

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. März 2003 (20.03.2003)

PCT

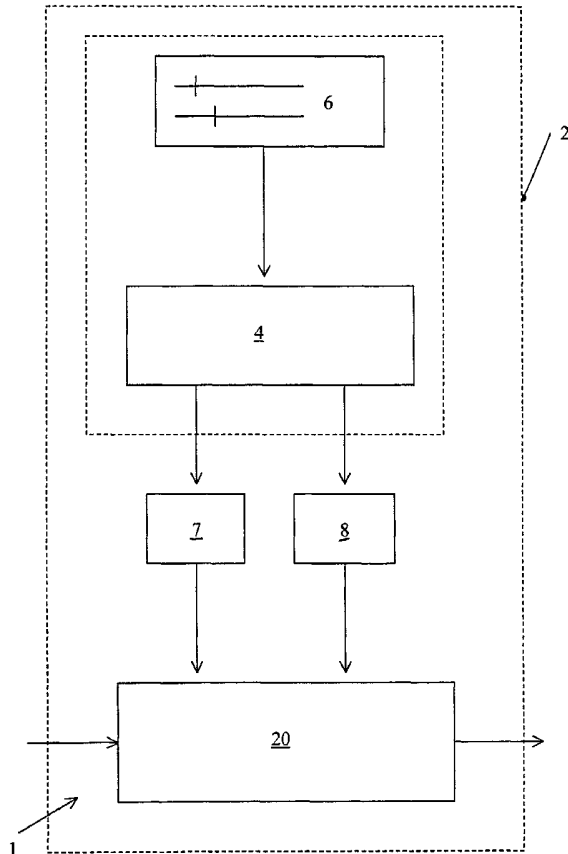
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/023527 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G05B** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **REXROTH INDRAMAT GMBH** [DE/DE]; P.O. Box 1357, 97803 Lohr am Main (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/03324
- (22) Internationales Anmeldedatum: 7. September 2002 (07.09.2002) (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **PATZ, Kai-Uwe** [DE/DE]; Frankfurter Strasse 14, 97082 Würzburg (DE). **LORASCH, Jürgen** [DE/DE]; Nikolaus-Fey-Weg 52, 97816 Lohr am Main (DE). **MÜLLER, Frank** [DE/DE]; Am Friedrichsberg 19, 63639 Flörsbachtal 1 (DE). **KUEHNLEIN, Georg** [DE/DE]; Ofenthaler Weg 39, 97762 Hammelburg (DE). **BRUNNER, Reinhard** [DE/DE]; Clara-Zetkin-Straße 29, 01159 Dresden (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 44 987.9 12. September 2001 (12.09.2001) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR CONTROLLING AND/OR REGULATING INDUSTRIAL PROCESSES

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR STEUERUNG UND/ODER REGELUNG VON INDUSTRIELLEN PROZESSEN



(57) **Abstract:** The aim of the invention is to improve a method for controlling and/or regulating industrial processes, which is run on a hardware-platform, in such a manner as to achieve improved capacity use and especially improved efficiency of respective involved control and/or regulation systems in relation to normal control and/or regulating requirements in industrial processes. Said procedure should remain easy to implement, especially with respect to the use and control of the method and intervention therein. As a result, a standard operation system (3) comprising a real-time module or a real-time operation system is implemented on a hardware-platform (2) and at least two real-time applications (7, 8) with characteristic real-time requirements are simultaneously active in the real-time module or in the real-time operation system, whereby one non real-time application (5) is especially active simultaneously with the real-time applications (7, 8). The real-time requirements are predetermined for each real-time application (7, 8) according to the corresponding industrial processes (1) and each real-time application (7, 8) is associated with a maximum available proportion (9, 10) of a maximum available real-time share (11) of an operating cycle (13) by an allocation module (4) operating on the hardware-platform (2).

(57) **Zusammenfassung:** Um ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung von industriellen Prozessen, welches auf einer Hardware-Plattform abläuft, so zu verbessern, dass bezüglich aller regelmässig in industriellen Prozessen auftretender Steuerungs- und/oder Regelungsanforderungen eine bessere Kapazitätsausnutzung und insbesondere eine bessere Effizienz der beteiligten Steuerungs- und/oder Regelungssysteme herbeizuführen, wobei trotzdem eine einfache Durchführung, insbesondere Bedienung und Steuerung des Verfahrens

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/023527 A2



IHLING, Matthias [DE/DE]; Gubener Straße 27, 01237 Dresden (DE).

(74) Anwalt: THÜRER, Andreas; Rexroth Indramat GmbH, P.O. Box 1357, 97803 Lohr am Main (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

bzw. ein Eingriff in das Verfahren durch den Benutzer möglich ist, wird vorgeschlagen, dass auf einer Hardware-Plattform (2) ein Standard-Betriebssystem (3) mit Echtzeitmodul oder ein Echtzeit-Betriebssystem implementiert ist und gleichzeitig zumindest zwei Echtzeitanwendungen (7, 8) mit charakteristischen Echtzeitanforderungen unter dem Echtzeitmodul bzw. unter dem Echtzeit-Betriebssystem aktiv sind, und insbesondere gleichzeitig zu den Echtzeitanwendungen (7, 8) zumindest eine Nicht-Echtzeitanwendung (5) aktiv ist, wobei die Echtzeitanforderungen einer jeden Echtzeitanwendung (7, 8) nach Massgabe der betreffenden industriellen Prozesse (1) vorgegeben sind und jeder Echtzeitanwendung (7, 8) durch ein auf der Hardware-Plattform (2) ablaufendes Zuweisungsmodul (4) ein maximal verfügbarer Anteil (9, 10) an einem maximal verfügbaren Echtzeitanteil (11) an einem Betriebszyklus (13) zugewiesen wird.

Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung von industriellen Prozessen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung von industriellen Prozessen, welches auf einer Hardware-Plattform abläuft. Dies kann beispielsweise ein PC, insbesondere ein HMI (Human Machine Interface) bzw. ein Industrie-PC sein. Zur Implementierung der Echtzeitfähigkeit ist auf der Hardware-Plattform neben dem (i.d.R. nicht echtzeitfähigen Standard-Betriebssystem) noch ein Echtzeitmodul für die Steuerungs- und/oder Regelungsvorgänge in Echtzeit vorhanden oder auf der Hardware-Plattform ist ein Echtzeit-Betriebssystem implementiert.

Auf einer Hardware-Plattform können – neben oder unter dem Echtzeitmodul oder dem Echtzeit-Betriebssystem – auch Nicht-Echtzeitanwendungen ablaufen bzw. aktiv sein. Diese sind gleichzeitig zu dem genannten Modul bzw. zu dem genannten Echtzeit-Betriebssystem aktiv. Das bedeutet, dass der Nicht-Echtzeit-Anwendung eine entsprechende Laufzeit, d.i. insbesondere ein Anteil an einem Betriebssystemzyklus, zugewiesen sein sollte.

Hierzu ist es bekannt, dass der Betriebszyklus eines Standard-Betriebssystems durch eine Interrupt-Steuerung, die beispielsweise den Interrupt-Scheduler beaufschlagt, in einen Echtzeitanteil und einen Nicht-Echtzeitanteil unterteilt ist. Es ist ferner bekannt, die Zeitanteile des Betriebszyklus, die jeweils auf Echtzeit und Nicht-Echtzeit entfallen, an dem Betriebszyklus fest zuzuweisen.

Ein solches Verfahren ist vergleichsweise wenig flexibel, da es nicht an alle für industrielle Prozesse regelmäßig erforderlichen, insbesondere auch – je nach dem zu steuernden/zum regelnden Prozess unterschiedlichen - Echtzeitanforderungen in einem

konsistenten System anzupassen ist. Insbesondere wird bei dem genannten Verfahren die jeweilige Steuerung/Regelung jeweils unterschiedlicher industrieller Prozesse zur Verwendung der jeweiligen Echtzeitanwendungen mit Kapazitätsanforderungen belastet. Hinzu kommt, dass die vorhandenen Kapazitäten der Steuerungs- und/oder Regelungssysteme schlecht ausgenutzt sind, insbesondere bei komplexen Prozessen, wie diese in der industriellen Fertigung und/oder Bearbeitung regelmäßig auftreten,

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bezüglich aller regelmäßig in industriellen Prozessen auftretender Steuerungs- und/oder Regelungsanforderungen eine bessere Kapazitätsausnutzung und insbesondere eine bessere Effizienz der beteiligten Steuerungs- und/oder Regelungssysteme herbeizuführen, wobei trotzdem eine einfache Durchführung, insbesondere Bedienung und Steuerung des Verfahrens bzw. ein Eingriff in das Verfahren durch den Benutzer möglich ist.

Die Erfindung bietet ein an moderne Steuerungs- und/oder Regelungsanforderungen angepasstes Verfahren, welches ein bezüglich der betreffenden Steuerungs- und/oder Regelungssysteme übergeordnetes Taskmanagement bietet, so dass eine Entlastung der Steuerungs- und/oder Regelungssysteme von solchen proprietären Taskmanagement-Aufgaben erfolgt.

Dieser Vorteil wird dadurch erreicht, dass mehrere, zumindest zwei Echtzeitanwendungen mit – vorzugsweise jeweils – charakteristischen Echtzeitanforderungen unter dem Echtzeitmodul bzw. unter dem Echtzeit-Betriebssystem aktiv sind. Dabei sind die Echtzeitanforderungen einer jeden Echtzeitanwendung durch die zu steuernden und/oder zu regelnden industriellen Prozesse vorgegeben. Zur Materialbearbeitung in Werkzeugmaschinen sind beispielsweise i.d.R. höhere Echtzeitanforderungen, d.h. insbesondere kleinere Zeitkonstanten und größere Zeitanteile der erforderlichen CPU-/Abarbeitungszeit hinsichtlich der Anwendung gegeben als beispielsweise bei einfachen Transfer- oder einfachen Detektionsaufgaben wie beispielsweise Endschaltern etc.

Diese regelmäßig bei industriellen Prozessen, beispielsweise Bearbeitungsprozessen, wie z.B. in Werkzeugmaschinen, oder Produktionsprozessen, wie z.B. in der Automatisierungstechnik, beim Handling, bei Druckmaschinen oder bei Werkzeug- und Verpackungsmaschinen auftretenden Anforderungen an ein Steuerungsverfahren werden durch die Erfindung flexibel erfüllt. Dabei werden die eigentlichen Steuerungs- und/oder Regelungsverfahren, beispielsweise die Satzbearbeitung in einer NC, von solchen Taskmanagement-Aufgaben entlastet, wodurch eine höhere Effizienz erreicht wird. Unabhängig von Implementierungsänderungen der Applikationen der einzelnen Echtzeitanwendungen bleibt das Verhalten der jeweils unveränderten Echtzeitanwendung (-en) deterministisch und unbeeinflusst.

