



Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: AT 398 858 B

(12)

# PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2154/92

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : G05D 23/19

(22) Anmeldetag: 2.11.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1994

(45) Ausgabetag: 27. 2.1995

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS3328187 DE-OS3715461 DE-OS3938592

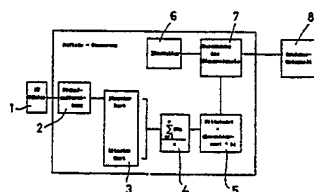
(73) Patentinhaber:

VAILLANT GESELLSCHAFT M.B.H.  
A-1233 WIEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUR AUSSENTEMPERATURGEFÜHRTEN STEUERUNG/REGELUNG EINES HEIZGERÄTES

(57) Verfahren und Vorrichtung zur außentemperaturgeführten Steuerung/Regelung eines Heizgerätes, wobei zur genaueren Feststellung des Wärmebedarfs vorgesehen ist, daß als Führungsgröße ( $w$ ) ein entsprechend der Zunahme oder Abnahme des Außentemperatur-Mittelwertes  $\overline{AT}$  nacheinanderfolgender  $m \cdot 24$ -Stunden-Zeiträume mit  $m \in \mathbb{N}$ -gebildeter Parameter verwendet wird, wobei der Außentemperatur-Mittelwert  $\overline{AT}$  aus in konstanten Intervallabständen  $t_i$  innerhalb des 24-Stunden-Zeitraumes ermittelten  $x$  Meßwerten  $AT_1, AT_2 \dots AT_x$  mit  $x \in \mathbb{N}$  und  $AT_1$  = jüngster Meßwert gebildet wird und wobei gilt:

$$\overline{AT} = \frac{\sum_{n=1}^x AT_n}{x}$$



AT 398 858 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur außentemperaturgeführten Steuerung/Regelung eines Heizgerätes sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Bisher wird zur Außentemperaturführung von Heizungsregelungen die jeweils aktuelle Außentemperatur als Parameter zur Bildung einer Heizkurve verwendet, wie beispielsweise in der DE-OS 33 28 187 beschrieben. Nachteilig dabei ist, daß insbesondere bei Heizungsanlagen großer Trägheit und bei Nachtstrom-Heizgeräten keine Berücksichtigung des tendenziellen Verlaufs der Außentemperatur erfolgt. Dadurch kann bei stark fallender oder stark ansteigender Außentemperatur eine zu niedrige oder zu hohe Vorlauftemperatur beziehungsweise Aufladung eines Nachtstromspeichers eingestellt werden.

Der Erfindung liegt demgemäß die Aufgabe zugrunde, eine bessere Anpassung der Heizungssteuerung/-regelung an die Witterungsverhältnisse zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß als Führungsgröße  $w$  ein entsprechend der Zunahme oder Abnahme des Außentemperatur-Mittelwertes  $\overline{AT}$  nacheinanderfolgender  $m \cdot 24$ -Stunden-Zeiträume mit  $m \in \mathbb{N}$  gebildeter Parameter verwendet wird, wobei der Außentemperatur-Mittelwert  $\overline{AT}$  aus in konstanten Intervallabständen  $t_i$  innerhalb des 24-Stunden-Zeitraumes ermittelten  $x$  Meßwerten  $AT_1, AT_2 \dots AT_x$  mit  $x \in \mathbb{N}$  und  $AT_1 =$  jüngster Meßwert gebildet wird und wobei gilt:

$$\overline{AT} = \frac{\sum_{n=1}^x AT_n}{x}$$

ratur-Mittelwertes  $\overline{AT}$  nacheinanderfolgender  $m \cdot 24$ -Stunden-Zeiträume mit  $m \in \mathbb{N}$  gebildeter Parameter verwendet wird. Eine derartige Tendenzberücksichtigung des Außentemperaturverlaufes ermöglicht eine genauere Vorgabe eines Führungsparameters, der den tatsächlichen Wärmebedarf repräsentiert. Der für die Berechnung einer Regelabweichung oder eines Ausgangssignals wirksame Temperaturwert wird quasi entsprechend korrigiert. Dies ist besonders für Nachtstromspeicher interessant, weil hierbei in einer Ladeperiode die Heizenergie für die folgende Heizperiode gespeichert wird.

