



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.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und ein System zur Unterstützung der Projektierung von Fertigungsanlagen vorgestellt. Des Weiteren wird eine elektronische Einheit und ein Computerprogramm sowie ein Computerprogrammprodukt zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens beschrieben. Bei dem beschriebenen Verfahren wird die Fertigungsanlage als ein Objekt enthaltendes digitales Modell abgebildet. Dieses digitale Modell wird für eine Analyse in eine Simulationsumgebung (80) eingebettet.

5

10 Verfahren und System zur Unterstützung der Projektierung
von Fertigungsanlagen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, ein System und eine elektronische Einheit zur Unterstützung der Projektierung von Fertigungsanlagen. Des weiteren betrifft die Erfindung ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Fertigungsanlagen weisen dabei mindestens eine Fertigungseinrichtung auf.

20

Stand der Technik

Gegenwärtig werden im Bereich der Projektierung und Umsetzung von Fertigungsanlagen keine rechnergestützten durchgängigen Arbeitsumgebungen unterstützt. In Einzelfällen werden Detaillösungen, wie beispielsweise Computer-Aided-Design-Systeme (CAD) oder Produkt-Daten-Management-Systeme (PDM) eingesetzt, doch beschreiben diese weder die Kinematik von Maschinenanlagen vollständig noch berücksichtigen diese Aspekte der Elektrotechnik und der Ablaufsteuerung.

30

Gerade im Bereich der Projektierung erscheint es aber sinnvoll, Simulationswerkzeuge einzusetzen, um bereits vor

der Umsetzung sicherstellen zu können, daß die projektierte Anlage den gestellten Anforderungen entspricht. Hierfür bietet sich der Einsatz eines Simulationswerkzeugs an.

5 Aktuelle Simulationswerkzeuge setzen jedoch eine vorherige vollständige Modellierung der gesamten Fertigungsanlage mit deren Teilsystemen voraus, um weitergehende Analysen durchführen zu können. Dies ist beispielsweise bei Paketen zur Simulation von Robotern oder auch in begrenztem Umfang
10 bei Werkzeugmaschinen im Bereich der Zerspanungstechnik der Fall.

Vorteile der Erfindung

15 Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Unterstützung der Projektierung von Fertigungsanlagen. Dabei wird die Fertigungsanlage als ein Objekte enthaltendes digitales Modell abgebildet. Dieses digitale Modell wird für eine Analyse in eine Simulationsumgebung eingebettet. Dabei
20 umfaßt es alle Informationen, die für die Simulationsumgebung zur Simulation von Fertigungseinrichtungen notwendig sind.

Die Simulationsumgebung umfaßt das Laden der Objekte aus
25 dem digitalen Modell und verschiedene Möglichkeiten der Modellierung. Zugleich bildet es die Ablaufumgebung, um steuerungstechnische Anlagenelemente, wie bspw. SPS-Controller, anzubinden und zu simulieren.

30 Vorzugsweise umfaßt das Verfahren zusätzlich einen Funktionsblock für einen Engineering-Prozeß, in dem Produktionsabläufe abgebildet werden können und mit dem unter Einsatz von Simulationstechnik Prozeßabläufe und Datenflüsse innerhalb des digitalen Modells abgebildet

werden. Der Engineering-Prozeß umfaßt somit die Abbildung eines neuen Prozeßablaufs, der den Einsatz von Simulationstechnik mit einbezieht. Zugleich bildet dieser den Datenfluß innerhalb des digitalen Modells ab.

5

Zweckmäßigerweise enthält das digitale Modell zusätzliche Informationen, die einer Arbeitsumgebung zugänglich sind und von dieser zur Lenkung und Verwaltung von spezifischen und nativen Daten im Prozeßablauf verwendet werden. Dies
10 dient der Unterstützung der Engineering-Prozesse bei der Projektierung und Umsetzung von Fertigungsanlagen.

In Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt das digitale Modell Objekte, die Geometriedaten,
15 Kinematikdaten, elektrische Eigenschaften und steuerungstechnische Funktionsblöcke enthalten. Ebenfalls kann das digitale Modell Beziehungen der Objekte zueinander aufweisen, wie bspw. konstruktionsrelevante, funktionsrelevante und/oder ablaufrelevante Beziehungen.

20

Vorteilhafterweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zusätzlich eine Kopplung zu Steuerungssystemen durchgeführt, so daß die Steuerungssysteme mit den abgebildeten Fertigungseinrichtungen Informationen
25 austauschen. Somit werden nicht nur reale Konstruktionsdaten sondern auch originale Steuerungsprogramme der Maschinen genutzt. Dabei werden die Aspekte der Modellierung von Sensorik und Aktorik sowie die normgerechte Bezeichnung in einer einheitlichen
30 durchgängigen Datenbasis integriert. Die eingesetzten Steuerungssysteme entsprechen zweckmäßigerweise den in realen Fertigungseinrichtungen eingesetzten Steuerungssystemen.