Zudem können für einen spezifischen, industriellen Prozess an einer Maschine oder beispielsweise an einer Produktionsstraße die jeweils charakteristischen Echtzeitanforderungen in dem Verfahren genauer und flexibler abgebildet werden; dies erfolgt dadurch, dass ein Zuweisungsmodul vorhanden ist, welches jeder der Echtzeitanwendungen jeweils prozessorientiert und individuell einen entsprechenden maximal verfügbaren Zeit-(Anteil) an einem maximal verfügbaren Echtzeitanteil an einem Betriebszyklus zuweist. Dadurch ist eine wesentlich genauere Zuweisung der Rechenleistung, d.h. insbesondere der entsprechenden, für die jeweilige Echtzeitanwendung zur Verfügung stehenden Abarbeitungszeit in einem Betriebszyklus möglich. Dadurch kann – entweder statisch oder dynamisch, siehe unten – die jeweilige Anlage wesentlich genauer modelliert und die entsprechenden Anforderungen an die Performance der Anlage wesentlich besser und genauer erfüllt werden. Durch die prozessorientierte, genauere Modellierung der Rechenzeitaufteilung hinsichtlich der unterschiedlichen Echtzeitanwendungen kann die vorhandene Rechnerleistung effizienter genutzt werden.

Bevorzugte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der maximal verfügbare Anteil jeder Echtzeitanwendung kann einstellbar sein und/oder statisch zugeordnet werden. Diese Zuordnung kann während der Inbetriebnahme, bei

einer Umrüstung oder auch während des Betriebs, d.h. während des betreffenden industriellen Prozesses, vorgenommen werden. Dadurch ist eine sehr hohe Anpassungsflexibilität des Verfahrens gegeben, so dass eine Steuerung und/oder Regelung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren für eine Vielzahl von industriellen Prozessen jeweils im voraus oder während der Laufzeit vorgenommen werden kann. Dies bedeutet, dass die Zuordnung des maximal verfügbaren Anteils während mehrerer Betriebszyklen konstant ist, insbesondere für die Laufzeit eines industriellen Prozesses konstant gehalten wird und i.d.R. lediglich dann verändert wird, wenn umzurüsten ist oder wenn sich die Anforderungen an die Steuerung und/oder Regelung in sonstiger Weise ändern. Hierzu wird vorzugsweise vorgeschlagen, dass anhand eines Probedurchlaufs oder mehrerer Probedurchläufe der maximal verfügbare Anteil adaptiv ermittelt wird. Dadurch wird die Ausnutzung der vorhandenen Kapazitäten unter Berücksichtigung der beteiligten Prozesse optimiert.

Das Zuweisungsmodul kann die Zuordnung der Anteile aber auch während der Laufzeit der Echtzeitanwendungen veränderbar halten, so dass beispielsweise durch manuelle Eingabe eines Benutzers die entsprechende Zuweisung geändert werden kann. Dies ermöglicht eine – auch nachträgliche – Anpassung der Anteilszuweisung der Echtzeitanwendungen untereinander.

Ebenso kann der maximal verfügbare Anteil der Echtzeitanwendungen bedarfsgerecht automatisch während der Laufzeit der Echtzeitanwendungen dynamisch zugewiesen werden. Damit reagiert ein solches Verfahren automatisch auf Änderungen in den Anforderungen, insbesondere im Rechenzeitbedarf der unterschiedlichen Echtzeitanwendungen. Dies kann beispielsweise dann auftreten, wenn sich Produktionsbedingungen ändern, z.B. wenn die Produktionsgeschwindigkeit erhöht oder verringert wird etc.

Die Erfindung deckt bereits die meisten der auftretenden Anforderungen in solchen industriellen Prozessen ab, wenn jeweils eine Echtzeitanwendung betreffend SPS-Funktionalität/SPS-Teilprozess und eine Echtzeitanwendung betreffend NC-Funktionalität/NC-Teilprozess vorgesehen sind. Die Erfindung hat erkannt, dass die

unterschiedlichen Anforderungen, insbesondere Echtzeitanforderungen von SPS-Funktionalitäten und NC-Funktionalitäten eine Abbildung in dem zugrunde liegenden Taskmanagement äußerst vorteilhaft werden lassen. Diese Zuweisung kann bedarfsgerecht und prozessorientiert erfolgen, so dass nicht unbedingt immer ein größerer Anteil der NC-Zeit vorgesehen sein muss. Je nach Konfiguration der entsprechenden Anlage oder des entsprechenden Anlagenteils können die Anteile variieren, so dass beispielsweise auch ein größerer Zeitanteil für die zugrunde liegende SPS-Funktionalität vorgesehen werden kann.

Als Standard-Betriebssystem kann beispielsweise ein Embedded-Betriebssystem vorgesehen sein. Dann können die entsprechenden Funktionen bzw. Module (Echtzeitmodul, Zuweisungsmodul) in dem Standard-Betriebssystem implementiert sein oder werden.

Die Zuweisung kann auch bezüglich der entsprechenden Geräte zur Steuerung- und/oder Regelung separat, d.h. remote erfolgen. Dann ist das entsprechende Gerät von der Software und/oder Hardware zur erfindungsgemäßen Zuweisung entlastet und die separate EDV-Anlage muss lediglich in die Hardware-Plattform, insbesondere über einen Direktanschluss mittels einer Schnittstelle oder über einen Netzwerkanschluss angeschlossen werden.