Vorzugsweise ist  $m = 1$  und wird der Außentemperatur-Mittelwert  $\overline{AT}$  aus in konstanten Intervallabständen  $t_i$  innerhalb des 24-Stunden-Zeitraumes ermittelten  $x$  Meßwerten  $AT_1, AT_2 \dots AT_x$  mit  $x \in \mathbb{N}$  und  $AT_1 =$  jüngster Meßwert gebildet, wobei gilt:

$$\overline{AT} = \frac{\sum_{n=1}^x AT_n}{x}$$

Bei  $m = 1$  beträgt die Periodendauer für einen Meßzyklus 24 Stunden. Während dieser Zeit wird in konstanten Zeitabständen  $t_i$  eine Anzahl von  $x$  Meßwerten der Außentemperatur ermittelt. Aus diesen Meßwerten wird jeweils ein gleitender Mittelwert der Tagesaußentemperatur gebildet. Ein neuer, aktueller Mittelwert liegt in Abständen  $t_i$  vor.

Eine derartige Tendenzberücksichtigung des Außentemperaturverlaufes ermöglicht eine genauere Vorgabe eines Führungsparameters, der den tatsächlichen Wärmebedarf repräsentiert. Der für die Berechnung einer Regelabweichung oder eines Ausgangssignals wirksame Temperaturwert wird quasi entsprechend korrigiert. Dies ist besonders für Nachtstromspeicher interessant, weil hierbei in einer Ladeperiode die Heizenergie für die folgende Heizperiode gespeichert wird.

Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform erfolgt eine Tendenzerkennung der Außentemperatur, indem zwei 24 Stunden auseinanderliegende Außentemperaturwerte  $AT_t$  und  $AT_{t-24h}$  miteinander verglichen werden, wobei gilt:

$AT_t - AT_{t-24h} > 0$ : steigende Außentemperatur und

$AT_t - AT_{t-24h} < 0$ : fallende Außentemperatur.

Dabei kann für  $AT_t$  der jüngste Meßwert  $AT_1$  und für  $AT_{t-24h}$  der Meßwert  $AT_{x+1}$  verwendet werden. Auf diese Weise ergibt sich zumindest dann ein aktuelles Bild des Außentemperaturverlaufes, wenn die Abstände  $t_i$  zwischen zwei Meßwerten  $AT_n$  und  $AT_{n+1}$  relativ gering sind. Eine Verbesserung des Verfahrens wird erreicht, wenn die Korrektur des Mittelwertes mit der Differenz aus dem augenblicklichen Temperaturwert und der linearen Interpolation des genau 24 Stunden zurückliegenden Außentemperaturwertes korrigiert wird. In diesem Fall ist vorgesehen, daß  $AT_t$  der aktuelle Meßwert ist und  $AT_{t-24h}$  linear interpoliert wird, wobei gilt:

$$AT_{t-24h} = \frac{AT_x - AT_{x+1}}{t_i} \cdot (t - t_1) + AT_{x+1}$$

mit  $t - t_1$  als Zeitdifferenz zwischen dem aktuellen Meßwert  $AT_t$  und dem jüngsten Meßwert  $AT_1$ . Diese verbesserte Variante gestattet auch eine Verlängerung der Speicherintervalle  $t_i$ .

Zur deutlicheren Herausstellung des Effekts kann die die Tendenz der Außentemperatur charakterisierende Differenz  $AT_t - AT_{t-24h}$  mit einem Verstärkungsfaktor  $k$  mit  $k = \text{const.}$  multipliziert werden. Ein derartiger konstanter Faktor  $k$  verfälscht das gemessene beziehungsweise errechnete Ergebnis nicht.

Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsgröße  $w$  die Summe des Außentemperatur-Mittelwertes  $\overline{AT}$  und der Tendenz der Außentemperatur  $k(AT_t - AT_{t-24h})$  ist, wobei gilt:

$$w = \frac{\sum_{n=1}^x AT_n}{x} + k \left[ AT_t - \left[ \frac{AT_x - AT_{x+1}}{t_i} (t - t_1) + AT_{x+1} \right] \right]$$

Die auf diese Weise ermittelte Führungsgröße  $w$  charakterisiert den von der Tendenz der Außentemperatur abhängigen Wärmebedarf. Der erste Summand ist der Außentemperatur-Mittelwert der letzten 24 Stunden. Zu diesem Mittelwert wird ein Korrekturwert addiert, der die Temperaturdifferenz zweier im Abstand von 24 Stunden gemessener Werte der Außentemperatur darstellt. Dieser zweite Summand ist  $> 0$  bei gestiegener Außentemperatur und  $< 0$  bei gesunkener Außentemperatur. Dementsprechend bedeutet eine zu berücksichtigende Erwärmung eine Vergrößerung der Führungsgröße  $w$  und eine Abkühlung eine Verringerung der Führungsgröße  $w$ , wobei das Maß der Abweichung für die Intensität der Veränderung der Außentemperatur steht.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist vorzugsweise dadurch charakterisiert, daß ein Speicher vorgesehen ist, der  $x+1$  Speicherplätze für die Außentemperaturen  $AT_n$  mit  $n = 1, 2, \dots, x, x+1$  aufweist. Zur Verarbeitung der Speicherwerte wird üblicherweise eine entsprechend aufbereitete Software eines im allgemeinen ohnehin zum Zwecke der Regelung vorhandenen Mikrocomputers benutzt.

Der logistische Aufbau des Speichers kann prinzipiell in zwei Varianten erfolgen.

Erstens kann der Speicher nach Art eines Schieberegisters aufgebaut sein, wobei im Abstand von  $t_i$  jeweils der älteste mit dem jüngsten Außentemperaturwert überschrieben wird und die Speicherzeitpunkte  $t_n$  die Adressen der Speicherplätze bilden.

Der zweiten Variante zufolge ist der Speicher nach Art eines Registers fester Adressenzuordnung der Speicherplätze derart aufgebaut, daß im Abstand von  $t_i$  die Außentemperaturwerte jeweils auf einen einen Adressensprung höheren Speicherplatz abgelegt werden, wobei der älteste Außentemperaturwert des höchsten Speicherplatzes überschrieben und der jüngste Außentemperaturwert auf den ersten Speicherplatz neu eingespeichert wird.

Bei der ersten Variante werden quasi Wertepaare  $[t_n; AT_n]$  abgespeichert, wobei die  $t_n$ -Werte auch als Adressen dienen und dadurch einen Zugriff auf den jeweils zugeordneten Meßwert für die Außentemperatur ermöglichen. Im Gegensatz dazu erfordert der Speicheraufbau gemäß der zweiten Variante nicht notwendig

die Speicherung der Zeitvariablen. Statt dessen ist jedem Speicherplatz für  $AT_n$  eine konstante Adresse  $n$  zugeordnet. Ein solcher Speicher für  $n+1$  AT-Meßwerte besitzt  $n+1$  Speicherplätze. Auf den mit der Adresse 1 versehenen Speicherplatz wird immer der jüngste Außentemperaturwert  $AT_1$  abgespeichert, während der davor gemessene AT-Wert nunmehr  $AT_2$  wird und auf den zweiten Speicherplatz mit der Adresse  $n = 2$  geschoben wird. Auf diese Weise werden auch alle nachfolgenden AT-Werte innerhalb des Speichers auf immer höhere Speicherplätze weitergeschoben. Der jeweils älteste Wert für die Außentemperatur  $AT_{n+1}$  wird bei diesem Prozeß gelöscht, indem dieser Wert mit dem danach gemessenen Außentemperaturwert  $AT_n$  überschrieben wird, welcher somit nunmehr  $AT_{n+1}$  heißt. Besonders vorteilhaft für die Anwendung in der Heizungstechnik ist die Ausbildung des Speichers als EEPROM. Bei einem solchen Speicher bleiben die Speicher- und Adreßwerte auch bei Netzspannungsausfällen erhalten. Außerdem ist ein sehr häufiges Überschreiben des Speicherplatzinhaltes möglich.

Die oben beschriebene Berücksichtigung des Tagesmittelwertes der Außentemperatur und der Tendenz der Außentemperatur ist besonders für Nachtstrom-Heizgeräte geeignet. Die wirksame Temperatur für die Berechnung der Aufladung ergibt sich als Summe aus Mittelwert und Korrekturwert. Dadurch ist eine wesentlich genauere Aufladesteuerung als bei Zugrundelegung eines reinen Außentemperaturwertes als Führungsgröße möglich.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet beziehungsweise werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung des Verfahrensablaufes und die Figuren 2 und 3 zwei Varianten der Speicherbelegung.

