

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 608 456 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93101326.2**

(51) Int. Cl.⁵: **F02D 41/26**

(22) Anmeldetag: **28.01.93**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.08.94 Patentblatt 94/31

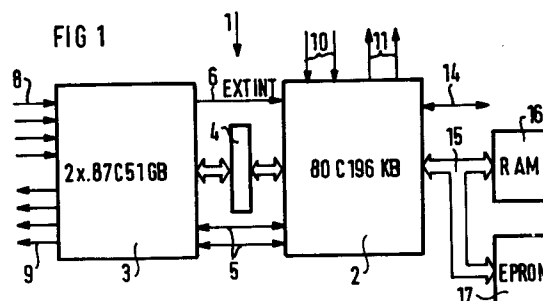
(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München(DE)

(72) Erfinder: **Neugebauer, Heinz, Dipl.-Ing. (FH)**
Föhrenstrasse 27
W-8431 Seubersdorf(DE)
Erfinder: **Ziegler, Herbert, Dipl.-Ing. (FH)**
Rennbahnstrasse 10a
W-8440 Straubing(DE)

(54) **Motorsteuerung.**

(57) Eine Steuerung (1) für einen Kraftfahrzeugmotor enthält einen Rechenteil (2), durch den Meßwerte erfaßt und ausgewertet werden, die Betriebsgrößen des Motors wiedergeben, und Steuersignale für Stellglieder erzeugt werden, die auf den Motorbetrieb einwirken (Leerlauffüllungssteller, Tankentlüftungsventil usw.). Ein Betriebssystem steuert die Erfassung und Auswertung der Meßwerte und die Erzeugung von Steuersignalen derart, daß sich kurze Wechselzeiten für die abzuarbeitenden Programme ergeben. Durch das Betriebssystem sind folgende, in abgestufter Priorität abzuarbeitende Gruppen von Arbeitsabläufen festgelegt: Anforderung von Unterbrechungen (Interrupts), Zeitverwaltungsaufträge und Aktivierung von Arbeitsabläufen.



EP 0 608 456 A1

Die Erfindung betrifft eine Motorsteuerung nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Bei einer bekannten Motorsteuerung (DE 38 26 526 A1) laufen Programme unterschiedlicher zeitlicher Priorität ab. Prioritätshoch sind Programme, mit denen bei einem vorgegebenen Kurbelwinkel ein Motorsteuervorgang ausgelöst wird, z.B. Kraftstoff eingespritzt oder gezündet wird. Mit niedriger Priorität laufen sogenannte Hintergrundprogramme ab. Die zeitabhängigen Programme sind in verschiedene Gruppen eingeteilt, mindestens in eine abstandskürzeste Programmgruppe und abstandslängere Programme. An die abstandskürzeste Programmgruppe ist mindestens eines der abstandslängeren Programme angefügt, wodurch eine Verbundgruppe gebildet wird. Dieses bekannte Betriebssystem ist aufwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Motorsteuerung mit schnelleren Wechselzeiten für die zu bearbeitenden Aufgaben zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch die Motorsteuerung nach Anspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen niedergelegt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 die wesentlichen Bestandteile einer erfindungsgemäßen Motorsteuerung als Blockschaltbild,

Figur 2 und 3 den Aufbau der Synchronliste und der Asynchronliste des Betriebssystems der Motorsteuerung nach Figur 1 und

Figur 4 ein Struktogramm des Betriebssystems der Motorsteuerung nach Figur 1.

Wesentliche Bestandteile einer Motorsteuerung 1 sind ein Rechenteil 2 und ein Echtzeitteil 3 (Figur 1). Der Rechenteil und der Echtzeitteil sind durch ein sog. Zwei- oder Drei-Port-RAM 4, durch mehrere sog. Handshake-Leitungen 5 und durch eine Interrupt-Leitung 6 miteinander verbunden.

