = (A(f_i, t_m) - \bar{A}_{opt}(f_i, t)) / s_{opt}(f_i, t)$$

爲了求得該適用於時間點  $t$  時的平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  和適用於時間點  $t$  時的平均差值  $s(f_i, t)$ ，則須由  $M$  個光譜來求出此值  $A(f_i, t_m)$ 。換言之，平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  或  $\bar{A}_{opt}(f_i, t)$  以及平均差值  $s(f_i, t)$  或  $s_{opt}(f_i, t)$  持續地藉助於  $M$  個轉換值來實現。此種實現過程是在時間步階  $\delta t$  中進行。以新的平均值  $\bar{A}(f_i, t + \delta t)$  或  $\bar{A}_{opt}(f_i, t + \delta t)$  之計算以及新的平均差值  $s(f_i, t + \delta t)$  或  $s_{opt}(f_i, t + \delta t)$  之計算爲基準的資料組  $\underline{A}(t + \delta t)$  藉由去除第一(即，最久)之值且添加最新之值而形成。這些資料組在對稱於時間點  $t$  而配置的時間區段  $T$  中是下式之值

$$A(f_i, t - \frac{M-1}{2}\delta t) \text{ 或 } A(f_i, t + \frac{M-1}{2}\delta t)$$

在一種有利的形式中，已正規化的差值  $D(t, f_i)$  另外在一種圍繞著該頻率  $f_i$  之由  $2L+1$  個頻率所構成的頻率範圍  $f_{i-L}, f_{i-L+1}, \dots, f_{i+L}$  中求取平均值且藉由方程式

$$\bar{D}(f_i, t) = \frac{1}{1+2L} \sum_{k=-L}^{k=+L} D(f_{i+k}, t)$$

來決定一已正規化的平均差值  $\bar{D}(f_i, t)$ 。

此一額外的計算步驟在只有背景信號存在的區域中使已正規化之差值的振動高度和寬度下降。有效信號成份藉由該頻率範圍中的平均作用而不會明顯地改變，此乃因這些有效成份通常都集中在相鄰之頻率線而出現。藉由此種方式，則可使信號-背景-比(ratio)又改進 10 至 15 dB。

當另外導入一種臨限值  $D_0$  且藉助於關係式  $\bar{D}_s = D_0$ 。當  $\bar{D} < D_0$ ，且  $\bar{D}_s = \bar{D}$ ，當  $\bar{D} \geq D_0$  時，來決定一種正規化的差值  $\bar{D}_s(f_i, t)$

時，上述之信號-背景-比可進一步獲得改良。

以上述方式所求得的已正規化的差值  $D(f_i, t)$ ， $\bar{D}(f_i, t)$  或  $\bar{D}_s(f_i, t)$  被平方之後對全部之離散式頻率  $f_i$  求和 (sum)：

$$S(t) = \sum_{i=1}^N D(f_i, t)^2 / N \quad (a)$$

$$S(t) = \sum_{i=1}^N \bar{D}(f_i, t)^2 / N \quad (b)$$

或

$$S(t) = \sum_{i=1}^N \bar{D}_s(f_i, t)^2 / N \quad (c)$$

現在，由上述之和  $S(t)$  求得平方根以導出一評估函數  $K(t)$ ：

$$K(t) = \sqrt{S(t)} \quad (1)$$

其可作為發生撞擊時之指示值。另一方式是該評估函數亦可藉由算出該和  $S(t)$  之平方根和該平方根之動態時間平均值之間的差

$$\tilde{K}(t) = K(t) - \bar{K}(t) \quad (2)$$

而得到且作為撞擊發生時的特徵值。若  $K(t)$  或  $\tilde{K}(t)$  超過一種臨限值  $K_0$  (警示臨限，其在汽油渦輪上時則介於 1.5 和 2 之間)，則表示一種鬆散的零件碰撞已發生。

以上述方式且藉助於已正規化的平均差值  $\bar{D}_s$  而由第 2 圖之測量信號  $M$  所獲得之評估函數  $K(t)$  顯示在第 7 圖中。由第 7 圖中明顯可知，渦輪機之轟隆聲對該評估函數  $K(t)$  沒有影響。

