



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 211 070 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.06.2002 Patentblatt 2002/23**

(51) Int Cl.7: **B41F 33/00**

(21) Anmeldenummer: **01126527.9**

(22) Anmeldetag: **14.11.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

- Grimm, Ulrich  
69234 Dielheim (DE)
- Husterer, Thomas  
69245 Bammental (DE)
- Janzer, Reinhard  
76646 Bruchsal (DE)
- Meyer, Helmut  
69168 Wiesloch (DE)
- Roessler, Georg  
74918 Angelbachtal (DE)
- Wagner, Andreas  
76676 Graben Neudorf (DE)

(30) Priorität: **29.11.2000 DE 10059270**

(71) Anmelder: **Heidelberger Druckmaschinen  
Aktiengesellschaft  
69115 Heidelberg (DE)**

(72) Erfinder:  
• Albrecht, Kai  
69124 Heidelberg (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Synchronisation von an mehreren Einheiten ablaufenden Prozessen**

(57) Vorrichtung und Verfahren zur Synchronisation von an mehreren Einheiten ablaufenden Prozessen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, mit einfachen Mitteln eine Synchronisation vieler Prozesse herbeizuführen.

Die Lösung der Aufgabe besteht darin, dass ein zentral erzeugter Systemtakt (7) mittels Feld-Bus (10) an sämtliche am Prozess beteiligten Einheiten verteilt wird und dass an den am Prozess beteiligten Einheiten Vorrichtungen (11) zur Multiplikation des Systemtakts vorgesehen sind.

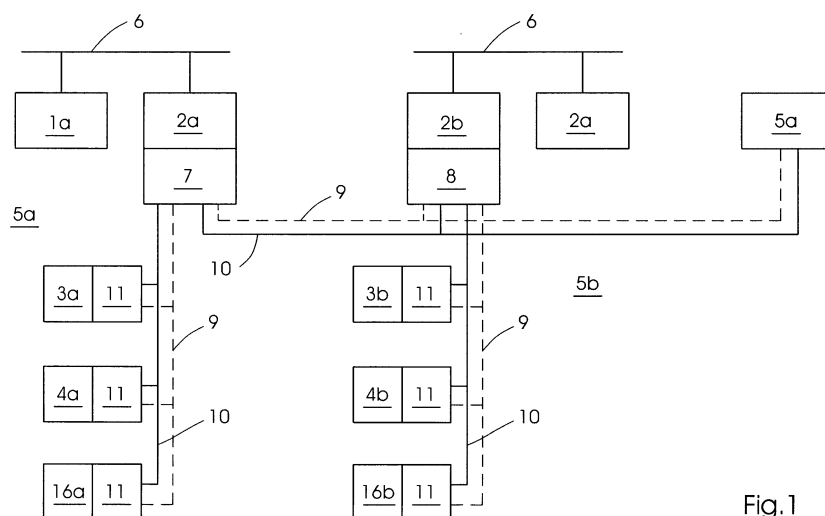


Fig.1

EP 1 211 070 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Synchronisation von Prozessen, die von separaten Prozessoren ausgeführt werden und auf den Systemtakt einer zentralen Einheit abgestimmt sind. Anwendung findet diese Vorrichtung bzw. das Verfahren bei abgeschlossenen Prozessen an verschiedenen Komponenten einer papierverarbeitenden Maschine

**[0002]** Üblicherweise ist es aus Vorrichtungen bzw. Verfahren bekannt, dass über einen Bus ein spezielles Protokoll geschickt wird, wodurch die verschiedenen Prozessoren mit dem Leitsystem synchronisiert werden. Derartige Systeme belasten die Prozessoren zeitlich und setzen dazu eine spezielle Hardware voraus.

**[0003]** Insbesondere schlägt die EP 0 747 216 B1 vor, verschiedene Einheiten, die mit Winkelstellungssignalen versorgt werden müssen mittels zweier Bussysteme zu verbinden. Dabei erhält jede Einheit mittels des einen Bussystems ständig den aktuellen Winkelwert und mittels des anderen Bussystems eine Information zu einem vorzunehmenden Schaltvorgang. Der Winkelsollwert, bei dem der Schaltvorgang ausgelöst werden soll, ist in einem Speicher der jeweiligen Einheit abgelegt.

**[0004]** Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem entsprechenden Verfahren die Aufgabe zu Grunde, mit einfachen Mitteln eine Synchronisation vieler Prozesse herbeizuführen.

**[0005]** Gelöst wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 und 10. Weiterbildungen ergeben sich durch die abhängigen Ansprüche 2-9 und 11-18.