An den Echtzeitteil 3 sind mehrere Eingangsleitungen 8 und Ausgangsleitungen 9 angeschlossen. Über die Eingangsleitungen 8 treffen Eingangsgrößen ein, die in dem Echtzeitteil gemessen werden, z.B. Sensorsignale, die die Lage der Kurbelwelle oder der Nockenwelle wiedergeben. Über die Ausgangsleitungen 9 werden Steuersignale an Aktoren ausgegeben, mit denen z.B. die Zündung und die Kraftstoffeinspritzung ausgelöst werden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist der Echtzeitteil 3 zwei Mikroprozessoren des Typs 87C51GB der Firma Intel auf.

An den Rechenteil 2 sind ebenfalls mehrere Eingangsleitungen 10 und Ausgangsleitungen 11 angeschlossen. Über eine Eingangsleitung 10 gelangen z.B. analoge Temperatursignale zu dem Rechenteil und werden in diesem in einem internen

AD-Wandler digitalisiert. Andere Eingangsleitungen 10 sind an einen HSI-Eingang und an Port-Pins des Rechenteils 2 angeschlossen. Über die Ausgangsleitungen 11 werden von einem sogenannten HSO-Ausgang des Rechenteils pulsweitenmodulierte Steuersignale LLFS an den Leerlauffüllungssteller des Motors und Signale TEV an das Tankentlüftungsventil des Fahrzeugs ausgegeben. In der Zeichnung sind die nicht zu der Motorsteuerung 1 gehörenden Fahrzeugs- und Motorbestandteile nicht dargestellt, ebenso nicht der interne Aufbau der verwendeten Prozessoren, da sie den Handbüchern des Herstellers entnommen werden können. Von den Eingangs- und Ausgangsleitungen sind nur einige wenige stellvertretend für die tatsächlich vorhandenen Leitungen dargestellt.

Eine Leitung 14 bildet eine serielle Schnittstelle des Rechenteils 2 und über einen Bus 15 ist dieser mit zwei Speicherbausteinen, einem RAM 16 und einem EPROM 17, verbunden.

Die Aufgabe des Rechenteils in 2 ist es, die - entweder direkt oder über den Echtzeitteil 3 - empfangenen Meßdaten zu erfassen und auszuwerten und darauf basierend Steuersignale für die Zündung, die Einspritzung usw. zu berechnen und über den Echtzeitteil 3 an die entsprechenden Aktoren auszugeben. Um die Arbeiten mit der erforderlichen Genauigkeit und Schnelligkeit erledigen zu können, wird für die Motorsteuerung ein Betriebssystem eingesetzt, das wie nachfolgend beschrieben ausgebildet ist.

Durch das Betriebssystem sind folgende, in abgestufter Priorität abzuarbeitende Gruppen von Arbeitsabläufen festgelegt:

- Anforderungen von Unterbrechungen (Interrupts),
- Zeitverwaltungsaufträge und
- Aktivierung von Arbeitsabläufen.

Dabei ergeben sich fünf sog. Prioritätsebenen, d.h. eine Unterteilung der Arbeitsabläufe in folgende Prioritäts- oder Vorrangstufen für die zu erledigenden Arbeiten oder Tasks, und zwar in absteigender Reihenfolge:

- Interrupts (angeforderte Unterbrechungen)
- Überprüfung auf abgearbeitete (oder abgelaufene) kurze Zeitaufträge ZV_KURZ
- Synchrontasks (Aktivierung von synchronen Arbeitsabläufen)
- Überprüfung auf abgearbeitete (oder abgelaufene) lange Zeitaufträge ZV_LANG, und
- Asynchrontasks (Aktivierung von asynchronen Arbeitsabläufen)

In dem Rechenteil 2 werden vier Quellen für Interrupts benutzt:

- externer Interrupt EXTINT
- HSO-Interrupt
- HSI-Interrupt
- Interrupt für die serielle Schnittstelle.