In Figur 1 ist der Verfahrensablauf am Beispiel einer Aufladesteuerung für ein Nachtstrom-Heizgerät dargestellt. Ein Außentemperaturfühler 1 setzt die physikalische Größe Temperatur in die elektrische Größe Widerstand um. In bekannter Weise wird das Widerstandssignal einer Signalaufbereitung 2 zugeführt, welche eine Digitalisierung ausführt und einen numerischen Wert als Ausgangsgröße erzeugt. Dieser numerische Wert wird in einem Speicher 3 abgelegt. Der Speicher 3 enthält bereits eine Anzahl  $x$  älterer Außentemperaturwerte. In einem nächsten Schritt erfolgt eine Mittelwertbildung 4 der  $x$  jüngsten Außentemperatur-Speicherwerte gemäß folgendem Algorithmus:

$$\overline{AT} = \frac{\sum_{n=1}^x AT_n}{x}$$

Parallel dazu wird ein Korrektursignal gebildet, durch welches die Tendenz der Außentemperatur erfaßt wird. Aus dem Mittelwert  $\overline{AT}$  und dem Korrekturwert wird hernach durch Summation 5 die Führungsgröße  $w$  gebildet. Dabei gilt:

$$w = \frac{\sum_{n=1}^x AT_n}{x} + k \left[ AT_t - \left[ \frac{AT_x - AT_{x+1}}{t_i} (t - t_1) + AT_{x+1} \right] \right]$$

Die Führungsgröße  $w$  dient zusammen mit automatisch oder von Hand vorgewählten Einstellwerten 6 der Berechnung des Steuersignals 7 zur Aufladesteuerung eines Nachtstrom-Heizgerätes 8.

Die Belegung des Speichers 3 ist in zwei Varianten in den Figuren 2 und 3 detaillierter dargestellt. Voraussetzung ist, daß innerhalb eines 24-Stunden-Zeitraumes oder eines ganzzahligen Vielfachen dieses Zeitraumes in konstanten Zeitabständen  $t_i$  mittels des Fühlers 1 aktuelle Außentemperaturwerte eingespeichert werden. Um die Bildung des Korrekturwertes zu ermöglichen, sind  $x + 1$  Speicherplätze vorgesehen, während für die Mittelwertbildung lediglich  $x$  Außentemperaturwerte  $AT_1, AT_2, \dots, AT_x$  herangezogen werden. Der älteste Speicherwert  $AT_{x+1}$  wird für die Mittelwertbildung  $\overline{AT}$  nicht verwendet, da dies eine Verfä-

schung bedeuten würde und die Vergleichbarkeit der nacheinander gebildeten Mittelwerte  $\overline{AT}$  gefährden würde. Beispielsweise wird jeweils im Abstand von  $t_i = 2$  Stunden ein neuer, jüngster AT-Wert eingespeichert. Das bedeutet, daß  $x = 12$  Speicherwerte der Mittelwertbildung  $\overline{AT}$  dienen und ein dreizehnter, ältester Wert  $AT_{x+1}$  zur Verfügung steht, um einen Temperaturvergleich zwischen diesem Wert und dem jüngsten Wert  $AT_1$  zur Tendenzerkennung des Außentemperaturverlaufes durchführen zu können.

Wie aus Figur 2 zu ersehen, kann der jeweils älteste Außentemperaturwert im Abstand von  $t_i$  durch den jüngsten Wert  $AT_1$  überschrieben werden. Dadurch ist der Speicherplatz für  $AT_1$  sowie alle anderen Speicherwerte nicht konstant;  $AT_1$  und die anderen Speicherwerte durchlaufen zyklisch alle belegten Speicherplätze. Günstig ist in diesem Fall eine Adressenzuordnung zwischen  $AT_n$  und  $t_n$  mit  $n = 1, 2, \dots, x$ ,  $x + 1$ . Bei  $x + 1 = 13$  lautet die Adreßzuordnung also beispielsweise bei einer Messung um 16.00 Uhr

$t_1 = 16.00$ Uhr	;	Meßwert $AT_1$
$t_2 = 14.00$ Uhr	;	Meßwert $AT_2$
.		
.		
.		
.		
$t_{12} = 18.00$ Uhr	;	Meßwert $AT_{12}$
$t_{13} = 16.00$ Uhr	;	Meßwert $AT_{13}$ .