**[0006]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung geht davon aus, dass eine zentrale Einheit die Koordination von verschiedenen in der Peripherie befindlichen weiteren Einheiten übernimmt. Dabei kommt der zentralen Einheit die Aufgabe zu, alle an der Peripherie ablaufenden Prozesse zu synchronisieren. Dazu wird ein zentral erzeugter Systemtakt auf einer freien Leitung eines Feld-Busses, z. B. CAN-BUS, an sämtliche am Prozess beteiligten Einheiten geleitet. Um die Störanfälligkeit des Systemtaktes gering zu halten, bzw. ein Übersprechen dieses Taktsignals auf andere Signalleitungen zu verhindern, wird die Frequenz des Systemtakts relativ niedrig gewählt. Das Taktsignal bewegt sich somit in einem Frequenzbereich, wodurch eine Verteilung des Taktsignals über längere Distanzen möglich ist. Weiterhin ist es möglich, den ankommenden Systemtakt durch geeignete Filtermaßnahmen zu entstoren.

**[0007]** Üblicherweise ist es erforderlich, dass für einen Prozess in der peripheren Einheit ein schnellerer Takt benötigt wird, als der Systemtakt. Deshalb schlägt die erfindungsgemäße Vorrichtung vor, in der peripheren Einheit den ankommenden Systemtakt entsprechend den Erfordernissen zu multiplizieren. Dieser dann erzeugte sogenannte Modultakt weist die gewünschte Auflösung auf, bzw. ist vorteilhafter Weise auf

die gewünschte Auflösung einstellbar. Somit herrscht an der peripheren Einheit immer der Takt vor, der für den jeweiligen Prozess erforderlich ist.

**[0008]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung sieht einen in die peripheren Einheiten integrierten Taktgeber vor, der durch den Systemtakt synchronisiert wird. Zwischen den jeweiligen Synchronisationsintervallen durch den Systemtakt läuft der Taktgeber frei. Um den Modultakt an der peripheren Einheit frequenzstabil zu halten, schlägt eine erfindungsgemäße Variante vor diesen mittels Quarz zu stabilisieren. Entsprechend einer einkalkulierten Drift, die sich durch die Güte des stabilisierenden Quarzes ergibt, kann der Zeitabstand des Synchronisationsintervalls bestimmt werden.

**[0009]** Die Erzeugung eines lokalen Modultaktes bringt den Vorteil, dass bei Ausfall des in der zentralen Einheit erzeugten Systemtaktes nicht die Gefahr besteht, dass Prozesse unkontrolliert ablaufen und zu Unfällen führen, da eine Abstimmung der unabhängig laufenden Prozesse nicht mehr möglich ist. Dazu ist die Vorgehensweise so, dass ein Ausbleiben des Systemtaktes durch den Prozessor in der peripheren Einheit erkannt wird, der daraufhin den Prozess anhand des lokalen Modultaktes kontrolliert bis zum Stillstand herunterfährt. Die erforderliche Zeitspanne zwischen Ausbleiben des Systemtaktes und dem kontrollierten Herunterfahren des Prozesses ist so kurz, dass das bereits erwähnte Abdriften des Modultaktes vom Systemtakt zu keiner nennenswerten Problematik führt. Das heißt alle Prozesse, die an den verschiedenen peripheren Einheiten ablaufen und durch den Systemtakt zueinander synchronisiert werden, werden durch den vor Ort erzeugten Modultakt kontrolliert zum Stillstand gebracht.

**[0010]** Ein erfindungsgemäßes Verfahren schlägt weiterhin vor, dass in regelmäßigen Abständen, beispielsweise nach jedem hundertsten Systemtakt ein so genannter Synchronisationsintervall erfolgt. Mit diesem Vorgang erfolgt an die periphere Einheit eine Zeitansage 37, welche die periphere Einheit auf die Absolutzeit abgleicht. Bei dem Synchronisationsintervall erhalten alle peripheren Einheiten für einen Zeitabgleich auf Absolutzeit, einen sogenannten Zeitstempel. Durch die Verteilung dieser Information kann jede periphere Einheit ihre Prozesse auf die laufende Maschine abstimmen, das heißt, laufende Prozesse können durch korrigierende Maßnahmen auf Synchronität gehalten werden, oder beginnende Prozesse können zum richtigen Zeitpunkt, bzw. zur richtigen Winkelstellung der Maschine gestartet werden.

**[0011]** Weiterhin erhalten alle peripheren Einheiten z. B. mittels CAN-Bussystem folgende Werte und den Erfassungszeitpunkt der Werte, die zur Steuerung einer papierverarbeitenden Maschine relevant sind:

Drehzahl  $v(t)$   
Beschleunigung  $a(t)$   
aktuelle Winkelstellung  $\varphi(t)$

gegebenenfalls weitere Werte von Gebern, wie z. B. Papierankunftssignale eines Anlegers.

**[0012]** Mit der gleichzeitigen Mitteilung des Erfassungszeitpunkts des Wertes ist die periphere Einheit in der Lage, durch eine Extrapolation den übermittelten Wert auf jeden beliebigen Zeitpunkt zwischen zwei übermittelten Werten zu berechnen. Das heißt, bereits durch die Zeitverzögerung in der Übermittlung der Werte ergibt sich das Problem, dass bei Erhalt der Werte, diese schon nicht mehr aktuell sind. Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung, bzw. das Verfahren ergibt sich der Vorteil, dass es beinahe unerheblich ist, wie lange die Übermittlung der Werte dauert, da der aktuelle Wert immer ermittelt werden kann.