Das erfindungsgemäße System zur Unterstützung der Projektierung einer mindestens eine Fertigungseinrichtung aufweisenden Fertigungsanlage. In dem System ist ein die Fertigungsanlage als ein Objekte enthaltendes digitales
5 Modell und eine Simulationsumgebung enthalten, in die das digitale Modell eingebettet ist.

Das System ist somit ein digitales Modell, daß alle Informationen, die für die Simulationsumgebung zur
10 Simulation von Fertigungseinrichtungen notwendig sind, enthält.

In Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems ist zusätzlich ein Funktionsblock für einen Engineering-Prozeß
15 eingebunden, in dem Produktionsabläufe abgebildet werden können und mit dem unter Einsatz von Simulationstechnik Prozeßabläufe und Datenflüsse innerhalb des digitalen Modells abzubilden sind.

20 Mit dem Engineering-Prozeß kann ein Prozeßablauf unter Einbeziehung von Simulationstechnik abgebildet werden.

Das System stellt bei dieser Ausführungsform eine sogenannte Digitale Sondermaschine (DSM) dar, die eine
25 Arbeitsumgebung zur Unterstützung der Engineering-Prozesse bei der Projektierung und Umsetzung von Fertigungsanlagen bereitstellt. Die DSM umfaßt drei Funktionsblöcke, nämlich das digitale Modell, die Simulationsumgebung und den Engineering-Prozeß.

30

In der DSM werden vorzugsweise die realen Fertigungseinrichtungen als digitales Modell abgebildet und stehen in einer Simulationsumgebung für weitere Analysen zur Verfügung. Durch die Kopplung zu Steuerungssystemen

wird eine frühzeitige Inbetriebnahme von
Fertigungseinrichtungen ermöglicht.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen
5 Systems ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die erfindungsgemäße elektronische Einheit weist eine
Recheneinheit und eine Speichereinrichtung auf. In der
Speichereinrichtung ist ein zuvor beschriebenes System
10 abgelegt. Die Recheneinheit dient zur Durchführung eines
zuvor beschriebenen Verfahrens.

Das Computerprogramm umfaßt Programmcodemittel zum
Ausführen der Schritte des vorstehend beschriebenen
15 Verfahrens und wird auf einem Computer oder einer
entsprechenden Recheneinheit durchgeführt.

Das Computerprogrammprodukt ist auf einem computerlesbaren
Datenträger gespeichert. Als geeignete Datenträger kommen
20 EEPROMs und Flashmemories, aber auch CD-ROMs, Disketten
sowie Festplattenlaufwerke in Betracht.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben
sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

25 Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die
nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der
jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen
Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne
30 den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der
Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden
unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Figur 1 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems anhand eines Ablaufdiagramms.

5

Figur 2 zeigt eine modellierte Fertigungsanlage.

Figur 3 verdeutlicht in einer schematischen Abbildung eine Schnittstelle zwischen einem

10

Simulationsmodell und einem Steuerungskonzept.

Figur 4 erläutert einen Funktionsbaustein aus Figur 3.

In Figur 1 ist eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems, insgesamt mit der Bezugsziffer 10 bezeichnet, schematisch dargestellt. In der Darstellung sind Softwaresysteme, Schnittstellen zu externen Systemen, interne Schnittstellen, Objekte des digitalen Modells und ein Softwarepaket der digitalen Sondermaschine dargestellt.

20

Ein unterbrochener Pfeil 12 verdeutlicht den Ablauf des Engeneering-Prozesses.

Ein erster Block 14 verdeutlicht die mechanische Planungsphase. In diesem ist ein Objekt 16 des digitalen Modells, nämlich eine technische Übersicht, enthalten. Ein weiterer Block 18 enthält das mechanische Design, somit den Aufbau der zu entwickelnden Fertigungsanlage. In diesem sind die Objekte technische Übersicht 16, Basisdiagramm 20, Schaltkreisdiagramm 22, Zykluszeitberechnung 24 und Flußdiagramm-Beschreibung 26 enthalten. Durchgezogene Pfeile 28 verdeutlichen interne Schnittstellen. Strichpunktierte Pfeile 30 veranschaulichen Schnittstellen zu externen Systemen.