Der über die Leitung 6 zu dem Rechenteil 2 gelangende externe Interrupt EXTINT wird von dem Echtzeitteil 3 ausgesendet. Sobald sich der Echtzeitteil 2 auf die Bewegung einer Zahnscheibe, die an der Kurbelwelle befestigt ist, synchronisiert hat, wird jedes Kurbelwellen-Segment, d.h. bei einem 6-Zylinder-Motor alle 120° KW- (Kurbelwellenwinkel), ein externer Interrupt EXTINT durchgeführt. Solange der Echtzeitteil 2 noch nicht synchronisiert ist, wird ein EXTINT bei jedem Zahn der Kurbelwellen-Scheibe, d.h. alle 6° Kurbelwellendrehung, aktiviert. Dieser Interrupt oder Unterbrechung EXTINT gibt den Anstoß für einen Berechnungszyklus der Daten für jeweils einen Zylinder.

HSO-Interrupts werden benutzt, um pulsweitenmodulierte Steuersignale für das Tankentlüftungsventil TEV, den Leerlauffüllungssteller LLFS und den Drosselklappen-Istwert DKI zu erzeugen. Zusätzlich wird in einem Zeitraster von 10 ms eine Anforderung für kurze Zeitaufträge ZV_KURZ ausgegeben.

Der HSI-Interrupt wird für die Auswertung des Tachosignals des Kraftfahrzeugs benutzt. Bei dem vorstehend genannten Mikroprozessor 80C196KB wird mit HSI/O (high speed input/output) ein Anschluß für die schnellen Datenein- und -ausgabe bezeichnet.

Die Interrupts für die serielle Schnittstelle dienen dazu, das Senden und Empfangen von Daten zu steuern, die mit externen Entwicklungs- und Anpassungs-, Meß- und Testgeräten ausgetauscht werden.

Die Zeitverwaltung für kurze Zeitaufträge wird wie folgt durchgeführt. Sobald eine Aufgabe oder Task abgearbeitet ist, wird überprüft, ob eine Anforderung für einen kurzen Zeitauftrag ZV_KURZ vorliegt. Ist dies der Fall, so wird die Anforderung aktiviert. Als Aufgabe oder Task wird hier ein Programmteil bezeichnet, der aktiviert wird und nach dessen Abarbeitung wieder in das Betriebssystem zurückgesprungen wird.

Die Zeitverwaltung für kurze Zeitaufträge führt folgende Aufgaben durch:

- Setzen einer Anforderung für eine Zeitverwaltung für lange Zeitaufträge ZV_LANG.
- Inkrementieren eines als interne Systemuhr dienenden Zählers AKZEIT.
- Verwaltung von Zeitaufträgen für kurze Zeiten (10 ms). Hierbei können vorgegebene Funktionen abgearbeitet, z.B. AD-Wandlungen gestartet, Eingangssignale überprüft, Synchrontasks oder Asynchrontasks usw. eingetragen werden.
- Aktivierung einer Diagnosekommunikation im Bedarfsfall.

Die Synchrontasks werden folgendermaßen verwaltet oder abgearbeitet. Im RAM-Speicher 16

ist eine Liste 20 vorgesehen - abgekürzt BERLST_SYNC - , in der die Anfangsadressen der zu aktivierenden Tasks eingetragen werden. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist diese Liste als Ringspeicher aufgebaut und faßt bis zu 32 Einträgen. Für die Liste gibt es zwei Zeiger, einen sog. Eintragszeiger BERLST_E_ZEIG und einen Bearbeitungszeiger BERLST_B_ZEIG. Der Eintragszeiger markiert die Stelle in der Liste, in der die nächste Taskadresse eingetragen wird, der Bearbeitungszeiger zeigt auf die Anfangsadresse der Task, die gerade abgearbeitet oder als nächste aufgerufen wird.

Wird eine Synchrontask eingetragen, so wird eine Statusmarke "Synchronanforderung" gesetzt und die Anfangsadresse in die Stelle der Synchronliste 20 eingetragen, auf die der Eintragszeiger gerade zeigt. Anschließend wird der Eintragszeiger erhöht, und dabei auf den zulässigen Maximalwert - hier 32 - begrenzt.

Der Aufruf einer Task erfolgt, indem sich der Rechenteil 2 den Inhalt der Task-Liste - d.h. die Einsprungsadresse der Task - lädt, auf die der Bearbeitungszeiger verweist, und auf die geladene Adresse springt.