**[0013]** Ein zusätzlicher Vorteil liegt darin, dass der Startzeitpunkt eines anlaufenden Prozesses zwischen zwei übermittelten Werten durch die oben erwähnte Extrapolation exakt errechnet werden kann. Beispielsweise erhält die periphere Einheit mit der Übermittlung der Werte die aktuelle Winkelstellung der Maschine z.B.  $\varphi = 270^\circ$ , die Geschwindigkeit,  $v = 8000$  Umdrehungen/Stunde, die Beschleunigung  $a = 0$ . Der Teilnehmer soll bei einer Winkelstellung von  $\varphi = 278^\circ$  ein Ereignis auslösen, bzw. einen Prozess starten. Anhand der erhaltenen Werte kann der Teilnehmer die Zeit errechnen, bis die Maschine die Winkelstellung von  $\varphi = 278^\circ$  erreicht hat. Anhand der eigenen Zeitbasis, bzw. dem Modultakt der bei Erhalt des letzten Systemtakts auf diesen synchronisiert wurde, kann das zu erfolgende Ereignis ausgelöst werden, ohne dass dazu eine zeitsynchrone Anweisung der zentralen Einheit erfolgen muss. Ein solches winkelabhängiges Ereignis kann von jeder peripheren Einheit ausgelöst werden, ohne dass dazu eine direkte Verkabelung mit einem zentralen Inkrementalgeber notwendig ist. Dieses spart einerseits Verkabelungsaufwand und sorgt andererseits für eine geringere Störanfälligkeit.

**[0014]** Ist es aus welchen Gründen auch immer zum Zeitpunkt des Systemtakts nicht möglich die Istwerte des Motors einzulesen, können diese auch zu einem beliebigen Zeitpunkt eingelesen werden. Anschließend werden durch Extrapolation die Istwerte auf den Zeitpunkt zurück oder nach vorne gerechnet, zu dem ein Systemtakt vorgelegen hat, bzw. vorliegt.

**[0015]** Für die synchrone Steuerung von Zusatzantrieben die separat vom Hauptantrieb ablaufen, schlägt das erfindungsgemäße Verfahren folgende Variante vor:

**[0016]** Der Zusatzantrieb wird mit einem eigenen Sollwertgenerator ausgestattet. Dieser Sollwertgenerator errechnet die Sollwerte für den Zusatzantrieb. Entsprechend der dynamischen Anforderungen des Zusatzantriebs, werden Abtastzyklen definiert, bei denen die Istwerte des Zusatzantriebes eingelesen und anhand verschiedener Regelalgorithmen neue Sollwerte vorgeben werden. Die Istwerte des Hauptantriebs werden zu diskreten Zeitpunkten (aus Gründen der Busbelastung)

versendet, deren Frequenz aber geringer ist als die Abtastzyklen des Zusatzantriebes. Durch den jeweils mitversendeten Erfassungszeitpunkt der Istwerte des Hauptantriebs kann der weitere Verlauf der Istwerte des Zusatzantriebs am Zusatzantrieb für jeden beliebigen Zeitpunkt rechnerisch ermittelt werden (Interpolation/Extrapolation).

**[0017]** Eine zusätzliche Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bzw. des Verfahrens besteht darin, dass verschiedene zueinander synchron laufende Motoren nicht nach den Istwerten eines Hauptantriebs, sondern auf eine zentralen Befehlsvorgabe geregelt werden. Das heißt, von der zentralen Einheit werden Befehle für sämtliche am Prozess beteiligten Antriebe vorgegeben. Laufen Antriebe in einem Drehzahlverhältnis z.B. halbtourig, dritteltourig oder auch doppeltourig, sorgt ein Sollwertgenerator in der peripheren Einheit für die Erzeugung entsprechend angepasster Sollwerte. Alle Motorregler arbeiten jetzt nach demselben Algorithmus und lesen die Istwerte der Motoren immer zum exakt gleichen Zeitpunkt ein. Dieser Zeitpunkt entspricht dem Systemtakt. Dadurch wird erreicht, dass alle Motoren auf eine virtuelle elektronische Welle geregelt werden.

**[0018]** Anhand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung nachfolgend näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Blockdiagramm der Vernetzung verschiedener Prozessoren,
- Fig. 2 ein Blockdiagramm über eine Multiplikationseinheit,
- Fig. 3a ein Zeitdiagramm des Systemtakts,
- Fig. 3b ein Zeitdiagramm eines Zählvorgangs,
- Fig. 3c ein Zeitdiagramm der Feinauflösung des Modultakts,
- Fig. 3d ein Zeitdiagramm der Feinauflösung des Modultakts,
- Fig. 3e ein Zeitdiagramm der Feinauflösung des Modultakts,
- Fig. 4 ein Zeitdiagramm über den Verlauf des Systemtakts,
- Fig. 5 Fig. 1 mit zusätzlicher Motoransteuerung.