Die beschriebenen Objekte werden zusammen mit einem Objekt CAD-Modell 32, das von einem Softwaresystem PRO/E 34 bereitgestellt wird, einem Simulationswerkzeug 36 zur
5 Verfügung gestellt. Für die elektrische Koordination sind für die elektrische Hardware Objekte 38 und für die elektrische Software weitere Objekte, nämlich das Objekt 24 für die Zykluszeitberechnung und das Objekt 26 für die Flußdiagrammbeschreibung vorgesehen.

10

Zur Verarbeitung der Objekte 38 steht ein Softwaresystem EPLAN 40 zur Verfügung dessen Ausgabe ebenso wie die Objekte 24 und 26 in ein Softwaresystem OpCon 42 eingegeben werden. Dieses generiert die Objekte PLC-Programm 44 und
15 OPLES-Programm 46.

Das Objekt 44 wird in ein Softwaresystemcode sysPLC 48 eingegeben, das Resultat des Simulationswerkzeuges 36 in ein Softwaresystem OPC 50. Als Ergebnis ergibt sich ein
20 Softwaresystem 52, das eine lauffähige simulierte Abbildung der Fertigungsanlage darstellt.

In Figur 2 ist ein Beispiel für eine modellierte Fertigungsanlage als funktionale Einheit 60 dargestellt. In
25 der Darstellung ist eine erste Arbeitsposition 62, eine zweite Arbeitsposition 64, eine dritte Arbeitsposition 66, eine vierte Arbeitsposition 68 und eine fünfte Arbeitsposition 70 dargestellt.

30 Des weiteren sind in der Darstellung Sicherheitsoptionen wiedergegeben, nämlich mit der Bezugsziffer 72 bezeichnet die "nach Not-Aus und Schutztür 1", mit der Bezugsziffer 74 bezeichnet "vor Not-Aus" und mit der Bezugsziffer 76

bezeichnet die Sicherheitsoption "nach Not-Aus und Schutztür 1 und 2".

In Figur 3 ist eine Schnittstelle zwischen einem
5 Simulationsmodell und einem Steuerungskonzept "OpCon-Open Control" dargestellt. In der Figur ist ein Simulationsrechner 80 und eine Maschinensteuerung 82 schematisch dargestellt. Der Simulationsrechner 80 enthält ein Simulationsmodell 84. Die Maschinensteuerung 82 umfaßt
10 ein Maschinenablaufprogramm 86 und eine Bedienoberfläche 88 der Steuerung.

Zwischen den beiden Blöcken 80 und 82 befindet sich eine Protokollschicht SimCom 90. Diese enthält logische
15 Verbindungen 92 und physikalische Verbindungen 94. In der Protokollschicht 90 ist eine durch eine geschwungene Linie 96 verdeutlichte Kommunikationsebene via TCP/IP dargestellt.

20 Als Simulationsrechner 80 wird eine dedizierte Hardware eingesetzt, die für die Simulation eines Maschinenmodells zuständig ist. Dabei ist eine mögliche dreidimensionale Visualisierung zunächst als weitere Funktion dieses Rechners 80 zu behandeln. Das simulierte Maschinenmodell
25 kommuniziert dabei mit einer originalen Maschinensteuerung.

Die Maschinensteuerung 82 entspricht einer Steuerungen, wie sie in der Automatisierungstechnik zur Steuerung von Maschinenfunktionen eingesetzt wird. Die Steuerung 82
30 besteht im wesentlichen aus dem Laufzeitsystem, das das Maschinenablaufprogramm 86 abarbeitet, der Kommunikation über diverse Feldbussysteme mit den Hardwarekomponenten (Schalter, Antriebe usw.) und der Kommunikation zu einem Maschinenbediener mittels einer Bedienoberfläche, nämlich

einer Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI: Human Machine Interface).

Der Simulationsrechner 80 wird gegenwärtig physikalisch
5 über das Ethernet (TCP/IP) mit der Maschinensteuerung 82
verbunden. Die logische Verbindung 92 wird mit der
Protokollschicht 90 "SimCOM", die der wesentliche
Bestandteil dieser Schnittstelle ist, realisiert.

10 Das Simulationsmodell 84 beinhaltet die Abbildung der
Maschine mit deren Einzelkomponenten. Diese
Einzelkomponenten werden sehr abstrakt in ihrem Verhalten
simuliert. Dabei kommt es zu Wechselwirkungen, bspw.
Kollisionen, die von der Simulationsumgebung erfaßt und in
15 Form von Ereignissen gemeldet werden. In der
Simulationsumgebung werden gewöhnlich die Auswertung und
die Verarbeitung dieser Information mittels spezifischer
Programmiersprachen und Steuerungen durchgeführt. Diese
Programmiersprachen und Steuerungen sind üblicherweise
20 nicht ausreichend, um eine reale Maschine zu steuern, da
die an eine Maschinensteuerung gestellten
Echtzeitanforderung, nämlich Echtzeitfähigkeit,
Nebenläufigkeit, Fehlerverhalten und Industrietauglichkeit,
nicht erfüllt werden. Dies ist hierbei aber auch nicht die
25 Zielsetzung, da es nur um konzeptionelle Überprüfungen der
Modellfunktionen geht.