Die Erfindung wird anhand von in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung von erfindungswesentlichen Funktionseinheiten, die derart zusammenwirken, dass sich ein erfindungsgemäßes Steuerungs- und/oder Regelungsverfahren für einen industriellen Prozess ergibt,

Figur 2 eine schematische Darstellung des Zuweisungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung anhand eines Ausschnitts aus einer Abfolge von Betriebszyklen,

Figur 3 eine Schiebereglerkonfiguration für die erfindungsgemäße Zuweisung, die sich von derjenigen der Figur 3 durch die Konfiguration der Schieberegler unterscheidet,

Figur 4 ein Prioritätsdiagramm der Nicht-Echtzeit-Tasks und der Echtzeit-Tasks mit entsprechender Einordnung des Standard-Betriebssystems und des Zuweisungsmoduls.

Sofern im Folgenden nichts anderes gesagt ist, beziehen sich sämtliche Bezugszeichen stets auf alle Figuren.

Figur 1 zeigt die Zusammenwirkung von erfindungswesentlichen Funktionseinheiten zur Durchführung des Verfahrens zur Steuerung und/oder Regelung von industriellen Prozessen, wie oben beschrieben. Die Darstellung ist der Übersichtlichkeit halber lediglich symbolisch. Der zu regelnde, industrielle Prozess 1 hat einen Teilprozess 20, der hier mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens gesteuert und/oder geregelt wird. Wesentlich ist, dass der zu regelnde Teilprozess 20 aus weiteren (hier nicht im einzelnen gezeigt) Teilprozessen zusammengesetzt ist, wobei die weiteren Teilprozesse die Anwendung zweier unterschiedlicher Echtzeitanwendungen erforderlich oder sinnvoll machen. Beispielsweise kann für einfache Handlingaufgaben, z.B. die Zufuhr von Werkstücken oder die Förderung von Flächenmaterial eine SPS-Echtzeitanwendung verwendet werden. Zusätzlich kann beispielsweise eine Bearbeitung von Werkstücken erforderlich sein, die eine CNC/NC-Echtzeitanwendung erfordert. Dies kann beispielsweise ein Werkzeugmaschinenteil sein. Jede der Echtzeitanwendungen 7,8 hat – aufgrund der zu steuernden/zuregelnden Prozesse charakteristische Echtzeitanforderungen, denen durch das erfindungsgemäße Verfahren Rechnung getragen wird. Echtzeitanforderungen sind somit durch die maßgeblichen Zeitkonstanten der Prozesse festgelegt, wozu auch die Genauigkeit der Zeitpunkterfassung bzw. von Start- und Stopzeiten sowie die entsprechenden, erfindungsgemäß zugewiesenen und erforderlichen Zeitanteile zählen. Hier sind ein Einstellmodul 6 und ein Zuweisungsmodul 4 zu einer funktionalen Einheit zusammengefasst. Nachdem mittels eines Einstellmoduls 6 die Aufteilung der Zeitanteile (siehe weiter unten) vorgenommen wurde, kommuniziert das Einstellmodul 6 mit dem Zuweisungsmodul 4. Das Zuweisungsmodul 4 erhält die Zeitvorgaben und weist daraufhin jeder der Echtzeitanwendungen 7,8 eine entsprechende maximale Laufzeit zu. Mit dieser Laufzeit wird der Teilprozess 20 gesteuert/geregt, so dass eine jeweils optimale bzw. gegenüber dem Stand der Technik verbesserte, individuelle

Zeitzuweisung stattfindet, die der Charakteristik der (insbesondere unterschiedlichen) Echtzeitanforderungen gerecht wird. Die Echtzeitanforderungen der unterschiedlichen Echtzeitanwendungen 7,8 können auch praktisch gleich sein.

Figur 2 zeigt schematisch eine Möglichkeit der erfindungsgemäßen Zuweisung von Zeitanteilen 9,10 an einem Betriebszyklus 13. Die Zeitdauer eines Betriebszyklus 13 ist derart ausgewählt, dass sie von der Hardware-Plattform 2 standardmäßig verwaltet werden kann und den Timing-Anforderungen und Zyklusdauern der entsprechenden Echtzeitanforderungen gerecht wird. Der Echtzeitanteil 29 an einem Betriebszyklus 13 wird – hier symbolisch dargestellt – durch die Stellung des Schiebereglers 28 für die Echtzeit- / Nicht-Echtzeit-Aufteilung vorgegeben. Damit ist der prinzipiell für die Echtzeitanwendungen 7,8 verfügbare Anteil festgelegt. Einer instruktiven Darstellung halber ist der Einstellbereich für den Schieberegler 27 für die Aufteilung der Zykluszeit zwischen den Echtzeitanwendungen 7,8 durch die Stellung des Schiebereglers 28 vorbestimmt. Nach der gezeigten Stellung ist für die Echtzeitanwendung 8 (hier eine NC-Anwendung) der NC-Zeitanteil 9 verfügbar und für die SPS-Echtzeitanwendung 7 der entsprechende Zeitanteil 10. Die Zeitanteile 9,10 sind hier nach Maßgabe der Prozessanforderungen bzw. der jeweiligen Steuerungs- und/oder Regelungsanforderungen unterschiedlich. Eine praktisch optimale oder eine vorteilhafte Aufteilung der entsprechenden Zeitdauern bzw. Zyklusanteilen kann beispielsweise vorab durch einen Probelauf ermittelt oder durch eine Simulation der entsprechenden Anlage, die den betreffenden Teilprozess 20 ausführt, festgestellt werden. Eine andere Möglichkeit der übersichtlichen Bedienung ist in Figur 3 gezeigt. Hier ist ein Schieberegler vorgesehen für die Aufteilung zwischen Echtzeit- und Nicht-Echtzeitanwendungen 7,8, hier bezeichnet mit Sigma (Summe) Echtzeit. Dieser Schieberegler gibt die Einstellung für den Echtzeitanteil 29 an einem Betriebszyklus 13. Dieser hat eine Obergrenze und eine Untergrenze, hier 10 bzw. 90%.