就像先前一樣，以本發明的方法能可靠地偵測一種鬆開的設備組件之撞擊現象。第 8 圖顯示一種在渦輪機上所獲得的實際的測量信號  $M(t)$ ，在時間點  $t \approx 3.9$  s 時一種由撞擊所造成的爆裂現象重疊至該測量信號  $M$  上，此爆裂現象在該測量信號  $M$  上不能直接辨認。

第 9 圖顯示由第 8 圖之測量信號所導出的評估函數  $K$  相對於時間  $t$  之已放大的關係圖。由第 9 圖中可知，所發生的事件(爆裂)可藉由該評估函數  $K$  之明顯的上升來辨認。

### 【圖式簡單說明】

第 1 圖本發明之裝置之一實施例的原理圖。

第 2 圖渦輪機之由測量值接收器所測得之操作噪聲(測量信號  $M$ )對時間  $t$  之關係圖。

第 3 圖由第 2 圖之測量信號  $M$  依據 WO 03/071243 A1 中所述的求值-演算法所導出的評估函數  $K$  對時間的關係圖。

第 4 圖該測量信號  $M$  以時間上較高的解析度相對於時間  $t$  之關係圖。

第 5 圖在一預定的頻率  $f_i$  時，頻譜之由該測量信號  $M$  藉由快速傅立葉轉換所求得之數值  $A$  相對於時間  $t$  之關係圖。

第 6 圖頻譜之值  $A$  之動態時間平均值  $\bar{A}$  在一預定的頻率  $f_i$  時相對於時間  $t$  的關係圖。

第 7 圖依據本發明之方法由第 2 圖之測量信號所導出的評估函數  $K$  相對於時間  $t$  之關係圖。

第 8 圖由渦輪機上所接收的測量信號  $M$  相對於時間  $t$  之關係圖。

第 9 圖由該測量信號所求出的評估函數  $K$  相對於時間  $t$  之關係圖。

【主要元件符號說明】

2	設備組件
4	感測器
6	前置放大器
8	類比/數位-轉換器
10	數位式記憶體
12	計算裝置
14	比較裝置
16	瞬間記錄器
18	計算器
M	測量信號
K	評估函數
$\Delta t$	時間視窗
$\delta t$	時間步階
$f_i$	頻率
$\bar{A}$	平均值
T	時間區段
TS	時間範圍
$K_o$	臨限值

## 五、中文發明摘要：

一種檢測一設備組件(2)上脈衝式機械效應之方法和裝置，其中該設備組件(2)中所存在的操作噪聲連續地以一種配置在該設備組件(2)上的感測器(4)來測得且由此一感測器轉換成一種測量信號(M)，其受到一種數學轉換。依據本發明，由多個以此方式所求得的轉換值藉由各分量值之決定以算出一種動態平均值且依據此動態平均值以導出一評估函數(K(t))，其顯示一種脈衝式機械效應已發生在該設備組件(2)上。

## 六、英文發明摘要：

In a method and a device for the detection of an impulse-type mechanical effect on a plant component (2), an operation-noise existing in the plant component (2) is captured continuously with a sensor (4) arranged on the plant component (2) and is converted by the sensor into a measure signal (M), which is subject to a mathematic transformation. According to this invention, from several transformations obtained in this way, a dynamic average value is calculated through the decision of quantities and an evaluation function (K(t)) is derived accordingly, which shows the occurrence of an impulse-type mechanical effect on the plant component (2).