**[0019]** Fig. 1 zeigt eine Vernetzung von zwei Prozessoren 1a,b. Die Prozessoren 1a,b stellen zusammen mit einer Schnittstelle 2a,b und daran angeschlossenen Ein-/Ausgangskarten 3a,b und Motorsteuerkarten 4a,b jeweils eine Einheit 5a,b dar. Die jeweiligen lokalen Komponenten, wie Prozessor 1a und Schnittstelle 2a,

bzw. 1b und 2b sind mittels VME-Bussystem 6 miteinander verbunden. Auf der Schnittstelle 2a befindet sich weiterhin ein Systemtakt 7. Dieser Systemtakt 7 wird mittels freier Leitung 9 z.B. eines CAN-Bussystems 10 an die in der Peripherie befindlichen Ein-/Ausgangskarte 3a und die Motorsteuerkarte 4a weitergeleitet. Die Anzahl der Ein-/Ausgangskarten 3a, bzw. die Anzahl der Motorsteuerkarten 4a ist dabei unerheblich. Über eine zusätzliche Leitung 9, die als freie Leitung dem CAN-Bussystems 10 zuzuordnen ist, wird der Systemtakt an die Schnittstelle 2b der Einheit 5b weitergegeben. Auf der Schnittstelle 2b befindet sich eine Systemtaktaufbereitung 8 die beispielsweise einen Filter oder einen Verstärker enthält. Von der Schnittstelle 2b wird der Systemtakt 7 auch an die der Einheit 5b zugehörige Ein-/Ausgangskarte 3b und der Motorsteuerkarte 4b mittels Leitung 9 zugeleitet. Die auch als Teilnehmer bezeichnete Ein-/Ausgangskarte 3b bzw. Motorsteuerkarte 4b können durch Teilnehmer 16a,b deren Verwendung nicht definiert ist erweitert werden. Ebenso kann auch die Anzahl der Schnittstellen 2a,b je Einheit 5a,b größer sein, als in diesem Ausführungsbeispiel aufgezeigt. Der Systemtakt 7 wird weiterhin über das lokale VME-Bussystem 6a,b allen lokalen zur Einheit 5a,b gehörenden Komponenten 1a,b bzw. 2a,b zur Verfügung gestellt. Über eine Leitung 9d sind weitere Einheiten 5n an den Systemtakt 7 anbindbar.

**[0020]** An der Ein-/Ausgangskarte 3a,b und der Motorsteuerkarte 4a,b werden Aufgaben ausgeführt, die eine Zeitauflösung benötigen, die feiner ist als sie der Systemtakt 7 zur Verfügung stellt. Deshalb werden in diesen Karten 3a,b 4a,b zusätzliche Multiplikationseinheiten 11 benötigt. Die Multiplikationseinheit 11 hat die Aufgabe die Auflösung entsprechend der erforderlichen Gegebenheiten zu multiplizieren. Dieses kann beispielsweise anhand einer Ausführung gemäß Fig.2 erfolgen.

**[0021]** Fig. 2 zeigt ein Blockdiagramm einer Multiplikationseinheit 11 wie sie auf den verschiedenen Ein-/Ausgabekarten 3a,b und Motorsteuerkarten 4a,b vorhanden ist. In einem Frequenzgenerator 12 wird ein Takt mit einer Frequenz von beispielsweise 1 MHz erzeugt. Zur Frequenzstabilisierung ist diesem ein Quarz 13 zugeordnet. An den Frequenzgenerator 12 ist ein Zähler 14 angeschlossen. Mit dem Systemtakt 7 wird der Zähler 14 gestartet bzw. zurückgesetzt. Weist der Systemtakt 7 beispielsweise eine Taktfrequenz von 1 kHz auf, zählt der Zähler innerhalb einer Periode des Systemtaktes 7 von 0-999 und wiederholt diesen Vorgang ständig. Genauer beschrieben heißt das, dass die Pulse des Frequenzgenerators 12 für den Fall, dass sie synchron zu dem Systemtakt 7 sind sozusagen durchgeschaltet werden. Besteht keine exakte Synchronität zwischen den Pulsen des Frequenzgenerators 12 und dem Systemtakt 7 kann es dazu führen, dass der letzte der 1000 Pulse entweder etwas gekürzt wird, wenn der Zähler 14 frühzeitig zurückgesetzt wird, oder dieser etwas länger ansteht, da der Zähler 14 seinen Zählvorgang bei

999 einstellt. An einem Ausgang wird der synchronisierte Modultakt 15 der Ein-/Ausgabekarte, 3ab bzw. Motorsteuerkarte 4ab zur Verfügung gestellt.