Der untere Schieberegler dient zur Aufteilung der Zeitanteile 9,10 der einzelnen Echtzeitanwendungen 7,8 an dem durch den oberen Schieberegler gegebenen Echtzeitanteil 29 an einem Betriebszyklus 13.

Schließlich zeigt Figur 4 eine Klassifizierung der entsprechenden Module bzw. Funktionseinheiten anhand ihrer Priorität. Die Grenze 23 zwischen Nicht-Echtzeitpriorität und Echtzeitpriorität ist hier lediglich schematisch angegeben. Auf der Nicht-Echtzeit-Ebene liegt das Standard-Betriebssystem 3. Auch die – beispielsweise manuelle – Einstellung durch das Einstellmodul 6 mittels der Schieberegler 22 erfolgt auf Nicht-Echtzeit-Ebene. Des weiteren können unter dem Standard-Betriebssystem 3 noch Nicht-Echtzeitanwendungen 5 laufen. In Echtzeit-Priorität sind die SPS-Echtzeitanwendungen 7 und die CNC-Anwendung 8 angesiedelt. In besonderen Anwendungsfällen kann es vorkommen, dass die Priorität der Echtzeit-Anwendung 8 (CNC) oberhalb der Priorität des Zuweisungsmoduls 4 liegt. In der Regel hat das Zuweisungsmodul 4 aber eine höhere Priorität als die Echtzeit-Anwendungen 7,8. Dies dient der Erhaltung eines deterministischen Verhaltens der Steuerung und/oder Regelung. Das Zuweisungsmodul 4 generiert entsprechende Start- und Stoppsignale für die Echtzeit-Anwendungen 7,8, zu den entsprechenden Zeitpunkten 14,15,16 (s. Fig. 2) die zyklisch in einem Betriebszyklus 13 die entsprechenden Start- und Stopzeiten für die entsprechenden Anwendungen zuweisen.

Bezugszeichenliste

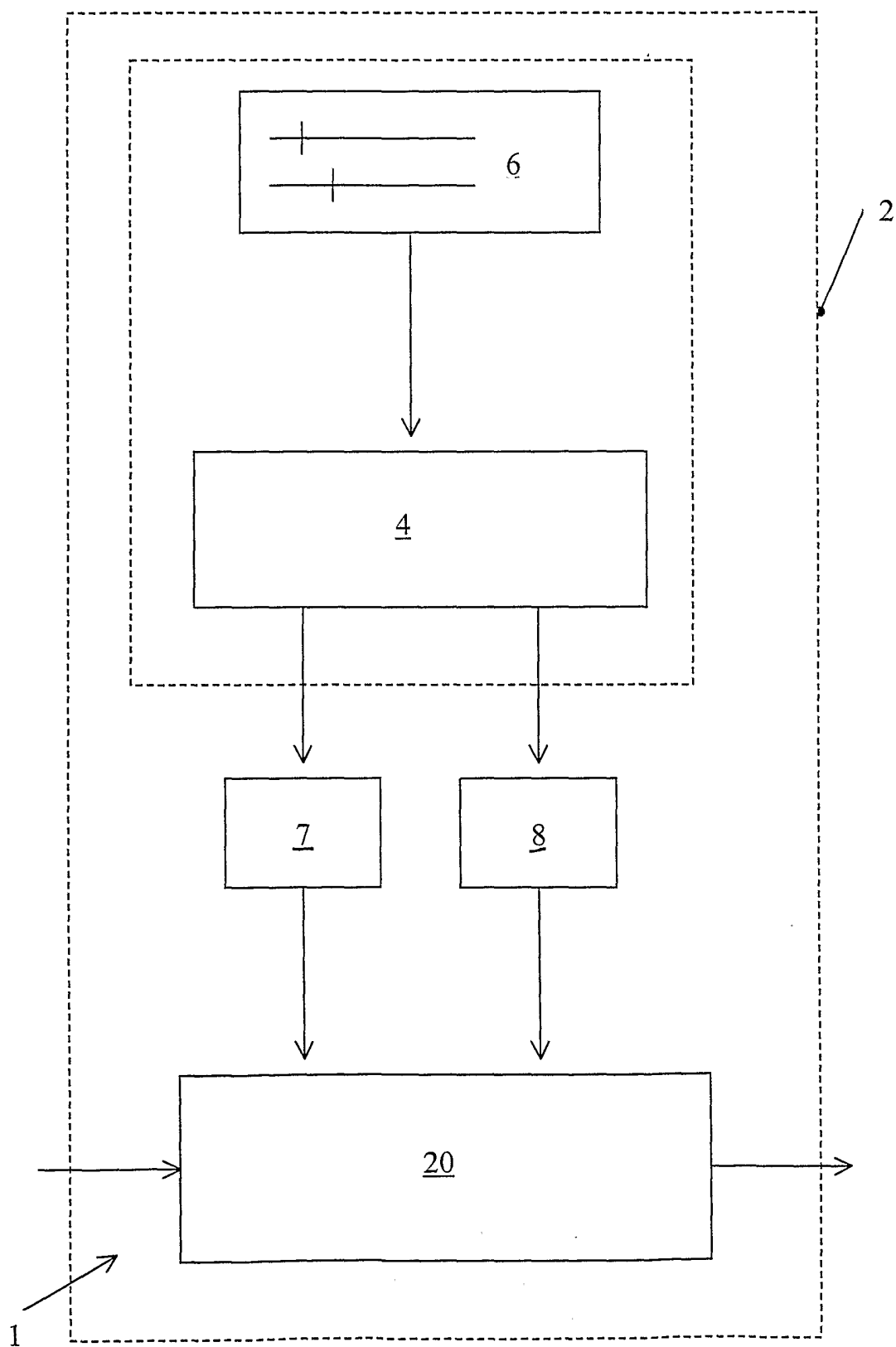
- | | |
|----|---|
| 1 | Industrieller Prozess (schematisch) |
| 2 | Hardware-Plattform |
| 3 | Standard-Betriebssystem |
| 4 | Zuweisungsmodul |
| 5 | Nicht-Echtzeit-Anwendung |
| 6 | Einstellmodul |
| 7 | SPS-Echtzeit-Anwendung |
| 8 | NC-Echtzeit-Anwendungen |
| 9 | NC-Zeitanteil |
| 10 | SPS-Zeitanteil |
| 13 | Zeitdauer eines Betriebszyklus |
| 14 | Startzeit eines Betriebszyklus, entsprechend NC-Startzeit |
| 15 | NC-Stopzeit entsprechend SPS-Startzeit |
| 16 | SPS-Stopzeit entsprechend Nicht-Echtzeit-Startzeit |
| 20 | Teilprozess des industriellen Prozesses |
| 21 | Nicht-Echtzeit-Zyklus |
| 22 | Schieberegler |
| 23 | Nicht-Echtzeit-/Echtzeitprioritätslimit |
| 24 | Möglicher Prioritätsbereich |
| 25 | Nicht-Echtzeit-Zeitanteil |
| 26 | Nicht-Echtzeit-Zeitanteil |
| 27 | Schieberegler für Echtzeitaufteilung |
| 28 | Schieberegler für Echtzeit-Nicht-Echtzeitaufteilung |
| 29 | Echtzeitanteil |

Ansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung von industriellen Prozessen (1,20), wobei auf einer Hardware-Plattform (2) ein Standard-Betriebssystem (3) mit Echtzeitmodul oder ein Echtzeit-Betriebssystem implementiert ist und gleichzeitig zumindest zwei Echtzeitanwendungen (7,8) mit charakteristischen Echtzeitanforderungen unter dem Echtzeitmodul bzw. unter dem Echtzeit-Betriebssystem aktiv sind, und insbesondere gleichzeitig zu den Echtzeitanwendungen (7,8) zumindest eine Nicht-Echtzeitanwendung (5) aktiv ist, wobei die Echtzeitanforderungen einer jeden Echtzeitanwendung (7,8) nach Maßgabe der betreffenden industriellen Prozesse (1) vorgegeben sind und jeder Echtzeitanwendung (7,8) durch ein auf der Hardware-Plattform (2) ablaufendes Zuweisungsmodul (4) ein maximal verfügbarer Anteil (9,10) an einem maximal verfügbaren Echtzeitanteil (11) an einem Betriebszyklus (13) zugewiesen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine einstellbare, statische Zuordnung des maximal verfügbaren Anteils (9,10) jeder Echtzeitanwendung (7,8) vorgenommen werden kann.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass anhand eines Probedurchlaufs oder mehrerer Probedurchläufe der maximal verfügbare Anteil (9,10) adaptiv ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zuordnung der Anteile (9,10) während der Laufzeit der Echtzeitanwendungen (7,8) erfolgen kann, insbesondere durch manuelle Eingabe eines Benutzers.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 , **dadurch gekennzeichnet**, dass der maximal verfügbare Anteil (9,10) der Echtzeitanwendungen (7,8) bedarfsgerecht automatisch während der Laufzeit der Echtzeitanwendungen (7,8) dynamisch zugewiesen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeweils eine Echtzeitanwendung (7) betreffend SPS-Funktionalität/Teilprozess und eine Echtzeitanwendung (8) betreffend NC-Funktionalität/Teilprozess vorgesehen sind.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Standard-Betriebssystem (3) ein hardwaremäßig eingebettetes Betriebssystem vorgesehen ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zuweisung der maximal verfügbaren Anteile (9,10) über eine bezüglich der Hardware-Plattform (2) mit dem Ablauf der Echtzeitanwendungen (7,8) separate EDV-Anlage, insbesondere über einen Direktanschluss mittels einer Schnittstelle oder über einen Netzwerkanschluss erfolgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betriebszyklen (12) mit einem externen Hardwareereignis synchronisiert sind.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die maßgeblichen Zeitintervalle (9,10,11,13) und/oder die maßgeblichen Zeitpunkte (15,16,17) für die betreffenden Zyklen (13) und Zyklenanteile (NC, SPS) durch einen Timer, insbesondere einen Betriebssystemtimer, gegeben werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeitintervalle (9,10,11,13) und Zeitpunkte (15,16,17) durch zyklisches Pollen des Timers /

Betriebssystemtimers, insbesondere durch Abzählen einer entsprechenden Anzahl von Zeitsignalen, gegeben werden.