**七、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

2	設備組件
4	感測器
6	前置放大器
8	類比/數位-轉換器
10	數位式記憶體
12	計算裝置
14	比較裝置
16	瞬間記錄器
18	計算器
M	測量信號
$K(t)$	評估函數

**八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**

# 發明專利說明書

PD1071809D

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96100911

※申請日期：96.01.10

※IPC 分類：G01M 7/00 (2006.01)  
G01H 3/08 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於檢測設備組件上脈衝機械效應之方法和裝置

METHOD AND DEVICE FOR DETECTION OF A PULSED MECHANICAL EFFECT  
ON AN INSTALLATION COMPONENT

## 二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章) ID：

阿雷瓦 NP 股份有限公司

AREVA NP GMBH

代表人：(中文/英文)(簽章)

1. R. 史特爾萊恩 / R. Steuerlein

2. 克里斯汀庫茲 / Dr. Christian Kunz

住居所或營業所地址：(中文/英文)

德國埃蘭根 91052 保羅勾森街 100 號

Paul-Gossen-Strasse 100, 91052, Erlangen, Germany

國籍：(中文/英文)

德國

Germany

第 96100911 號「用於檢測設備組件上脈衝機械效應之方法和設備」專利案

(2010 年 5 月 3 日修正)

## 十、申請專利範圍：

1. 一種檢測一設備組件(2)上脈衝式機械效應之方法，該設備組件(2)中所存在的操作噪聲連續地以一種配置在該設備組件(2)上的感測器(4)來測得且由此感測器(4)轉換成一種測量信號(M)，其特徵為以下各步驟：

a) 在時間上跟隨著各時間步階( $\delta t$ )之各時間視窗( $\Delta t$ )中，以數學上之轉換規則之預定的參數( $f_i$ )來算出該測量信號(M)之轉換後的值( $A(f_i, t_j)$ )，

b) 就每一時間步階( $\delta t$ )和每一預定的參數( $f_i$ )而言，由平均值( $\bar{A}(f_i, t)$ )來決定該值( $A(f_i, t_j)$ )之差值，

c) 由每一預定的參數( $f_i$ )所決定的差值而在每一時間步階( $\delta t$ )中導出一種評估函數( $K(t)$ )，

d) 將此一評估函數( $K(t)$ )與一種臨限值( $K_o$ )比較，且在超過此臨限值( $K_o$ )時，則指出一種顯示出該機械作用之脈衝式信號成份已存在，

e) 以 M 個值( $A(f_i, t_m)$ )藉助於關係式

$$\bar{A}(f_i, t) = (Q_\alpha(f_i, t) + Q_{1-\alpha}(f_i, t)) / 2$$

以動態地由資料組( $A(f_i, t_m)$ )來決定該平均值( $\bar{A}(f_i, t_j)$ )之與時間(t)的函數關係，其中  $Q_\alpha$ 和  $Q_{1-\alpha}$ 是時間區段(T)中所分別決定的值  $A(f_i, t_m)$ 之  $\alpha$ -或  $(1-\alpha)$ -分量， $t_m = t + m \delta t$  且 m 是整數。

- 2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中時間區段(T)係配置成對稱於時間點 t。
- 3.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中由平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  來算出一種已改進之  $\bar{A}_{opt}(f_i, t)$ ，此時由資料組中去除超過該平均值 ( $\bar{A}$ ) 達一預定差值之各值 ( $A(f_i, t)$ )，藉以決定各分量。
- 4.如申請專利範圍第 2 項之方法，其中由平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  來算出一種已改進之  $\bar{A}_{opt}(f_i, t)$ ，此時由資料組中去除超過該平均值 ( $\bar{A}$ ) 達一預定差值之各值 ( $A(f_i, t)$ )，藉以決定各分量。
- 5.如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之方法，其中就多個依順序之時間視窗 ( $\Delta t$ ) 之每一預定的參數 ( $f_i$ ) 而言，藉助於關係式

$$s(f_i, t) = \sqrt{\frac{Q_{\alpha}(f_i, t) - Q_{1-\alpha}(f_i, t)}{2q_{1-\alpha}}}$$

而由平均值 ( $\bar{A}(f_i, t)$ ) 求出此值 ( $A(f_i, t_j)$ ) 之平均差值 ( $s(f_i, t)$ )，其中  $q_{1-\alpha}$  是已正規化之正規分佈之 ( $1-\alpha$ )-分量，且藉此以決定該平均值 ( $\bar{A}(f_i, t)$ ) 之已正規化之差值，此差值考慮用來計算該評估函數 ( $K(t)$ )。