**[0022]** In Fig. 3a bis 3e sind mehrere Diagramme dargestellt, die den Systemtakt 7 (Fig. 3a) die Rampenfunktion des Zählers 14 (Fig. 3b) und eine Feinauflösung des Modultakts 15 (Fig. 3c,d,e) zeigen. Das Diagramm nach Fig. 3a zeigt den Systemtakt 7, wobei im Diagramm gemäß Fig. 3b die Rampenfunktion des Zählers 14 immer mit der abfallenden Flanke 30 des Systemtakts 7 gestartet wird. Wie bereits vorhergehend erwähnt, zählt der Zähler 14 innerhalb einer Periode, die jeweils zwischen den abfallenden Flanken 30 des Systemtakts 7 liegt, von 0-999. Die Rampenfunktionen 33,34,35 zeigen unterschiedliches Verhalten welches durch die Diagramme gemäß Fig. 3c,d,e erklärt werden kann. So ist in Fig. 3c zu erkennen, dass der letzte Zählimpuls 999 schmaler ist als die vorhergehenden. Dieses ist damit erklärbar, dass die Frequenz des Modultakts 15 geringfügig langsamer ist als das Tausendfache des Systemtakts 7. Der 999. Zählimpuls wird dann durch den Systemtakt 7 korrigiert, wodurch eine Synchronisation erfolgt.

**[0023]** Das Diagramm nach Fig. 3d zeigt den Fall, dass der Modultakt 15 gegenüber dem Systemtakt 7 geringfügig schneller ist als das Tausendfache des Systemtakts 7. Dadurch, dass der Zähler 14 seinen Zählerstand bei 999 nicht mehr erhöht, bleibt der letzte Zählimpuls (999) solange stehen, bis ein Zurücksetzen des Zählers durch die abfallende Flanke 30 des Systemtakts 7 erfolgt. Ebenfalls erfolgt somit wieder eine Korrektur, bzw. Synchronisation. Das Diagramm nach Fig. 3e stellt noch eine weitere Variante dar. Nach Erreichen des Zählerstandes 999 wird der Zähler nicht von dem Systemtakt 7 zurückgesetzt, weil dieser beispielsweise ausgefallen ist, sondern es erfolgt eine Zurücksetzung des Zählers aufgrund einer Überschreitung eines vorgegebenen Zeitfensters 36. Dieses Zeitfenster 36 wird bei einem definierten Zählerstand (z.B. 990) gestartet und endet beispielsweise 10 µs nach dem Erreichen des Zählerstandes 999. Somit erfolgt eine zwangsweise Zurücksetzung des Modultakts 15 was gleichzeitig zur Folge hat, dass die durch den Modultakt 15 getakteten Prozesse vom Zeitpunkt des ersten Ausbleibens des Systemtakts an, kontrolliert zum Stillstand gebracht werden.

**[0024]** Die Wirkung des Zeitfensters 36 kommt auch einer Filterung gleich. Beispielsweise kann mittels UND-Gatter eine Verknüpfung des Zeitfensters 36 mit dem Systemtakt 7 erzielt werden, wodurch ein Durchschalten des Systemtakts 7 nur innerhalb des Zeitfensters 36 möglich ist. Störsignale, die sich auf der Leitung des Systemtakts 7 befinden werden außerhalb des Zeitfensters 36 ignoriert.

**[0025]** Fig.4 zeigt ein Zeitdiagramm über den Verlauf eines Ausschnittes des Systemtaktes 7. Die Taktfrequenz des Systemtaktes 7 liegt beispielsweise bei 1 kHz und weist ein ungleiches Tastverhältnis auf. Nach einer

abfallenden Flanke 30 erfolgt bereits nach beispielsweise 50  $\mu$ s die ansteigende Flanke 31. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass der Teilnehmer 2b,3ab,4ab beispielsweise 550  $\mu$ s nach der abfallenden Flanke 30 einen Messzyklus 32 starten kann, der im Regelfall im Highzustand des Systemtakts 7 liegt. Mit dem gestartete Messzyklus 32 setzt der Teilnehmer 2b,3ab,4ab seine Aufmerksamkeit darauf, zu erkennen wann der nächste Systemtakt 7 kommt. Alle 100ms, das heißt nach jedem einhundertsten Systemtakt 7 erfolgt eine sogenannte Zeitansage 37. Diese Zeitansage 37 wird dadurch erkannt, dass 550  $\mu$ s nach der abfallenden Flanke 30 kein Highzustand des Systemtakts vorherrscht. Der Teilnehmer 2b,3ab,4ab erkennt somit, dass es sich dabei um die Ankündigung der Zeitansage 37 handelt. Mit dieser Zeitansage 37 erhält jeder Teilnehmer 2b,3ab,4ab eine exakte Angabe über die Zeit, die seit dem Einschalten der Maschine vergangen ist (Absolutzeit). Der Vorteil besteht darin, dass nachträglich eingeschaltete Teilnehmer, das heißt während dem die Maschine bereits läuft, von der Absolutzeit der Maschine immer in Kenntnis gesetzt werden. Jeder Teilnehmer 2b,3ab,4ab kann dann ein Ereignis ausführen, welches sich auf die Absolutzeit bezieht, ohne dass er den Befehl dazu von der zentralen Einheit 5a erhalten muss.