Fig. 1

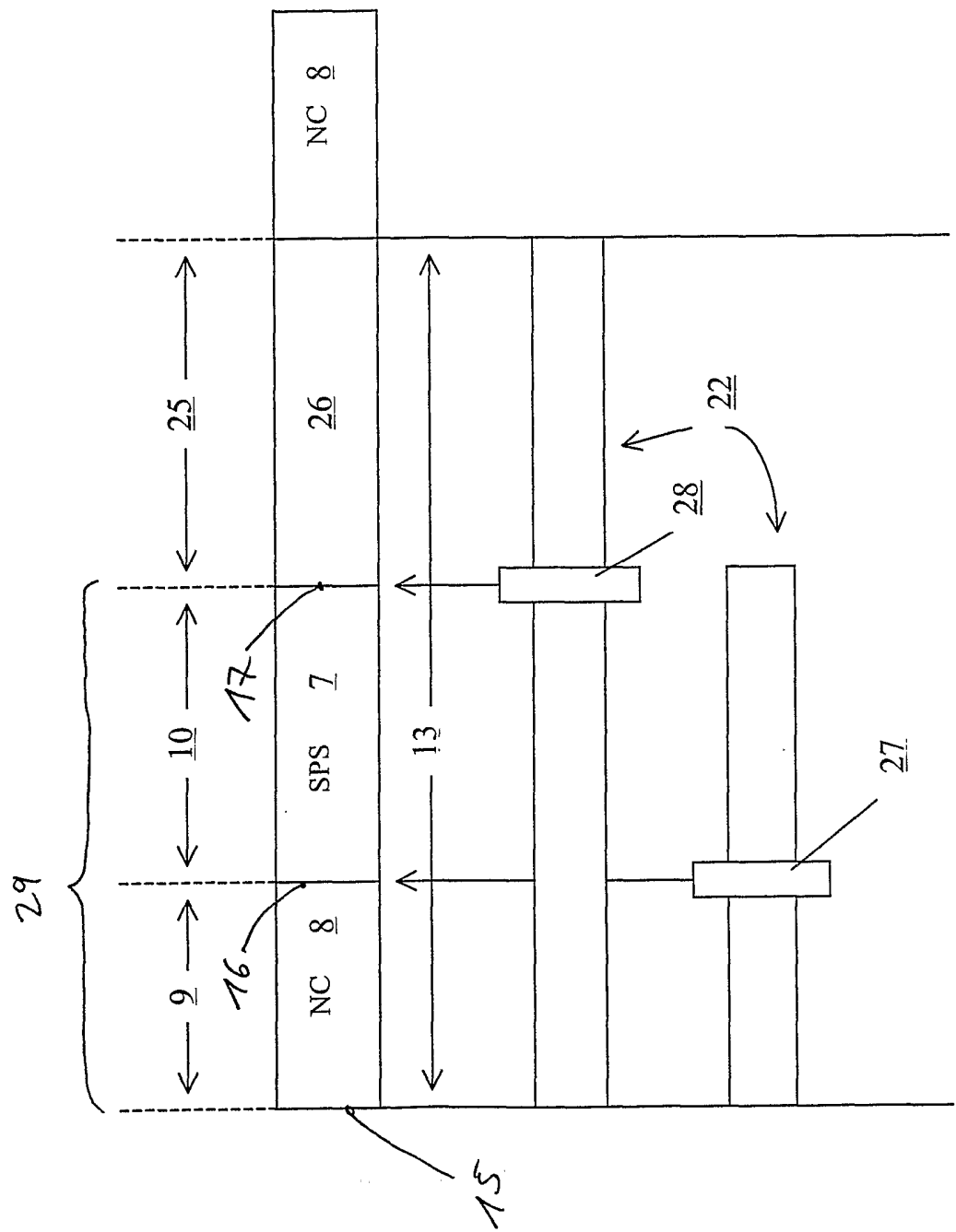


Fig. 2

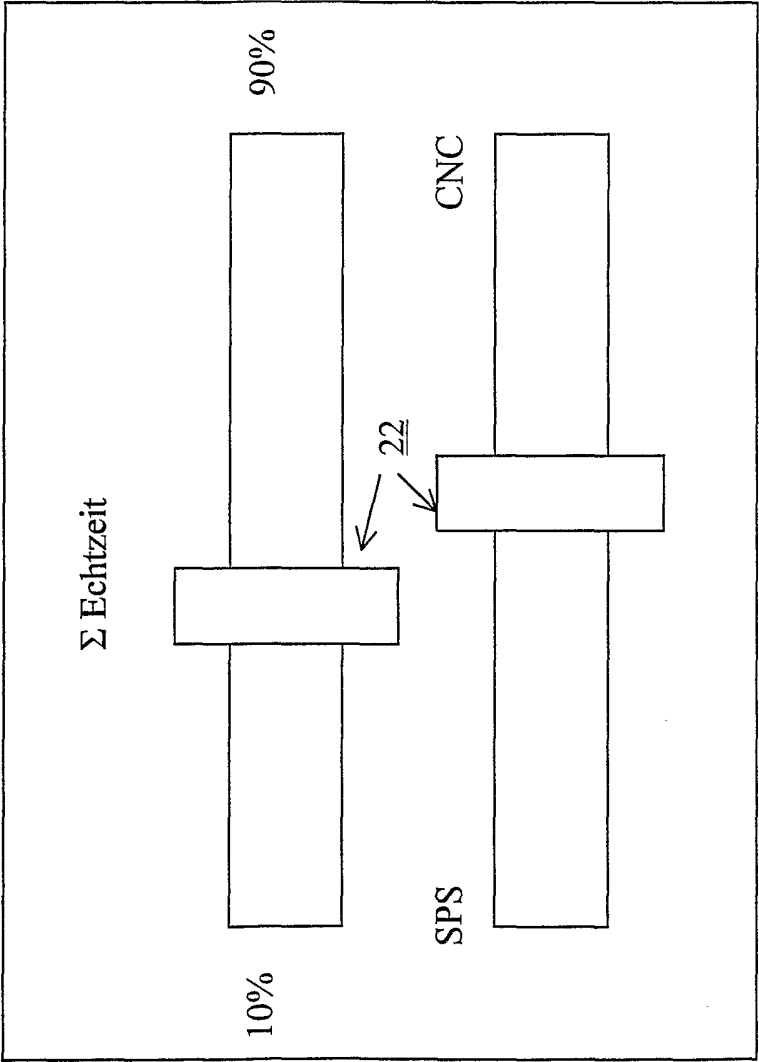