Zur Tendenzerkennung werden die Außentemperatur-Meßwerte zur gleichen Uhrzeit, das heißt in genau 24 Stunden Abstand miteinander verglichen. Noch genauer wird die Tendenzerkennung, wenn an Zeitpunkten  $t_i$ , die nicht mit einem  $t_n$  zusammenfallen, eine Interpolation der vor 24 Stunden aufgetretenen Außentemperatur erfolgt. Zu dieser Berechnung muß der Zugriff auf  $AT_1$  und - bei dem Beispiel - auf  $AT_{13}$  erfolgen.

Die waagerechten Pfeile in Figur 2 deuten an, daß zwischen zwei Außentemperaturmessungen die Speicherinhalte der nicht überschriebenen Speicherplätze erhalten bleiben, nicht aber deren Adressen.

Eine andere Variante zeigt Figur 3. Hier bleiben die Speicherplatzbezeichnungen, das heißt die Adressen konstant, während die Speicherinhalte den Speicher zyklisch durchlaufen (schräge Pfeile).

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das oben angegebene Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche auch bei grundsätzlich anders gearteter Ausführung von den Merkmalen der Erfindung Gebrauch machen. Insbesondere beschränkt sich die Erfindung nicht auf die Realisierung mit diskreten logischen Baugruppen, sondern läßt sich vorteilhaft auch mit programmierter Logik - vorzugsweise unter Verwendung eines Mikroprozessors - realisieren.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur außentemperaturgeführten Steuerung/Regelung eines Heizgerätes, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Führungsgröße ein entsprechend der Zunahme oder Abnahme des Außentemperatur-Mittelwertes  $\overline{AT}$  nacheinanderfolgender  $m \cdot 24$ -Stunden-Zeiträume mit  $m \in \mathbb{N}$  gebildeter Parameter verwendet wird, wobei der Außentemperatur-Mittelwert  $\overline{AT}$  aus in konstanten Intervallabständen  $t_i$  innerhalb des 24-Stunden-Zeitraumes ermittelten  $x$  Meßwerten  $AT_1, AT_2 \dots AT_x$  mit  $x \in \mathbb{N}$  und  $AT_1 =$  jüngster Meßwert gebildet wird und wobei gilt:

$$\overline{AT} = \frac{\sum_{n=1}^x AT_n}{x}$$

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Tendenzerkennung der Außentemperatur erfolgt, indem zwei 24 Stunden auseinanderliegende Außentemperaturwerte  $AT_t$  und  $AT_{t-24h}$  miteinander verglichen werden, wobei gilt:

5  $AT_t - AT_{t-24h} > 0$ : steigende Außentemperatur und  
 $AT_t - AT_{t-24h} < 0$ : fallende Außentemperatur.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß für  $AT_t$  der jüngste Meßwert  $AT_1$  und für  $AT_{t-24h}$  der Meßwert  $AT_{x+1}$  verwendet werden.

10

4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß  $AT_t$  der aktuelle Meßwert ist und  $AT_{t-24h}$  linear interpoliert wird, wobei gilt:

15

$$AT_{t-24h} = \frac{AT_x - AT_{x+1}}{t_i} \cdot (t - t_1) + AT_{x+1}$$

20

mit  $t - t_1$  als Zeitdifferenz zwischen dem aktuellen Meßwert  $AT_t$  und dem jüngsten Meßwert  $AT_1$ .

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die Tendenz der Außentemperatur charakterisierende Differenz  $AT_t - AT_{t-24h}$  mit einem Verstärkungsfaktor  $k$  mit  $k = \text{const.}$  multipliziert wird.

25

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Führungsgröße  $w$  die Summe aus dem Außentemperatur-Mittelwert  $\overline{AT}$  und der Tendenz der Außentemperatur  $k(AT_t - AT_{t-24h})$  ist, wobei gilt:

30

35 
$$w = \frac{\sum_{n=1}^x AT_n}{x} + k \left[ AT_t - \left[ \frac{AT_x - AT_{x+1}}{t_i} (t - t_1) + AT_{x+1} \right] \right]$$

40

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Speicher (3) vorgesehen ist, der  $x+1$  Speicherplätze für die Außentemperaturen  $AT_n$  mit  $n = 1, 2, \dots, x, x+1$  aufweist.