Die Simulationsumgebung stellt auf der Ebene von
Softwarebibliotheken einen Zugriff auf die
30 Einzelkomponenten zur Verfügung. Diese sind sehr abstrakt
und bilden in Ihrem Verhalten nicht die Grundelemente der
Automatisierungskomponenten ab.

Das Modul Sim-Kom als Simulationskomponente stellt die vereinheitlichte Schnittstelle zur Simulationsumgebung dar.

Das Modul Sim-Kom0x ist spezifisch für jedes
5 Simulationskomponente zu erstellen, daher die Enumeration 0x:

In der Protokollschicht 90 SimCom setzt ein Modul Sig-Kom als Signalkonverter das Verhalten (Trigger, Ereignis,
10 Stati) jeder Einzelkomponente des Simulationsmodells 84 in eine automatisierungsübliche Beschreibung mittels Ein- und Ausgängen sowie deren Signale und Signalverläufe, bspw. auch Signalflanken, um.

15 Ein Modul Kom-Sig modelliert als Komponentensignal die Einzelkomponente in ihrem Verhalten, und zwar so, daß es einer originalen herstellerspezifischen Steuerungskomponente entspricht. Dabei wird bereits auf die Funktionen des Funktionsbausteins auf der
20 Maschinensteuerungsseite abgestellt. Zwischen den Modulen Kom-Sig FB0x und FB0x wird zu diesem Zeitpunkt bereits eine logische Zuordnung festgelegt.

Bei der Maschinensteuerung 82 handelt es sich um die
25 gleiche Hardware, die auch die Steuerung der realen Maschine übernimmt. Durch ein Umschalten der Kommunikationskanäle auf den Feldbus ist hier eine direkte Steuerung einer Maschine möglich. Das
30 Maschinenablaufprogramm 86 und die eingesetzten Funktionsbausteine müssen nicht mehr modifiziert werden. Die Simulation läuft mit den originalen Steuerungsprogrammen der Maschine ab.

Zur Bedienung der Maschine in den unterschiedlichen Betriebsarten sind Eingriffe durch den Maschinenbediener- oder einrichter ggf. erforderlich. Dazu enthält die Maschinensteuerung 82 eine zusätzliche Bedienoberfläche 88
5 zum Bedienen und Beobachten, bspw. um Einzelfunktionen der Maschine auszulösen.

Das Maschinenablaufprogramm 86 steuert den Ablauf der Maschine, insbesondere in der Betriebsart Automatik. Die
10 Trennung zu den Funktionsbausteinen ist nicht immer eindeutig. So können etwa die Funktionsbausteine zusätzlich durch das Maschinenablaufprogramm 86 beeinflusst werden. Weitere Betriebsarten können durch das
Maschinenablaufprogramm 86 gesteuert werden. Es sind jedoch
15 wesentliche Teile durch die Implementierung der Funktionsbausteine abgedeckt.

Die Bedienoberfläche 88 und das Maschinenablaufprogramm 86 kommunizieren über aktuelle Standards, wie TCP/IP und OPC
20 (OLE: for Production Control). Diese tauschen über eigene Protokolle die Zustände zwischen dem Maschinenablaufprogramm 86 und der Bedienoberfläche 88 aus. Hierbei sei auf das Softwaresystem OpCon verwiesen.

25 In Figur 4 ist in schematischer Darstellung ein Funktionsbaustein FB0x, insgesamt mit der Bezugsziffer 100 bezeichnet, wiedergegeben. Der Funktionsbaustein FB0x 100 definiert gegenwärtig die objektbasierte Sicht auf einzelne
herstellerspezifische Automatisierungskomponenten. Diese
30 Sicht wird nur einmal erstellt und mehrfach verwendet und unterstützt in deren Programmierung die unterschiedlichen in der Maschine benötigten Betriebsarten sowie eine Fehlerbehandlung und eine festgelegte Kommunikation zum

Maschinenablaufprogramm und darüber hinaus zu der Oberfläche.

