(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 08 062 T2** 2004.04.08

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 996 063 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 08 062.2**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 402 581.5**
(96) Europäischer Anmeldetag: **19.10.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.04.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **21.05.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.04.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G06F 11/18**
G06F 19/00

(30) Unionspriorität:
9813056 **19.10.1998** **FR**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE, CH, DE, FR, GB, IT, LI, NL, SE

(73) Patentinhaber:
Ela Medical, Montrouge, FR

(72) Erfinder:
Legay, Thierry, 91640 Fontenay les Briis, FR

(74) Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg, Geissler, 81679 München

(54) Bezeichnung: **Aktive implantierbare medizinische Vorrichtung mit geschützten Registern zur digitalen Anpassung von Arbeitsparametern**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen die "aktiven medizinischen Vorrichtungen". Es kann sich um implantierbare Vorrichtungen handeln, wie z. B. definiert durch die Direktive 90/385/CEE vom 20. Juni 1990 des Rates der Europäischen Gemeinschaft – Herzschrittmacher, Defibrillatoren und/oder Kardioverter, neurologische Apparate, Diffusionspumpen für medizinische Substanzen, kochleäre Implantate usw. – oder nicht implantierbare, d. h. getragen durch den Patienten – insbesondere die Holter-Aufzeichnungsvorrichtungen, d. h. Vorrichtungen, welche es erlauben, kontinuierlich und über eine lange Periode Signale aufzuzeichnen, die mittels implantierter Elektroden oder externer Elektroden aufgenommen werden.
[0002] In diesen Vorrichtungen, wie bei vielen anderen elektronischen Vorrichtungen, ist es nötig, eine bestimmte Anzahl von Funktionsparametern zu regeln und zu speichern.
[0003] Unter diesen Parametern findet man zuallererst Parameter technischer Natur, im Allgemeinen eingestellt bei der Produktion im Moment der Kalibrierung der Vorrichtung (Spannungs- oder Stromreferenzwerte, Frequenz eines Oszillators, Verstärkerfaktor, usw.). Tatsächlich erfordert es die Konzeption der Schaltungen der Vorrichtung häufig, dass das Funktionieren der Hardware-Schaltungen eingestellt wird, um ein optimales Verhalten zu erhalten. Diese Einstellungen können realisiert werden auf diverse Weisen, z. B. durch Einstellung von Widerständen durch Sandstrahlen oder Laser-Gravur; häufiger hat die Verallgemeinerung der Elektronik mit geschalteten Kapazitäten und mit digitaler Verarbeitung das Problem der Einstellung mit dem Erhalten eines numerischen Codes auf N Bits mit sich gebracht, welcher, wenn er einmal erhalten ist, verwendet wird über Digital/Analog-Konverter oder auch um logische Schalter einer Leiter von Kapazitäten zu bedienen, oder auch als Variable in einer Software. Eine derartige Technik ist z. B. offenbart in der EP-A-0 661 657 (ELA Medical).
[0004] Andere Parameter werden später eingestellt.
[0005] In dem besonderen Fall einer implantierbaren aktiven medizinischen Vorrichtung können bestimmte Parameter so eingestellt werden nach Implantation durch den Arzt, z. B. um die Prothese an dem Patienten unter einem physiologischen Aspekt anzupassen. Diese Parameter werden das Verhalten der diversen Algorithmen der Steuerungssoftware der medizinischen Vorrichtung konditionieren, z. B. für die Abgabe von Stimulationsimpulsen oder Defibrillationsschocks im Fall einer Herzprothese.
[0006] Diese diversen Parameter haben als gemeinsame Eigenschaft, permanente Parameter zu sein (d. h. einmal eingestellt für alle Zeiten) oder quasi-permanente und definiert zu sein in Form digitaler Codes über N Bits (wobei die Zahl N von Bits variieren kann in Abhängigkeit des betrachteten Parameters).
[0007] Diese numerischen Codes werden also gespeichert in Permanent-Speichern, die vom Typ Einbrenn-ROM, EPROM, E^2PROM, Flash oder auch gesicherte RAM sein können. Jeder dieser Speichertypen besitzt seine eigenen Vorteile und Nachteile und vor allem eine mehr oder weniger große Fähigkeit, die Information dauerhaft zu speichern. Der RAM, der die größte Eignung zum Beschreiben besitzt, weist auch ein größeres Risiko des Verlusts oder der Verfälschung der Information auf seltene Ereignisse hin auf, wie z. B. den Schwerioneneinfall, wie die Alpha-Teilchen oder elektrische parasitäre Effekte, die erzeugt werden können z. B. in der Folge einer Aussetzung gegenüber einem elektromagnetischen Impulsstrahlungsfeld starker Intensität.
[0008] Die Speicher vom Typ ROM, EPROM, E^2PROM oder Flash sind von Haus aus gut geschützt gegen diese Risiken der Veränderung, aber sie weisen für eine aktive medizinische Vorrichtung einen zweifachen Nachteil auf:

– einerseits, vom Gesichtspunkt der Topologie der Schaltungen, sind diese Speicher physisch nicht lokalisiert dort, wo der Wert, den sie speichern, verwendet wird, und nebenbei bemerkt sind sie architektonisch organisiert in einer allgemeinen Weise im Speicherplan, welcher den individuellen Zugriff verbietet, direkt und permanent auf die Information, während die eingestellte analoge Funktion diese Information permanent benötigt;
– andererseits verbraucht das Lesen dieser Speicher Energie, ein kritischer Parameter für implantierbare Prothesen, und, viel allgemeiner, für die Vorrichtungen, welche durch eine Batterie versorgt werden, welche einen permanenten Zugriff auf die Einstellinformation der analogen Funktion verhindert, welche in diesen Speichern gespeichert ist, aus offensichtlichen Energieverbrauchsgründen.

[0009] Diese Schwierigkeiten haben dazu geführt, die fraglichen Informationen in Registern des Typs RAM oder logischen elektronischen Kippschaltungen zu speichern, die im Inneren des Moduls lokalisien sind, welches sie verwendet, somit topologisch nahe bei dem Ort der Funktion, welche sie abgleichen, und permanent sowie mit sehr geringem Verbrauch lesbar.
[0010] Weil diese Register von Natur aus flüchtige Register sind, muss man dem Risiko der zufälligen Löschung der Daten Rechnung tragen, mit zwei Problemen:

– Überwachung der gespeicherten Information in den Registern, um davon die Integrität zu kontrollieren, und dies mit einem vernachlässigbaren Verbrauch sowie in sofortiger oder quasi-sofortiger Weise; und

– Korrektur, gleichermaßen sofort oder quasi sofort der beschädigten Daten im Falle einer zufälligen Veränderung.

[0011] Es sind viele Systeme vorgeschlagen worden, die auf einer redundanten Kodierung und/oder Auto-Korrektur der Information beruhen, z. B. des Typs CRC oder analog, siehe z. B. das Dokument US-A-5,792,201. Jedoch weist diese Technik den doppelten Nachteil auf, ein quasi-permanentes Durchgehen oder Analyse der Information zu benötigen, was somit einen bedeutenden Energieverbrauch nach sich zieht, und andererseits das Auftreten eines unbestimmten Zustands der Information während der Zeit, welche die Detektion des Fehlers und seine Korrektur trennt, ein Nachteil, der nicht zulässig ist im Fall von aktiven medizinischen Vorrichtungen, wie z. B. Herzschrittmacher, bei welchen die Kontinuität einer korrekten Funktion in allen Umstanden gewährleistet sein muss.

[0012] Die Erfindung stellt eine Lösung für diese Probleme bereit, indem sie eine aktive medizinische Vorrichtung vorschlägt, welche zumindest ein Modul aufweist für das Bereitstellen einer Funktion der Vorrichtung, wobei dieses Modul eine spezifische Schaltung umfasst für die Funktion und deren einer Parameter einstellbar ist in Form eines digitalen Wortes von N Bits, wobei die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet ist, dass jedes der Module umfasst: zumindest drei Register des flüchtigen Typs von N Bits, wobei jedes das digitale Wort speichert; eine größere Schaltung, welche am Eingang die Inhalte der Register empfängt und am Ausgang der spezifischen Schaltung den resultierenden Wert als Einstellparameter abliefert; Komparatormittel, um die jeweiligen Inhalte der Register zu vergleichen und ein Anomalie-Signal zu produzieren im Fall der Diskordanz zwischen diesen Inhalten.