Ist eine Task abgearbeitet worden, so wird der Bearbeitungszeiger erhöht, begrenzt und mit dem Eintragszeiger verglichen. Ist der Wert beider Zeiger gleich, bedeutet dies, daß die Aufträge in der Synchronliste abgearbeitet sind. Die Statusmarke "Synchronanforderung vorhanden" wird zurückgesetzt.

Synchrontasks sind hier diejenigen Programmteile, die in starrer zeitlicher Bindung an die Drehung der Kurbelwelle abgearbeitet werden müssen. Eine Synchrontask kann nur aus dem Synchronteil des Betriebssystems aus aufgerufen werden, ein Eintrag in die Synchronliste kann jedoch von jeder Prioritätsebene aus erfolgen.

Bei der Verwaltung der als Ringspeicher ausgeführten Bearbeitungsliste 20 müssen die Zeiger, um zu vermeiden, daß sie durch ein ständiges Erhöhen über das Listenende hinauslaufen, begrenzt werden. Hierbei wird nach jeder Addition überprüft, ob der jeweilige Zeiger über das Ende der Liste hinausgelaufen ist. Ist dies der Fall, so wird der Zeiger wieder auf den Anfang der Task-Liste gesetzt.

Eine Synchrontask wird mit einem Makrobefehl "Anfangsadresse Synchrontask" START_TASK_SYNC eingetragen.

Die Rücksprungsadresse aus einer Synchrontask in das Betriebssystem lautet immer VON_SYNC.

Die Zeitverwaltung für lange Zeitaufträge wird folgendermaßen durchgeführt. Nach Abarbeitung der Zeitverwaltung für kurze Zeitaufträge und sämtlicher momentan eingetragener Synchrontasks

wird die Zeitverwaltung ZV_LANG aktiviert, sofern eine Anforderung vorhanden ist. Alle 10 ms wird durch die ZV_KURZ eine Anforderung für eine Zeitverwaltung ZV_LANG eingetragen.

Mit niedrigster Priorität werden bei der vorliegenden Motorsteuerung die Asynchrontasks abgearbeitet, d.h., sie werden erst aktiviert, wenn keine Anforderungen von ZV_KURZ, Synchrontasks und ZV_LANG vorhanden sind.

Die Funktionsweise beim Abarbeiten der Asynchrontasks ist gleich der bei den Synchrontasks, es existiert jedoch eine eigene Liste 23 (Figur 3) für die Anfangsadressen der Asynchrontasks - die sog. Bereitliste für Asynchrontasks BERLST_ASY - mit eigenen Bearbeitungszeiger ASYNC_B und Eintragszeiger ASYNC_E.

Ein Eintrag einer Asynchrontask kann aus jeder Prioritätsebene erfolgen und wird mit dem Makrobefehl "Anfangsadresse Asynchrontask" START_TASK ausgeführt.

Ein Rücksprung aus der Asynchrontask in das Betriebssystem muß immer auf die Adresse VON_ASYNC erfolgen.

Die Tasks können sich jeweils in einem von drei Zuständen befinden: "RECHNEND", wenn das Programm in dem Rechenteil 2 abgearbeitet wird; "BEREIT" oder "WARTEND", wenn das Programm angefordert ist, aber noch nicht ausgeführt wird, und "SCHLAFEND" oder "NICHT AKTIV", wenn keiner der ersten beiden Zustände vorliegt.

Die verschiedenen Tasks und Zeitverwaltungen können jederzeit aber nur durch Interrupts unterbrochen werden. Es wird dann der Interrupt-Auftrag abgearbeitet und anschließend wieder die Abarbeitung der begonnenen Task oder Zeitverwaltung fortgesetzt. Für die Tasks und Zeitverwaltungen gilt: ein Auftrag mit höherer Priorität kann erst nach Abarbeitung des momentanen Auftrages - auch wenn dieser eine niedrigere Priorität hat - aktiviert werden.

Die maximale Zeit für die Abarbeitung von Tasks einschließlich der Zeit für die möglicherweise während der Abarbeitung auftretenden Interrupts muß kleiner als 10 ms sein, damit die Zeitverwaltung ZV_LANG fehlerfrei arbeiten kann.