- 6.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該預定的差值是平均差值 ( $s$ ) 之三倍。
- 7.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中就每一時間視窗 ( $\Delta t$ ) 而言，經由每一預定的參數來形成每一已正規化的差值之平方值之和，由此而導出該評估函數 ( $K$ )。
- 8.如申請專利範圍第 6 項之方法，其中就每一時間視窗 ( $\Delta t$ ) 而言，經由每一預定的參數來形成每一已正規化的差值之平方值之和，由此而導出該評估函數 ( $K$ )。

9. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之方法，其中數學上的轉換規則是一種視窗化之傅立葉轉換，且各參數是該測量信號 (M) 之頻譜之頻率 ( $f_i$ )。

10. 一種檢測一設備組件 (2) 上脈衝式機械效應之裝置，該裝置具有：至少一配置在該設備組件 (2) 上的感測器 (4)，以連續地測得一種存在於該設備組件 (2) 上的操作噪聲；以及一配置在該感測器 (4) 之後的 A/D 轉換器 (8)，以使由此感測器 (4) 所測得的測量信號 (M) 數位化且將此一已數位化的測量信號繼續傳送至一計算裝置 (12) 以進行以下各步驟：

a) 在時間上跟隨著各時間步階 ( $\delta t$ ) 之各時間視窗 ( $\Delta t$ ) 中，以數學上之轉換規則之預定的參數 ( $f_i$ ) 來算出該測量信號 (M) 之轉換後的值 ( $A(f_i, t_j)$ )，

b) 就每一時間步階 ( $\delta t$ ) 和每一預定的參數 ( $f_i$ ) 而言，由平均值 ( $\bar{A}(f_i, t)$ ) 來決定該值 ( $A(f_i, t_j)$ ) 之差值，

c) 由每一預定的參數 ( $f_i$ ) 所決定的差值而在每一時間步階 ( $\delta t$ ) 中導出一種評估函數 ( $K(t)$ )，

d) 將此一評估函數 ( $K(t)$ ) 與一種臨限值 ( $K_0$ ) 比較，且在超過此臨限值 ( $K_0$ ) 時，則指出一種顯示出該機械效應之脈衝式信號成份已存在，

e) 以 M 個值 ( $A(t_m)$ ) 藉助於關係式

$$\bar{A}(f_i, t) = (Q_\alpha(f_i, t) + Q_{1-\alpha}(f_i, t)) / 2$$

以動態地由資料組 ( $A(t)$ ) 來決定該平均值 ( $\bar{A}(f_i, t_j)$ ) 之與時間 t 的函數關係，其中  $Q_\alpha$  和  $Q_{1-\alpha}$  是時間區段 (T) 中所分別決定的值  $A(f_i, t_n)$  之  $\alpha$ -或  $(1-\alpha)$ -分量， $t_n = t + m \delta t$  且 m 是

整數。

11. 如申請專利範圍第 10 項之裝置，其中時間區段 (T) 係配置成對稱於時間點  $t$ 。

12. 如申請專利範圍第 10 項之裝置，其中利用一種安裝在該計算裝置 (12) 中的演算法而由平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  來算出一種已改進之 ( $\bar{A}_{opt}(f_i, t)$ )，此時由資料組 ( $\underline{A}(t)$ ) 中去除超過該平均值 ( $\bar{A}(f_i, t)$ ) 達一預定差值之各值 ( $A(f_i, tm)$ )，藉以決定各分量。

13. 如申請專利範圍第 11 項之裝置，其中利用一種安裝在該計算裝置 (12) 中的演算法而由平均值  $\bar{A}(f_i, t)$  來算出一種已改進之 ( $\bar{A}_{opt}(f_i, t)$ )，此時由資料組 ( $\underline{A}(t)$ ) 中去除超過該平均值 ( $\bar{A}(f_i, t)$ ) 達一預定差值之各值 ( $A(f_i, tm)$ )，藉以決定各分量。