[0013] Wenn die aktive medizinische Vorrichtung eine Vorrichtung mit Mikrocontroller ist, kann das Anomalie-Signal ein Interrupt-Signal sein, welches dem Mikrocontroller zugeführt wird; Im Fall einer Mehrzahl von Modulen werden die jeweiligen Interrupt-Signale dem Mikrocontroller über Mittel zum Multiplexen, Kodieren und Verwalten der Prioritäten dieser Interrupts zugeführt.

[0014] Sehr vorteilhafterweise sind des Weiteren Mittel vorgesehen zum Wiederherstellen des Inhalts des oder der veränderten Register im Fall der Diskordanz, detektiert durch die Komparatormittel. Diese Mittel können insbesondere Mittel sein zum Suchen eines übereinstimmenden Werts unter einer Mehrzahl von Registern und Zurückkopieren dieses Werts in das veränderte Register, oder auch, wenn der Wert des Parameters gleichermaßen gespeichert wird in einem nicht-flüchtigen Speicher außerhalb des Moduls, Mittel zum Zurückkopieren in das veränderte Register oder auch in alle Register, des gelesenen Werts in diesen externen nichtflüchtigen Speicher.

[0015] Nunmehr wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen.

[0016] **Fig.** 1 repräsentiert, in Form eines Blockschemas, die prinzipiellen Elemente einer aktiven medizinischen Vorrichtung, welche die Korrektur- und Überwachungsschaltung gemäß der Erfindung beinhaltet.

[0017] **Fig.** 2 zeigt detaillierter den Aufbau einer der Blöcke, referenziert mit **26** der **Fig.** 1.

[0018] Die aktive medizinische Vorrichtung wird gebildet im Wesentlichen aus einem Mikrocontroller **10** und aus einem ASIC **12**, enthaltend die diversen Funktionen zum Konfigurieren durch geschützte Register.

[0019] Sie kann eventuell einen Speicher zur nicht-flüchtigen Speicherung **14** enthalten, wie z. B. einen E^2PROM, der extern sein kann, wie dargestellt, oder auch intern im Mikrocontroller **10**.

[0020] Der Mikrocontroller **10** umfasst, in herkömmlicher Weise, einen Festspeicher ROM **16** und einen lebendigen Speicher RAM **18**, und er kommuniziert mit dem ASIC **12**, und, sofern zutreffend, mit dem E^2PROM **14** über einen Adressen- und Datenbus **20**. Er verfügt des Weiteren über einen Eingang IT_{in} **22**, dessen Rolle später erklärt werden wird.

[0021] Der ASIC **12** umfasst eine bestimmte Anzahl von Modulen **24**, dessen jedes einer bestimmten Funktion entspricht, deren Parameter einstellbar ist, z. B.:

– Verstärker mit einstellbarer Verstärkung,
– Oszillator mit einstellbarer Frequenz,
– Verarbeitungszug der Beschleunigung, im Fall einer Servo-Vorrichtung,
– Stimulationsstufe mit programmierbarer Konfiguration (Konfiguration der Elektroden für einen Mehrstellen-Stimulator, Konfiguration der zu applizierenden Stöße für einen Defibrillator).

[0022] Man kann ebenso in gleicher Weise Daten speichern, die kritisch sind für das Funktionieren der Vorrichtung, z. B. die Modellnummer, die eine unverzichtbare Größe ist, insbesondere für die Wiedererkennung der Vorrichtung durch einen externen Programmierer.

[0023] Diese diversen Module **24** sind jedes verbunden mit einem Block **26**, welcher die N Bits speichert (wobei N eine variable Zahl ist gemäß der betrachteten Funktion), die notwendig sind für die Einstellung des Moduls **24**.

[0024] Die Einstellungsbits, organisiert in Worten von N Bits, werden gespeichert in dreifacher Weise in identischen Registern **28**, deren Architektur identisch ist von einem Block **26** zu dem anderen, welche sich aber

unterscheiden in der Größe gemäß der Zahl N von Einstellungsbits entsprechend dem assoziierten Modul **24** (die **Fig.** 2 illustriert also ein Beispiel des Blocks **26** in dem Fall, dass N = 4).