Je kürzer die einzelnen Tasks sind, desto höhere Echtzeit-Anforderungen werden von dem Betriebssystem erfüllt, d.h., desto schneller kann es auf bestimmte kurbelwellensynchrone oder Zeitsynchrone Ereignisse reagieren.

Das vorstehend beschriebene Betriebssystem des Rechenteils 2 der Motorsteuerung 1 ist in Figur 4 in Form eines Struktogramms dargestellt. Das Symbol "<>" bedeutet hierin "nicht gleich" oder "ungleich".

Eine Anfrage 26, ob der Bearbeitungszeiger der Synchronliste ungleich dem Eintragszeiger der Synchronliste ist, entspricht der Abfrage, ob eine

Anforderung für eine Synchrontask vorliegt. Eine Anfrage 27, ob der Bearbeitungszeiger der Asynchrontask ungleich dem (zugehörigen) Eintragszeiger ist, entspricht der Abfrage, ob eine Anforderung für eine Synchrontask vorliegt. Der Inhalt der anderen Kästchen des Struktogramms 25 ist, auch im Hinblick auf die vorstehende Beschreibung, selbst erklärend.

Zusammengefaßt sei die Erfindung wie folgt beschrieben:

Eine Steuerung 1 für einen Kraftfahrzeugmotor enthält einen Rechenteil 2, durch den Meßwerte erfaßt und ausgewertet werden, die Betriebsgrößen des Motors wiedergeben, und Steuersignale für Stellglieder erzeugt werden, die auf den Motorbetrieb einwirken (Zündung, Einspritzung usw.). Ein Betriebssystem steuert die Erfassung und Auswertung der Meßwerte und die Erzeugung von Steuersignalen derart, daß sich kurze Wechselzeiten für die abzuarbeitenden Programme ergeben. Durch das Betriebssystem werden folgende, in abgestufter Priorität abzuarbeitende Gruppen von Arbeitsabläufen festgelegt: Anforderung von Unterbrechungen (Interrupts), Zeitverwaltungsaufträge und Aktivierung von Arbeitsabläufen.

Patentansprüche

1. Motorsteuerung (1) mit einem Rechenteil (2), durch den Betriebsgrößen des Motors wiedergebende Meßwerte erfaßt und ausgewertet und Steuersignale für auf den Motorbetrieb einwirkende Stellglieder erzeugt werden, und mit einem die Erfassung und Auswertung und die Erzeugung von Steuersignalen steuernden Betriebssystem, unter welchem Programme unterschiedlicher Priorität abgearbeitet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch das Betriebssystem folgende, in abgestufter Priorität abzuarbeitende Gruppen von Arbeitsabläufen festgelegt sind:
 - Anforderungen von Unterbrechungen,
 - Zeitverwaltungsaufträge und
 - Aktivierung von Arbeitsabläufen.
2. Motorsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsabläufe in folgende, in absteigender Reihenfolge abzuarbeitende Prioritätsstufen unterteilt sind:
 - Anforderung von Unterbrechungen,
 - Überprüfung auf abgearbeitete kurze Zeitaufträge,
 - Aktivierung von synchronen Arbeitsabläufen,
 - Überprüfung auf abgearbeitete lange Zeitaufträge und