In der Figur ist ein Block 102 für die Eingabe-Ausgabe-
5 Ebene-Steuerung dargestellt. Durch die Eingabe-Ausgabe-
Ebene-Steuerung erhält der Funktionsbaustein 100 eine neue
Ebene zur Umschaltung zwischen der Kommunikation zwischen
Feldbus und der logischen Verbindung zu dem Modul Kom-Sig
FB0x als Komponentensignal einer herstellereispezifischen
10 Einzelkomponente. Diese Umschaltung erfordert keine
Umprogrammierung oberhalb der Eingabe-Ausgabe-Ebene-
Steuerung 102, so daß ein Umschalten zwischen realer
Automatisierungskomponente und simulierter
Automatisierungskomponente möglich wird. Dies hat den
15 Effekt, daß es möglich wird, Einzelkomponenten beim Test
real anzubinden und die restlichen Komponenten als
Simulation zu betreiben.

In dem Funktionsbaustein 100 ist ein Block 104 für die
20 Betriebsarten Handbetrieb, Tippbetrieb und Automatikbetrieb
vorgesehen. Ein zusätzlicher Block 106 steht für die
zusätzliche Betriebsart Simulation. Ein schraffiert
dargestellter Block 108 verdeutlicht die diversen Feldbus-
Anschaltungen, wie CAN-Bus oder Profi-Bus. Ein weiterer
25 Block 110 verdeutlicht die SimCom-Protokollschicht. Eine
gestrichelte Linie 112 veranschaulicht die logische
Verbindung zum Funktionsblock Kom-Sig FB0x.

Die zusätzliche Betriebsart Simulation stellt eine weitere
30 Ebene zur Verfügung, die neue Funktionen im Rahmen der
Simulationstechnik ermöglichen. Diese Funktionen können
bspw. die durch das Simulationsmodell ausgelöste Reaktion
auf Fehlerfälle, ein Szenariomanager, der es erlaubt, den
aktuellen Stand der Maschine in die Simulation zu laden

oder umgekehrt, eine Abbildung von zusätzlichen Funktionen, die für ein virtuelles Training notwendig sind, also für eine Schulung von Bedienpersonal an einer virtueller Anlage zum Training bestimmter Training- oder Fehlerfälle, sein.

5

Ansprüche

- 10 1. Verfahren zur Unterstützung der Projektierung einer
mindestens eine Fertigungseinrichtung aufweisenden
Fertigungsanlage (60), bei dem die Fertigungsanlage (60)
als ein Objekte (16, 20, 22, 24, 26, 32, 38, 44, 46)
enthaltendes digitales Modell (10) abgebildet wird und
15 dieses digitale Modell (10) in eine Simulationsumgebung
(80) für eine Analyse eingebettet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zusätzlich ein
Funktionsblock für einen Engineering-Prozeß eingebunden
20 wird, in dem Produktionsabläufe abgebildet werden können
und mit dem unter Einsatz von Simulationstechnik
Prozeßabläufe und Datenflüsse innerhalb des digitalen
Modells (10) abgebildet werden.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das digitale Modell
(10) zusätzliche Informationen enthält, die einer
Arbeitsumgebung zugänglich sind und von dieser zur Lenkung
und Verwaltung von spezifischen und nativen Daten im
Prozeßablauf verwendet werden.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem
das digitale Modell (10) Objekte (16, 20, 22, 24, 26, 32,
38, 44, 46) umfaßt, die Geometriedaten, Kinematikdaten,

elektrische Eigenschaften und steuerungstechnische Funktionsblöcke enthalten.

5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das digitale Modell (10) auch Beziehungen der Objekte (16, 20, 22, 24, 26, 32, 38, 44, 46) zueinander enthält.

10 6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem konstruktionsrelevante Beziehungen, funktionsrelevante Beziehungen und ablaufrelevante Beziehungen in dem digitalen Modell (10) enthalten sind.

15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem eine Kopplung zu Steuerungssystemen durchgeführt wird und die Steuerungssysteme mit den abgebildeten Fertigungseinrichtungen Informationen austauschen.

20 8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Steuerungssysteme den in realen Fertigungseinrichtungen eingesetzten Steuerungssystemen entsprechen.

25 9. System zur Unterstützung der Projektierung einer mindestens eine Fertigungseinrichtung aufweisenden Fertigungsanlage (60), das ein die Fertigungsanlage (60) als ein Objekte (16, 20, 22, 24, 26, 32, 38, 44, 46) enthaltendes digitales Modell (10) und eine Simulationsumgebung (80), in die das digitale Modell (10) eingebettet ist, enthält.

30 10. System nach Anspruch 9, bei dem zusätzlich ein Funktionsblock für einen Engineering-Prozeß eingebunden ist, in dem Produktionsabläufe abgebildet werden können und mit dem unter Einsatz von Simulationstechnik Prozeßabläufe

und Datenflüsse innerhalb des digitalen Modells (10) abzubilden sind.