[0025] Die Zahl drei als die Zahl der Register **28** ist nicht limitierend, und eine größere Zahl kann in Betracht gezogen werden, vorzugsweise (aber nicht notwendigerweise) eine ungerade Zahl.

[0026] Ursprünglich und unter normalen Funktionsbedingungen speichern die drei Register **28** eines selben Blocks **26** dieselbe Information.

[0027] Jedes der Bits jedes der drei Register **28** eines selben Blocks **26** wird zugeführt, einerseits, einem der drei Eingänge einer jeweiligen Mehrheitsschaltung **30** und, andererseits, an den einen der drei Eingänge eines jeweiligen Gatters **32**, welches die Funktion (DIFFERENZ) realisiert (Ausgang "falsch" dann und nur dann, wenn die drei Eingänge identisch sind (alle "0" oder alle "1") und Ausgabe "wahr" im gegenteiligen Fall).

[0028] Zur Gedächtnisstütze ist die Wahrheitstabelle einer Mehrheitsschaltung mit drei Eingängen A, B und C die folgende:

A	B	C	Mehrheit
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

[0029] Die Wahrheitstabelle einer DIFFERENZ-Schaltung mit drei Eingängen A, B und C ihrerseits ist die folgende:

A	B	C	Differenz
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

[0030] Die Ausgänge der Mehrheitsschaltungen **30** werden einem Register Reg Adj **34** zugeführt, welches die Einstellung der Funktion des Moduls **24** erlaubt, welches den betrachteten Block **26** zugeordnet ist. Wenn somit eine Veränderung auftritt in einem der drei Register **28**, wird keine Konsequenz gesehen durch die eingestellte Funktion.

[0031] Diese Mehrheitsschaltungen garantieren somit die Integrität des Systems, selbst wenn eines der Register gerade verändert wurde, denn in diesem Fall werden die beiden anderen Register identisch verbleiben,

und ihr Wert wird durch den Mehrheitsschaltkreis **30** zur Kenntnis genommen, derart, dass keine Konsequenz der eingetretenen Veränderung durch die eingestellte Funktion gesehen wird.

[0032] Die DIFFERENZ-Gatter **32**, indem sie Bit für Bit die drei Register **28** vergleichen, überwachen, dass diese drei Register **28** immer identisch sind. Wenn dieses der Fall ist (normale Situation), sind die Gatter **32** im inaktiven Zustand (der Verbrauch ist somit null, obwohl die Überwachung permanent ist); im Fall, dass eine Differenz auftritt zwischen den drei Registern auf einem der Bits, tritt das entsprechende DIFFERENZ-Gatter **32** in den aktiven Zustand, was somit die Veränderung eines der Register ans Licht bringt.

[0033] Die Schaltung wird die Detektion einer derartigen Veränderung in der folgenden Weise behandeln.

[0034] Die Ausgänge der DIFFERENZ-Gatter **32** jedes Blocks **26** sind verbunden mit den einen der Eingänge eines gemeinsamen ODER-Gatters **36** mit N Eingängen (so viele Eingänge wie in jedem der Register **28**), welches am Ausgang ein Signal produziert, welches erlaubt, eine Interrupt-Anforderung in Richtung des Mikrocontrollers zu schicken.

[0035] Somit ist für jede Funktion eine einzige Leitung notwendig, um eine Interrupt-Anforderung zu schicken, die für die Einstellung des entsprechenden Moduls eigen ist, welches Bit auch immer in den drei Registern **28** geändert worden ist.

[0036] Die Gesamtheit der Interrupt-Anforderungen IT_1, IT_2, ... wird zusammengefasst und verarbeitet durch zwei Funktionen:

– ein ODER-Gatter **38** mit k Eingängen fasst alle Interrupt-Anforderungen zusammen und sein Ausgang ist schnittstellenmäßig verbunden mit dem Interrupt-Eingang **22** des Mikrocontrollers **10**;

– ein Block **40** mit k Eingängen hat als Funktion, die Zahl des Interrupts zu berechnen, der hergestellt wurde, und ihn in ein Register Reg Num **42** zu schreiben, auf welches in Lesezugriff zugegriffen werden kann in dem globalen System über den Bus **20**; wenn mehrere Interrupts zur selben Zeit erzeugt werden, speichert der Block **40** jede der Anfragen und schreibt in das Register **42** die Zahl des zu verarbeitenden Interrupts ein, abhängig von vordefinierten Prioritäten.