- Aktivierung von asynchronen Arbeitsabläufen.
- der zu aktivierenden asynchronen Arbeitsabläufe gespeichert werden, enthalten sind.
3. Motorsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß folgende Quellen für Anforderungen von Unterbrechungen (Interrupts) vorhanden sind:
 - externe Interrupts (EXTIND);
 - HSO-Interrupts,
 - HSI-Interrupts und
 - Interrupts für serielle Schnittstelle.
 4. Motorsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitverwaltungsaufträge eine Überprüfung auf abgearbeitete kurze Zeitaufträge und eine Überprüfung auf abgearbeitete lange Zeitaufträge einschließen.
 5. Motorsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktivierung von Arbeitsabläufen eine Aktivierung von synchronen und asynchronen Arbeitsabläufen einschließt.
 6. Motorsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Rechenteil (2) Unterbrechungsanforderungen (HSO-Interrupts) ausgegeben werden, aufgrund derer Steuersignale für die Stellglieder erzeugt werden.
 7. Motorsteuerung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Steuersignale der Leerlauffüllungssteller des Motors und gfs. das Tankentlüftungsventil des Kraftfahrzeugs gesteuert werden.
 8. Motorsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Rechenteil (2) Tachosignale empfangen und aufgrund dieser Signale Unterbrechungsanforderungen (HSI-Interrupts) ausgelöst werden, die zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs benutzt werden.