Fig. 3

Priorität

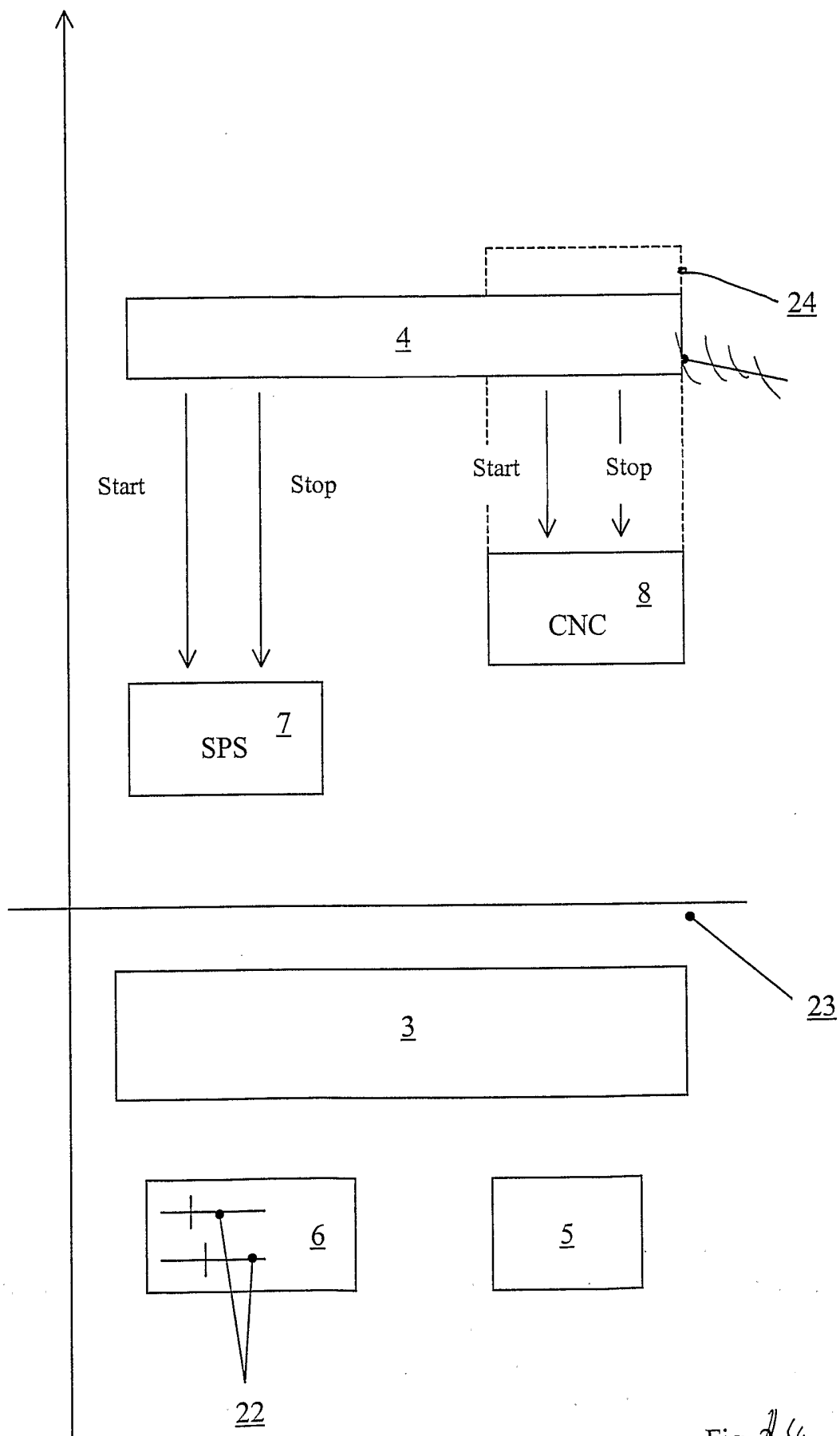


Fig. 4