14. 如申請專利範圍第 10 至 13 項中任一項之裝置，其中在該計算裝置 (12) 中就多個依順序之時間視窗 ( $\Delta t$ ) 之每一預定的參數 ( $f_i$ ) 而言，藉助於關係式

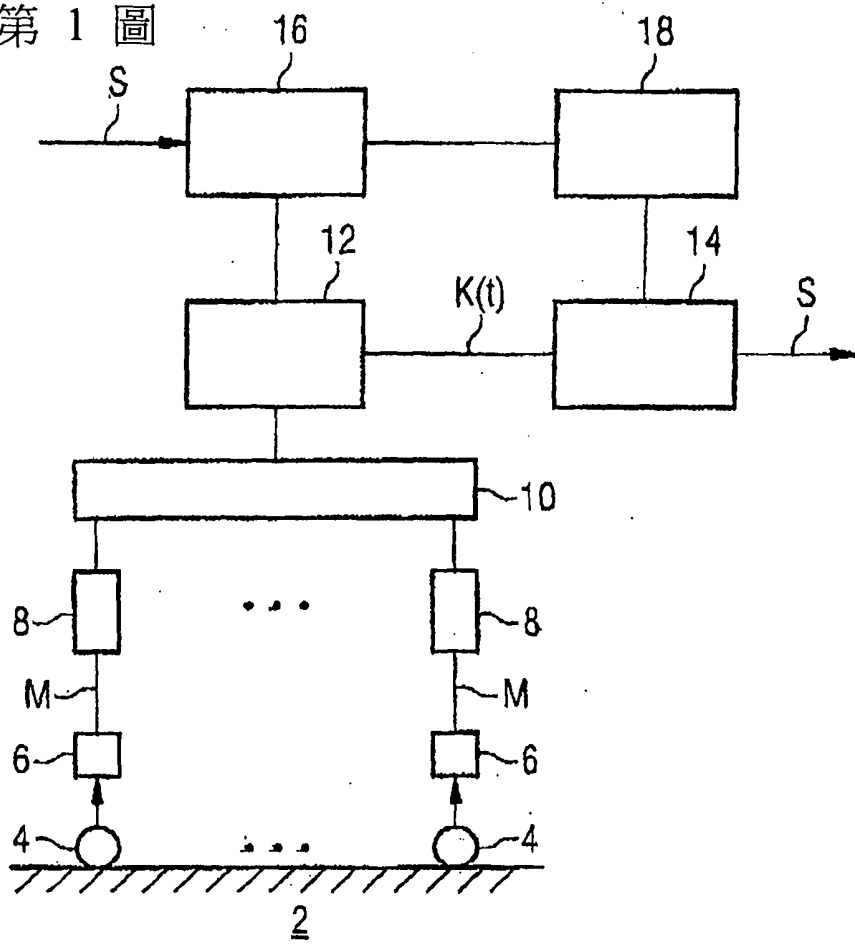
$$s(f_i, t) = \sqrt{\frac{Q_{\alpha}(f_i, t) - Q_{1-\alpha}(f_i, t)}{2q_{1-\alpha}}}$$

而由平均值 ( $\bar{A}(f_i, t)$ ) 求出此值 ( $A(f_i, t_j)$ ) 之平均差值 ( $s(f_i, t)$ )，其中  $q_{1-\alpha}$  是已正規化之正規分佈之  $(1-\alpha)$ -分量，且藉此以決定該平均值 ( $\bar{A}(f_i, t)$ ) 之已正規化之差值，此差值考慮用來計算該評估函數 ( $K(t)$ )。