**[0026]** Fig. 5 zeigt ein Blockdiagramm zur Steuerung von zwei Motoren. Fig. 5 ist gegenüber Fig.1 dahingehend erweitert, dass zu der Motorsteuerkarte 4a,b je ein Motor 20a,b und ein Inkrementalgeber 21a,b hinzugefügt wurden. Weiterhin ist der Schnittstelle 2a eine Eingabeeinrichtung 22 für Eingaben die durch den Bediener der Maschine erfolgen können beigefügt. Der Motor 20a sei beispielsweise der Hauptmotor, der für die Drehbewegung der Zylinder einer Druckmaschine zuständig ist. Dieser Motor 20a, wird folgendermaßen gesteuert:

**[0027]** Mittels der Eingabeeinrichtung 22 gibt der Bediener der Maschine einen Wert für die Drehzahl ein. Dieser Wert wird über das CAN-Bussystem 10 a der Motorsteuerkarte 4a zugeführt, welche daraus die Ansteuerwerte (Stromsollwerte) für den Motor 20a ermittelt und einstellt. Am Motor 20a befindet sich ein Inkrementalgeber 21a der entweder direkt auf der Motorwelle des Motors 20a sitzt oder an einer geeigneten Stelle des durch den Motor 20a angetriebenen Getriebes bzw. Zahnradzugs. Die Pulse des Inkrementalgebers 21a werden von der Motoransteuerkarte 4a eingelesen. Der Einlesevorgang erfolgt immer zum Zeitpunkt eines Systemtakts 7. Aus diesen Pulsen werden in der Motorsteuerkarte 4a die Drehzahl, die Beschleunigung und die Winkelstellung des Motors 20a errechnet. Diese errechneten Werte dienen zum einen der Regelung für den Motor 20a, zum anderen werden diese Werte immer zusammen mit dem Erfassungszeitpunkt allen weiteren Teilnehmern 3a,b 4b mitgeteilt. Durch den mitgelieferten Erfassungszeitpunkt ist es unerheblich, ob die Daten schnell übertragen werden, ob die Daten zu einem bestimmten Zeitpunkt übertragen werden oder ob alle Teilnehmer die Daten gleichzeitig übermittelt bekommen.

**[0028]** Diese Werte erhält auch die Motorsteuerkarte 4b, die beispielsweise durch den Prozessor 2b die Aufgabe bekommen hat den Motor 20b synchron zu dem Motor 20a zu betreiben. Eine solche Aufgabe wird in der Motorsteuerkarte 4b durch einen sogenannten Befehlsinterpreter umgesetzt. Die Motorsteuerkarte 4b bekommt nun in regelmäßigen Abständen die Werte Drehzahl, Beschleunigung und Winkelstellung des Motors 20a übermittelt. Aus diesen Werten werden nun die Sollwerte für den eigenen Motor 20b berechnet.

**[0029]** Der zeitliche Abstand zwischen zwei Übermittlungen der Werte Drehzahl, Beschleunigung und Winkelstellung des Motors 20a mit der entsprechenden Angabe des Erfassungszeitpunkts ist für eine Synchronhaltung zweier Motoren 20a,b möglicherweise zu groß, so dass in der Zwischenzeit eine Interpolation erfolgt. Diese Interpolation wird auf der Motorsteuerkarte 4b vorgenommen und anhand dieser interpolierten Werte die Sollwerte für den Motor 20b errechnet.

**[0030]** Weiterhin befindet sich auf der Motoransteuerkarte 4b eine Multiplikationseinheit 11 zur Erzeugung eines Modultakts 15 gemäß Fig.2. Die Auflösung des Modultakts 15 ist so bemessen, dass die auf der Motoransteuerkarte 4b ablaufenden Operationen (Interpolation des Verlaufes des Motors 20a, Einlesen der Impulse des Inkrementalgebers 21b, Berechnen der Istwerte des Motors 20b aus den Impulsen des Inkrementalgebers 21b, Errechnen neuer Sollwerte für den Motor 21b, usw.) alle zeitoptimiert berücksichtigt werden.