11. System nach Anspruch 10, bei dem das digitale Modell
5 (10) zur Unterstützung des Engineering-Prozesses
zusätzliche Informationen enthält, die einer
Arbeitsumgebung zugänglich sind und von dieser zur Lenkung
und Verwaltung von spezifischen und nativen Daten im
Prozeßablauf dienen.

10

12. System nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem das
digitale Modell (10) Objekte (16, 20, 22, 24, 26, 32, 38,
44, 46) umfaßt, die Geometriedaten, Kinematikdaten,
elektrische Eigenschaften und steuerungstechnische
15 Funktionsblöcke aufweisen.

20

13. System nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem das
digitale Modell (10) auch Beziehungen der Objekte (16, 20,
22, 24, 26, 32, 38, 44, 46) zueinander enthält.

25

14. System nach Anspruch 13, bei dem
konstruktionsrelevante Beziehungen, funktionsrelevante
Beziehungen und ablaufrelevante Beziehungen in dem
digitalen Modell (10) enthalten sind.

30

15. System nach einem der Ansprüche 9 bis 14, bei dem eine
Kopplung zu Steuerungssystemen vorgesehen ist, durch die
die Steuerungssysteme mit den abgebildeten
Fertigungseinrichtungen Informationen austauschen.

16. System nach Anspruch 15, bei dem die Steuerungssysteme
den in realen Fertigungseinrichtungen eingesetzten
Steuerungssystemen entsprechen.

17. Elektronische Einheit, mit einer Recheneinheit und einer Speichereinrichtung, wobei in der Speichereinrichtung ein System nach einem der Ansprüche 9 bis 15 abgelegt ist und die Recheneinheit zur Durchführung eines Verfahrens
5 nach einem der Ansprüche 1 bis 8 dient.

18. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, um alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer
10 oder eine entsprechenden Recheneinheit, insbesondere einer elektronischen Recheneinheit nach Anspruch 17, ausgeführt wird.

19. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, die
15 auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder auf einer entsprechenden Recheneinheit, insbesondere einer elektronischen Recheneinheit nach Anspruch 17,
20 ausgeführt wird.