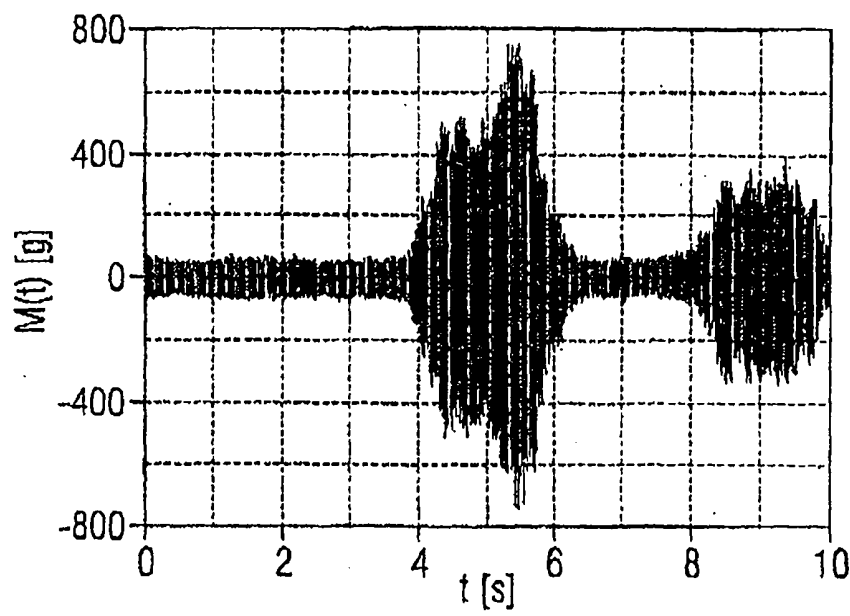
15. 如申請專利範圍第 14 項之裝置，其中該預定的差值是平均差值 ( $s$ ) 之三倍。