## Bezugszeichenliste

### [0031]

35	1a,b	Prozessor
	2a,b	Schnittstelle
	3a,b	Ein-/Ausgabekarte (Teilnehmer)
	4a,b	Motorsteuerkarte (Teilnehmer)
	5a,b	Einheit
40	5n	weitere Einheit
	6	VME-Bussystem
	7	Systemtakt
	8	Systemtaktaufbereitung
	9	Leitung
45	10	CAN-Bussystem
	11	Multiplikationseinheit
	12	Frequenzgenerator
	13	Quarz
	14	Zähler
50	15	Modultakt
	16a,b	Teilnehmer
	20a,b	Motor
	21a,b	Inkrementalgeber
	22	Eingabeeinrichtung
55	30	abfallende Flanke
	31	ansteigende Flanke
	32	Messzyklus
	33	Rampenfunktion

- 34 Rampenfunktion
- 35 Rampenfunktion
- 36 Zeitfenster
- 37 Zeitansage

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Synchronisation von an mehreren Einheiten ablaufenden Prozessen, wobei eine zentrale Einheit mit weiteren Einheiten über einen Feld-Bus verbunden ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die zentrale Einheit eine Einrichtung zur Erzeugung eines Systemtakts aufweist, dass eine freie Leitung des Feld-Busses zur Verteilung des Systemtakts an die weiteren Einheiten vorgesehen ist und dass an den weiteren Einheiten Vorrichtungen zur Multiplikation des Systemtakts vorgesehen sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** mit dem Systemtakt die Drehzahl  $n$ , die Beschleunigung  $a$ , die Winkelstellung  $\varphi$  und gegebenenfalls weitere Werte der Maschine erfassbar sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die erfassten Werte wie Drehzahl  $n$ , Beschleunigung  $a$ , Winkelstellung  $\varphi$  und gegebenenfalls weitere Werte der Maschine mittels Bus System den weiteren Einheiten zuführbar sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Multiplikationseinheit eine Filtereinrichtung aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Multiplikationseinheit eine Einrichtung zur Erkennung einer Absolutzeitdurchsage aufweist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Multiplikationseinheit einen quarzstabilisierten Frequenzgenerator aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Multiplikationseinheit einen Modultakt für in den weiteren Einheiten stattfindende Prozesse erzeugt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Modultakt entsprechend des in der weiteren Einheit stattfindenden Prozesses einstellbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Bus-System zur Verteilung des Systemtakts ein lokales Bus-System ist.
10. Verfahren zur Synchronisation von an einer zentralen Einheit und an weiteren Einheiten ablaufenden Prozessen, mit einem in zentraler Einheit erzeugten Systemtakt und in den weiteren Einheiten erzeugten Modultakten,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der in der zentralen Einheit erzeugte Systemtakt zur Synchronisation des in den weiteren Einheiten erzeugten Modultakts herangezogen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** in regelmäßigen Abständen eine Synchronisation der weiteren Einheiten auf eine Absolutzeit erfolgt.
12. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der in den beteiligten Einheiten vorhandene Modultakt für dort stattfindende Prozesse eingesetzt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** bei Ausfall des Systemtakts die durch die weiteren beteiligten Einheiten geleiteten Prozesse durch den Modultakt geführt heruntergefahren werden.
14. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Frequenz des Modultakts entsprechend der dort ablaufenden Operation eingestellt wird
15. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Werte wie Drehzahl  $n$ , Beschleunigung  $a$ , Winkelstellung  $\varphi$  und gegebenenfalls weitere Werte der Maschine gleichzeitig mit dem Systemtakt erfasst werden.
16. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Werte Drehzahl  $n$ , Beschleunigung  $a$ , Winkelstellung  $\varphi$  und gegebenenfalls weitere Werte der Maschine zusammen mit dem Erfassungszeitpunkt an die weiteren Einheiten weitergeleitet werden.
17. Verfahren nach Anspruch 10,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Werte Drehzahl  $n$ , Beschleunigung  $a$ , Winkelstellung  $\varphi$  und gegebenenfalls weitere Werte der Maschine nach der Übermittlung durch die zentrale Einheit für die Zeitdauer bis zu Übermittlung der nächsten aktuellen Werte anhand eines Rechenmodells in den beteiligten Einheiten ermittelt werden.

5

18. Verfahren nach Anspruch 10,

10

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** nach einer definierten Anzahl von unterteilten Systemtaktten von der zentralen Rechereinheit eine Absolutzeit an die beteiligten Rechereinheiten übermittelt wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