 9. Motorsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Rechenteil (2) Unterbrechungsanforderungen ausgewertet werden, die über eine Diagnoseschnittstelle von externen Geräten empfangen werden und durch die eine Kommunikation mit diesen externen Geräten gesteuert wird.
 10. Motorsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Speicherbereich (RAM 16) aufweist, in dem eine erste Ringspeicherliste (20), in der die Anfangsadressen der zu aktivierenden synchronen Arbeitsabläufe gespeichert werden, und eine zweite Ringspeicherliste (23), in der die Anfangsadressen

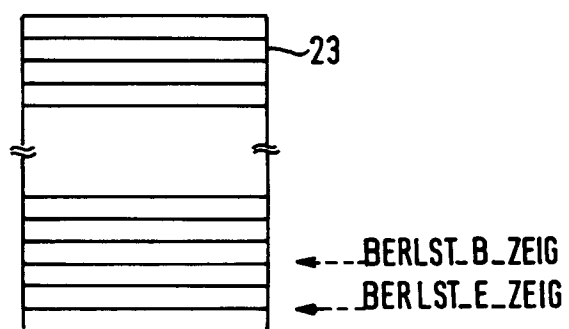
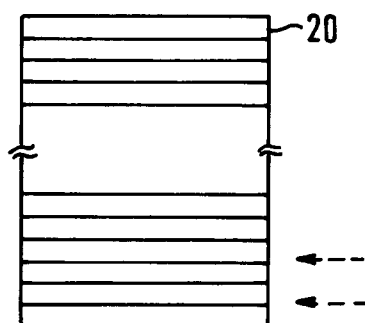
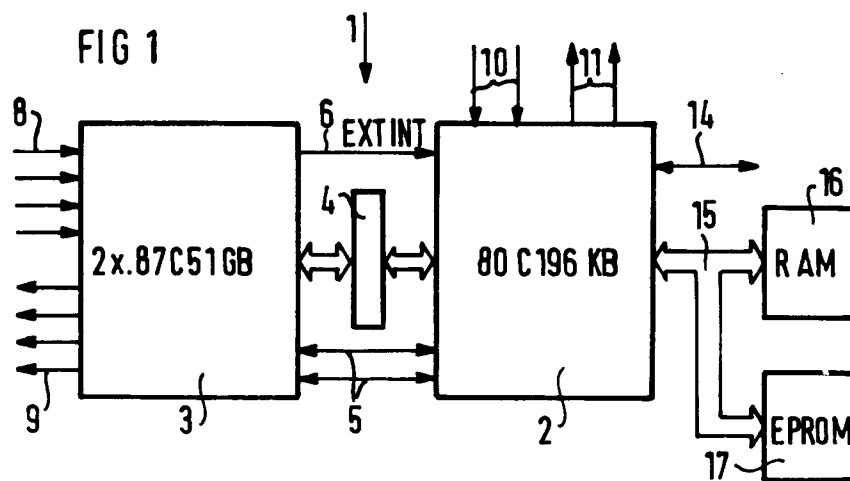
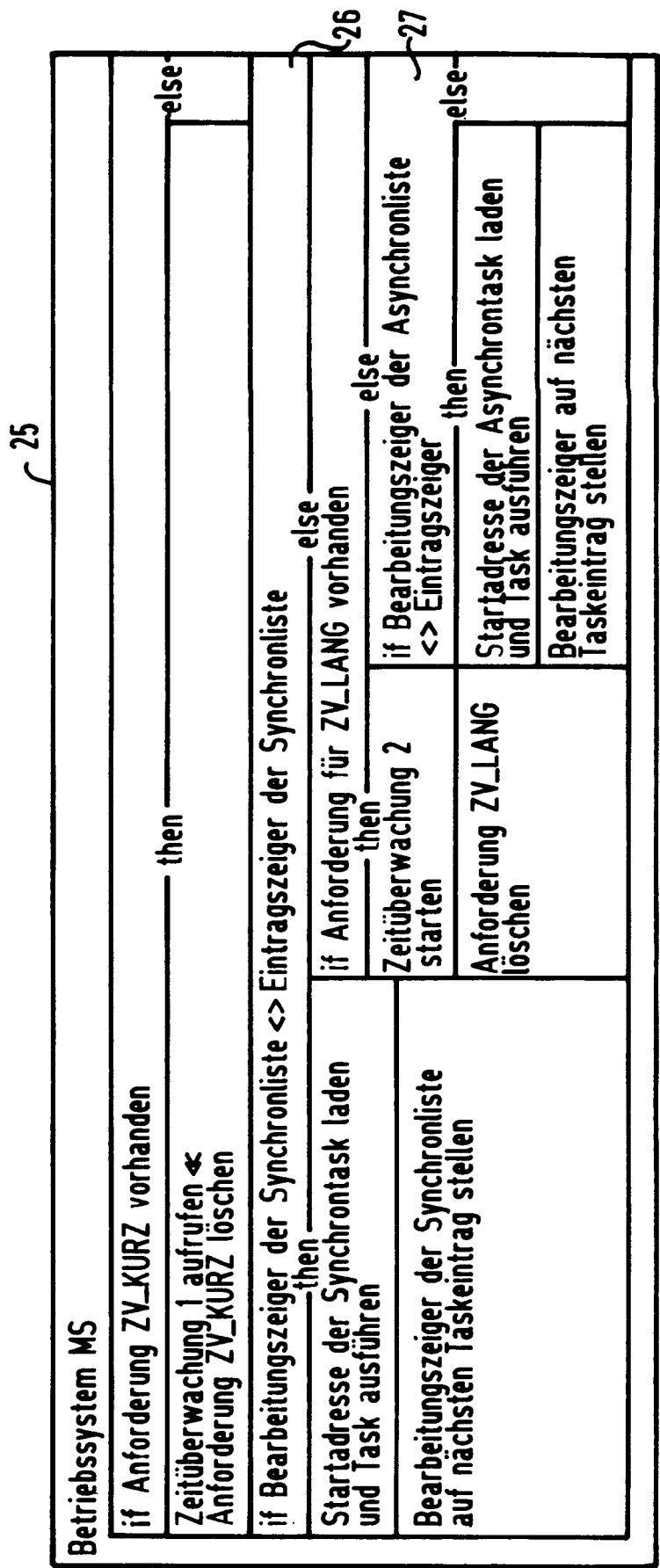


FIG 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 1326

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D,X	DE-A-3 826 526 (ROBERT BOSCH GMBH) * Spalte 1, Zeile 10 - Spalte 5, Zeile 60; Abbildungen *	1,2,4,5	F02D41/26
X	--- US-A-4 347 570 (AKIYAMA ET AL.) * Abbildungen 1-3,14-29 * * Spalte 1, Zeile 51 - Spalte 5, Zeile 32 * * Spalte 13, Zeile 18 - Spalte 17, Zeile 60 *	1-7	
X A	--- US-A-4 355 360 (ASANO ET AL.) * Abbildungen * * Spalte 3, Zeile 50 - Spalte 8, Zeile 40 *	1 6,10	
A	--- US-A-4 956 781 (CALVIRD, II ET AL.) * Abbildungen * * Spalte 1, Zeile 30 - Spalte 7, Zeile 14 *	1-3,10	
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 310 (M-1144)8. August 1991 & JP-A-31 14 941 (MAZDA MOTOR CORP.) 16. Mai 1991 * Zusammenfassung *	9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) F02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28 SEPTEMBER 1993	Prüfer LAPEYRONNIE P.F.J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			