十一、圖式：

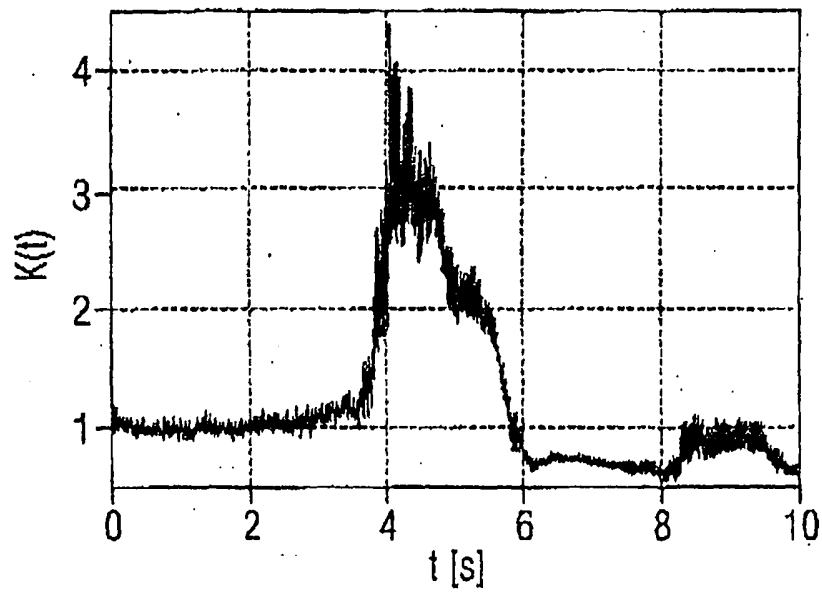
第 1 圖



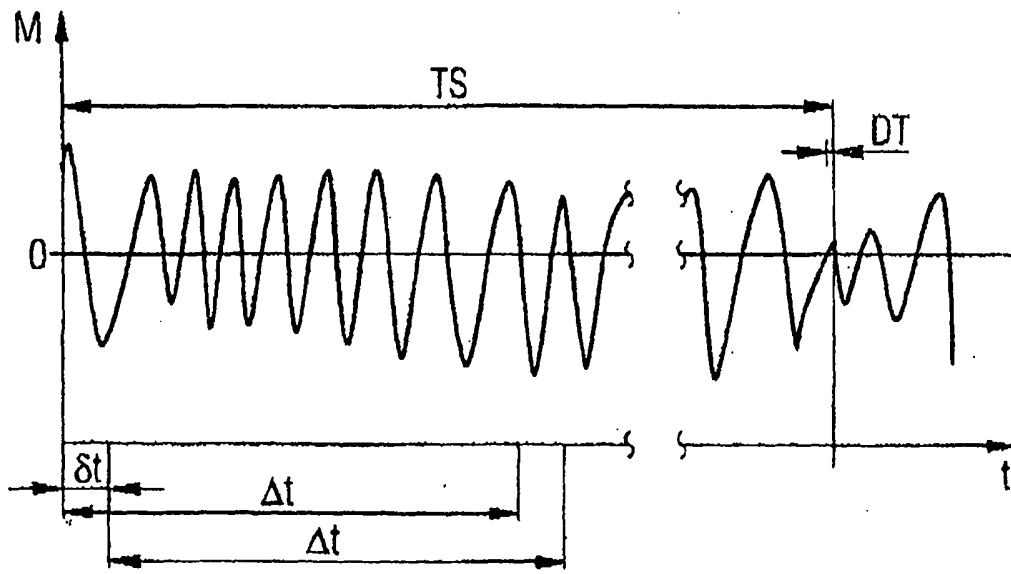
第 2 圖



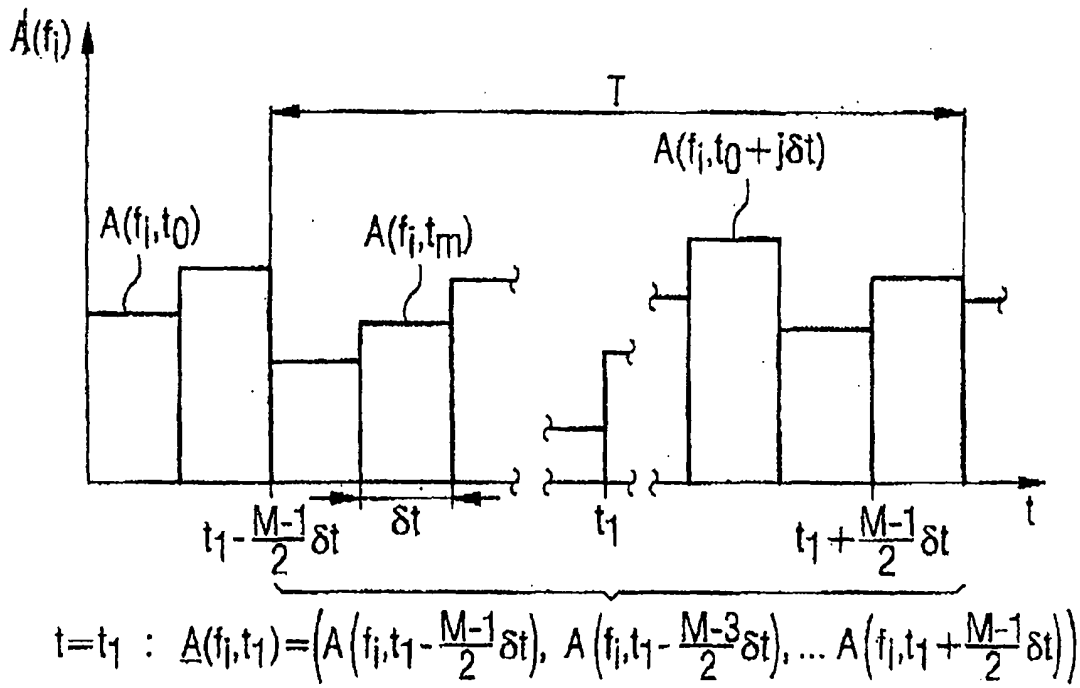
第 3 圖