45

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Speicher (3) nach Art eines Schieberegisters aufgebaut ist, wobei im Abstand von  $t_i$  jeweils der älteste mit dem jüngsten Außentemperaturwert überschrieben wird und die Speicherzeitpunkte  $t_n$  die Adressen der Speicherplätze bilden.

50

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Speicher (3) nach Art eines Registers fester Adressenzuordnung der Speicherplätze derart aufgebaut ist, daß im Abstand von  $t_i$  die Außentemperaturwerte jeweils auf einen einen Adressensprung höheren Speicherplatz abgelegt werden, wobei der älteste Außentemperaturwert des höchsten Speicherplatzes überschrieben und der jüngste Außentemperaturwert auf den ersten Speicherplatz neu eingespeichert wird.

55

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Speicher (3) als EEPROM ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Heizgerät ein Nachtstromheizgerät (8) ist.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

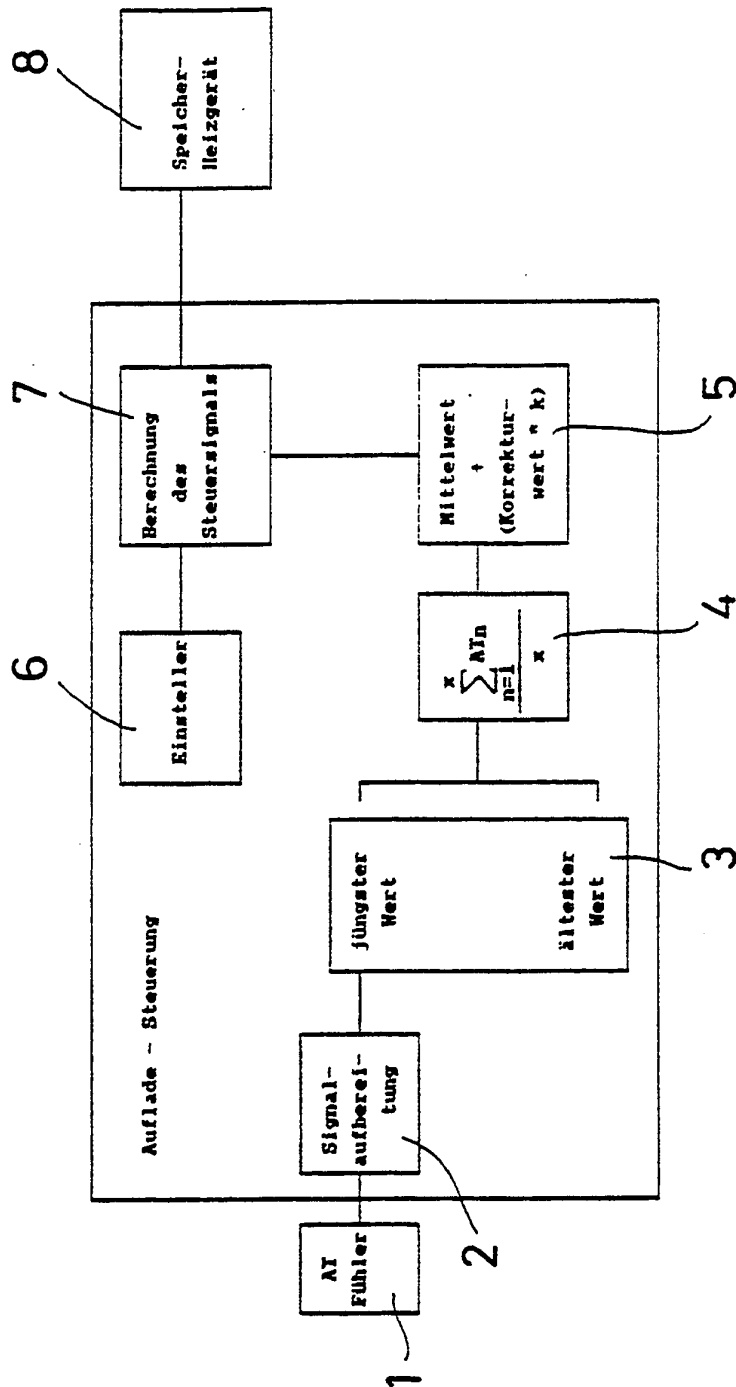


Fig. 1



Ausgegeben  
Blatt 2

27. 2.1995

Int. Cl.<sup>6</sup>: G05D 23/19

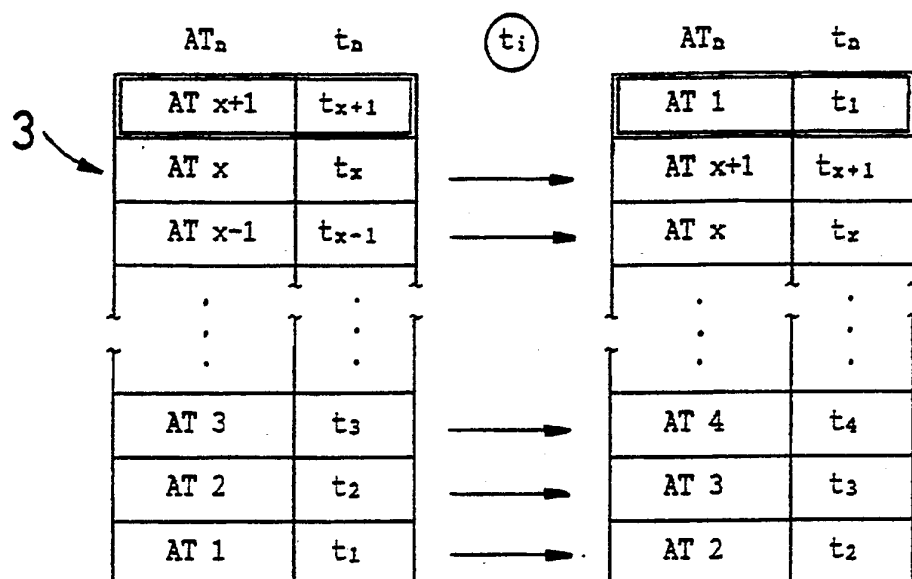


Fig. 2

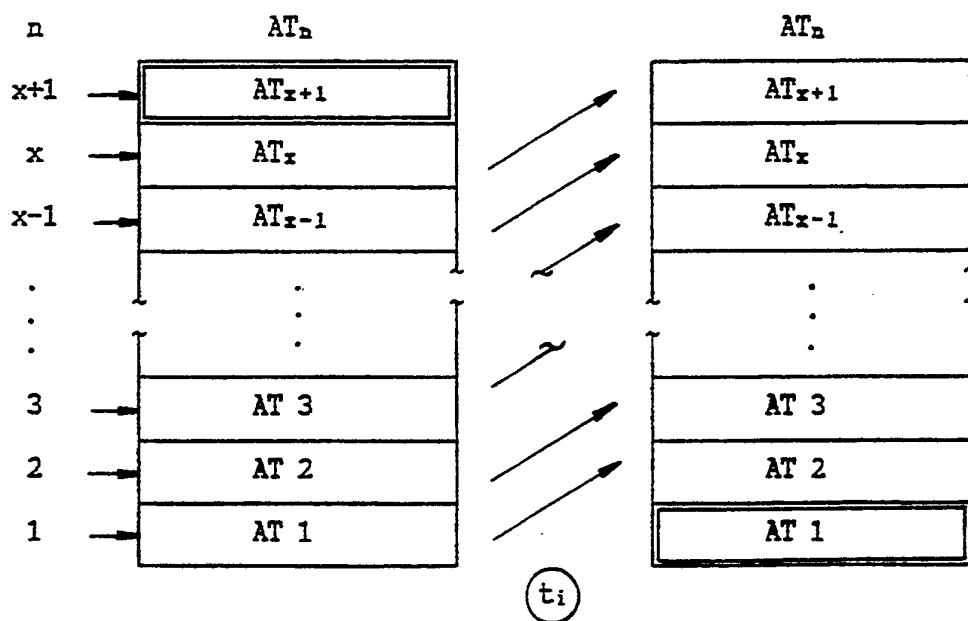


Fig. 3