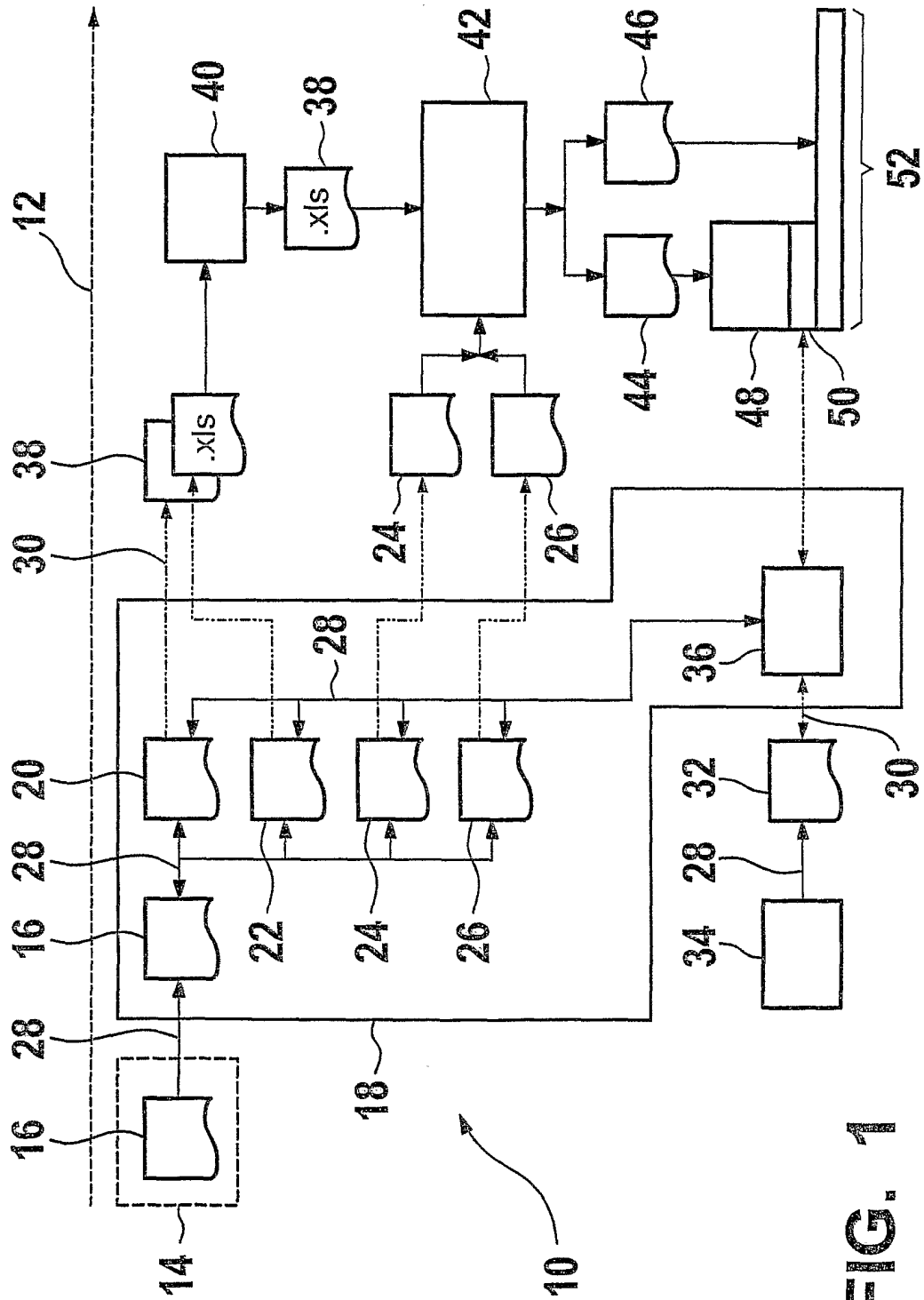
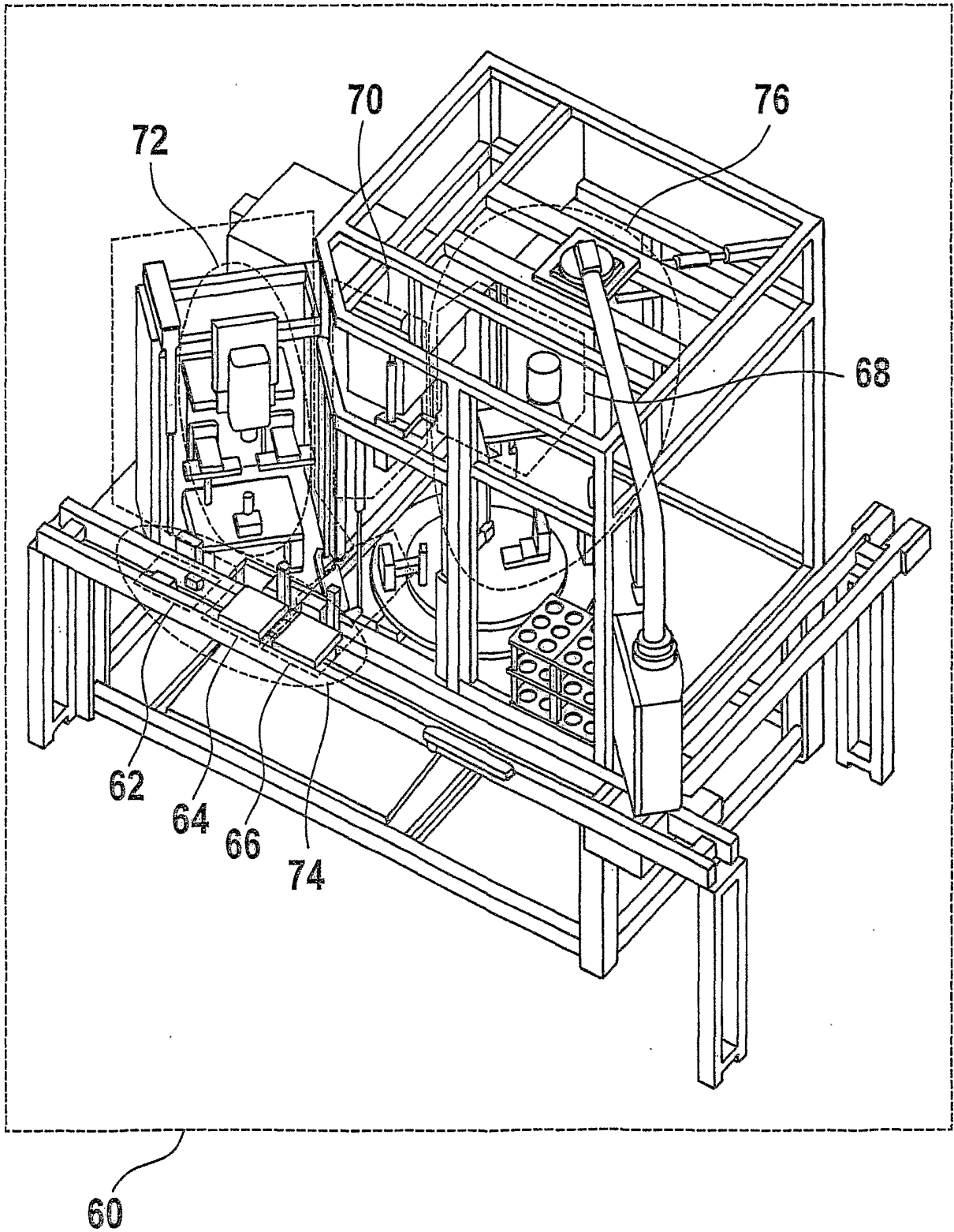


FIG. 1

FIG. 2



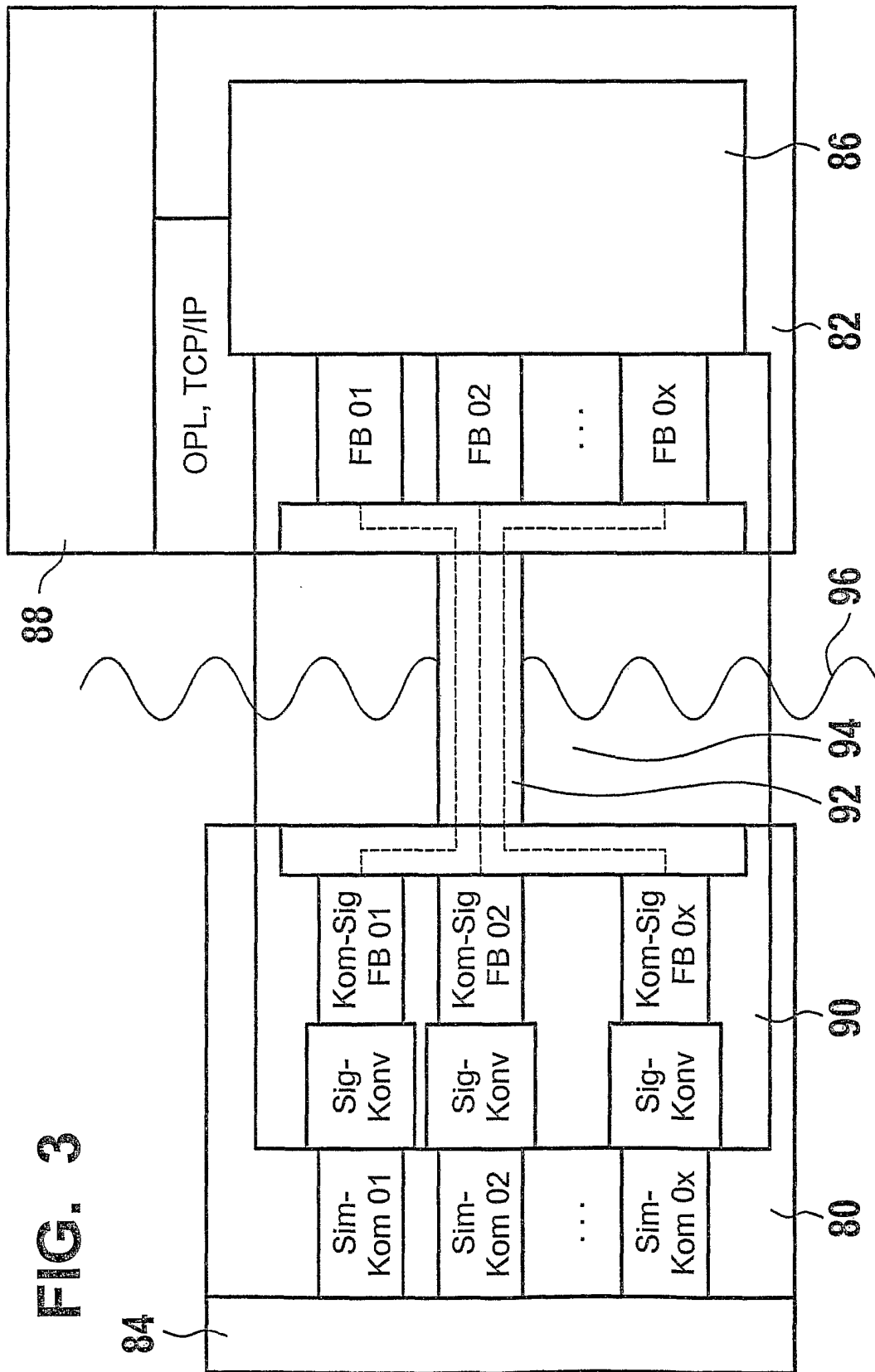


FIG. 3

FIG. 4