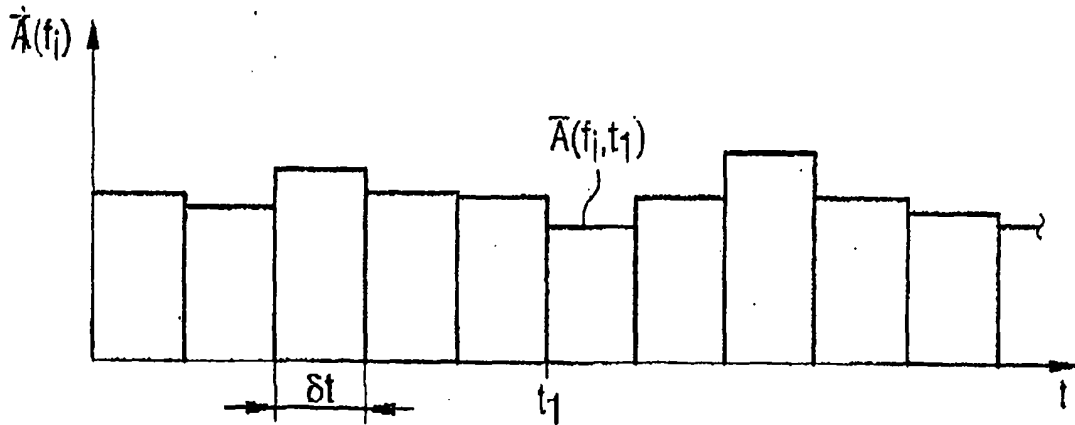
第 4 圖



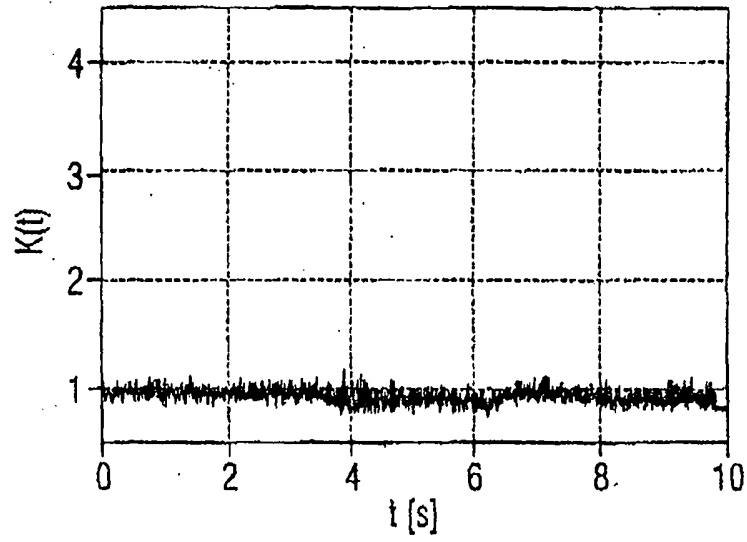
第 5 圖



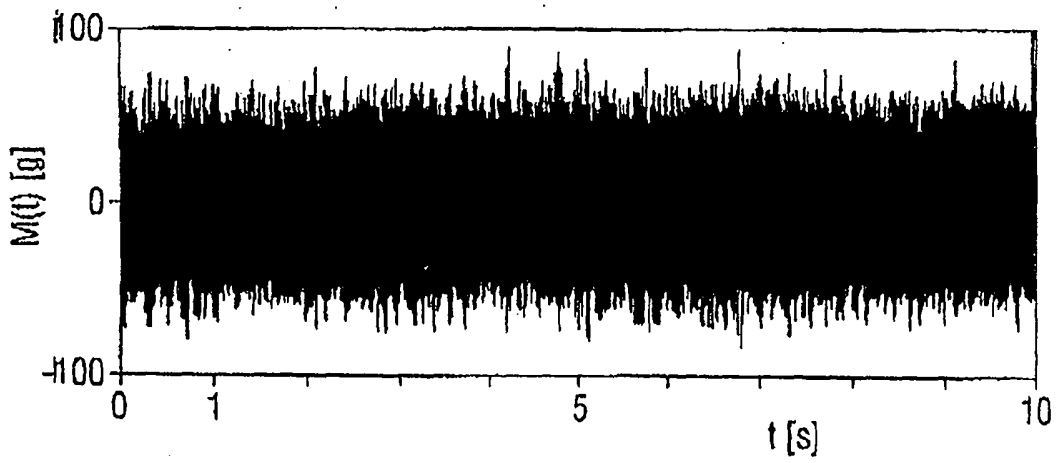
第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖