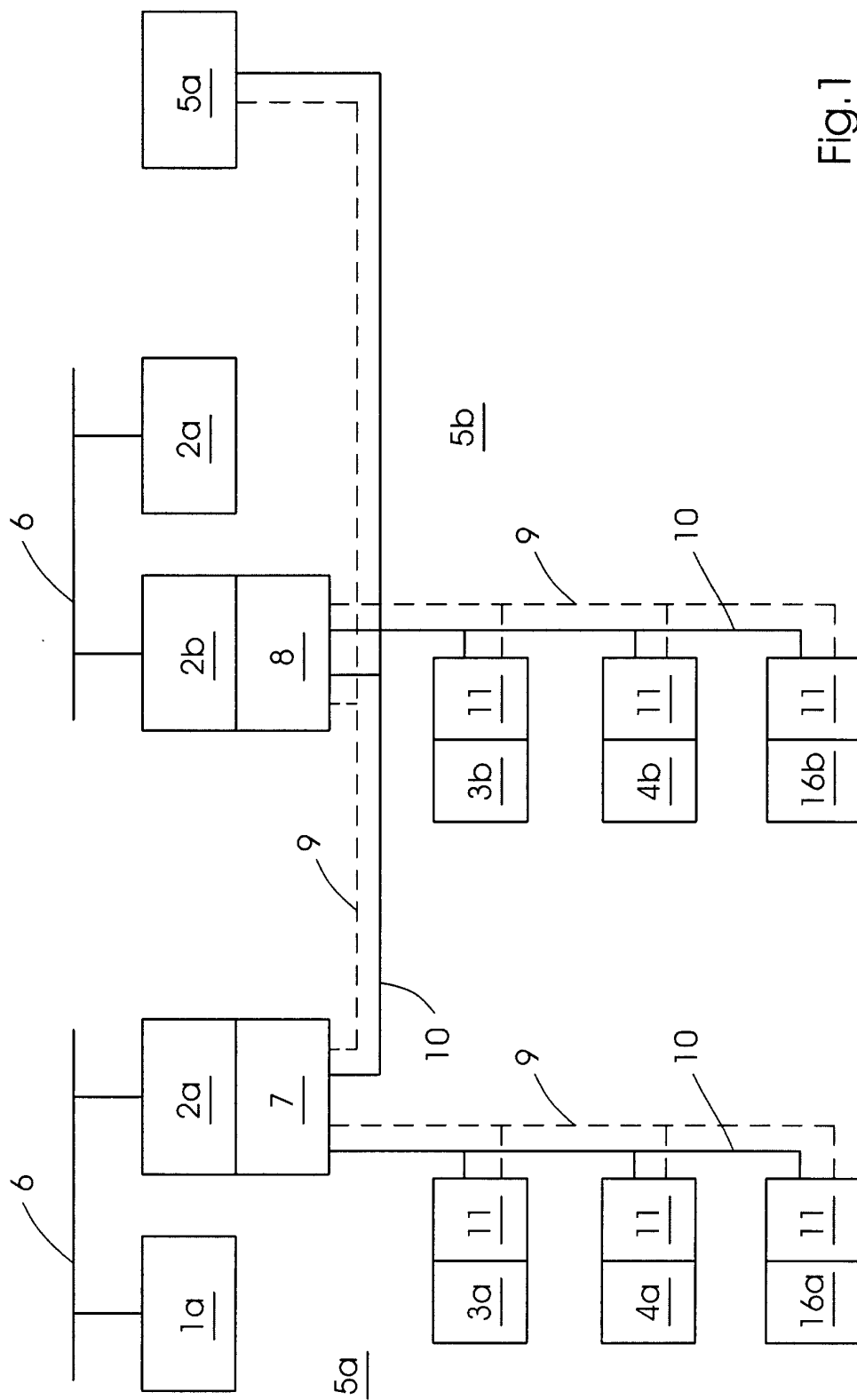


Fig.1



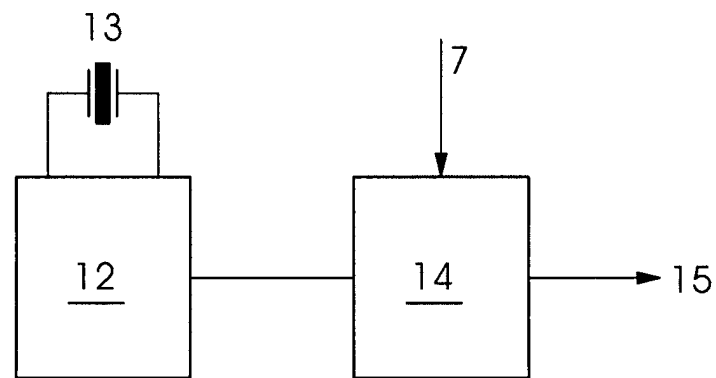


Fig.2

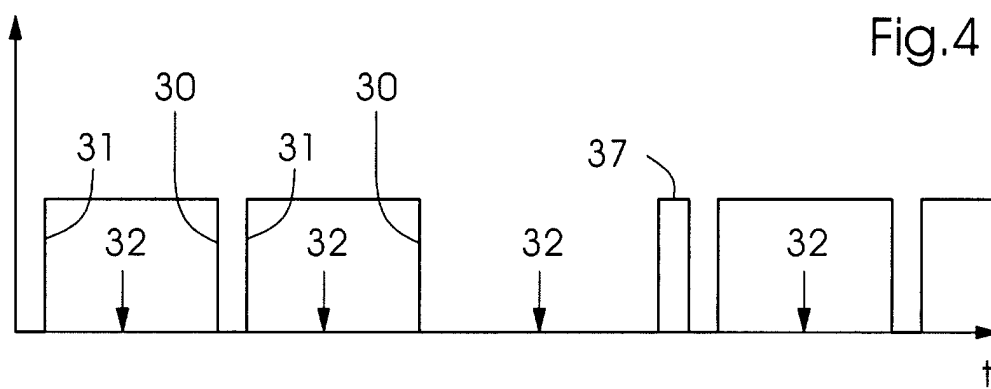


Fig.4