[0037] Der Mikrocontroller **10** führt auf Empfang einer Interrupt-Anforderung $IT_{in}22$ dann ein spezifisches Programm durch, welches in dem ROM **16** oder dem RAM **18** enthalten sein kann, um das Beschädigungsproblem des Registers zu behandeln, welches gerade entstanden ist. Um zu wissen, welche Einstellung gerade verrändert wurde, genügt es ihm, das Register Reg Num **42** zu lesen, um seine Nummer und somit die Adresse des (der) veränderten Registers) **28** zu erhalten.

[0038] Zwei Betriebsweisen können vorgesehen sein, je nach dem, ob das System eine nicht-flüchtige Speicherungseinheit **14** besitzt oder nicht, in welcher sich ebenso die Werte der Einstellungsparameter gespeichert finden.

[0039] In einem ersten Fall, in Abwesenheit einer nicht-flüchtigen Speicherungseinheit, d. h., wenn die Werte der Parameter ausschließlich in den Registern **28** gespeichert werden, liest der Mikrocontroller die drei Register **28** entsprechend der Interrupt-Zahl, die durch das Register **42** angegeben wird, und überprüft, dass mindestens eines der Register **28** von dreien identisch ist. Er schreibt in diesem Fall das dritte Register, welches identisch mit den beiden anderen ist, wieder; wenn die drei Register verschieden sind, wird ein Kompromisswert in die drei Register eingeschrieben.

[0040] Wenn dagegen der Einstell-Parameter eingeschrieben wird in einen nichtflüchtigen Speicher, wie z. B. **14**, dann liest der Mikrocontroller den Einstell-Referenzwert, der durch seine Interrupt-Zahl signalisiert wird, in diesem nichtflüchtigen Speicher und schreibt diesen Wert wiederum in die drei betreffenden Register **28** (man sieht in diesem Fall einen maskierbaren Interrupt vor).

[0041] In einer Variante, anstatt spezifisch dasjenige der Register zu korrigieren, welches verändert worden ist, kann man die Gesamtheit der Register **28** jedes Mal von neuem schreiben, wenn eine Änderung detektiert worden ist. Diese Art vorzugehen vermeidet den Rückgriff auf Schaltungen zur Kodierung der Interrupts und zur Verwaltung der Prioritäten **40** und **42**; es ist jedoch notwendig, in diesem Fall, einen maskierbaren Interrupt während der gesamten Dauer der Korrektur vorzusehen.

[0042] Nebenbei sei bemerkt, dass, wenn man in einem nicht-flüchtigen Speicher die Einstellparameter konserviert, das System nicht nur die Verfälschung der Daten durch parasitäre Phänomene behandeln kann, sondern auch die transienten Versorgungsverluste.

[0043] Wenn der Mikrocontroller den Korrekturschritt erreicht hat, stellt er die Überwachung des Systems wieder her unter von neuem Freigeben der Interrupt-Leitung **22**, die für den Schutz der Einstellungen beeinträchtigt ist. Wenn mehrere Anforderungen simultan gespeichert worden wären, nachdem der Mikrocontroller die prioritäre Anfrage verarbeitet hat, erzeugt das Schutzsystem seit der Wiederfreigabe von neuem eine Anforderung mit einer unterschiedlichen Zahl in dem Register Reg Num **42**.

[0044] Wie man verstanden haben wird, wird diese Korrektur, verwaltet durch einen einfachen Interrupt (prioritär) des Mikroprozessors, sehr schnell bedient, typischerweise in einigen Millisekunden, eine sehr kurze Zeit, welche es erlaubt, das physiologische Verhalten der aktiven medizinischen Vorrichtung nicht zu beeinträchtigen.

[0045] Es sei des Weiteren angemerkt, dass die Integrität des Systems garantiert ist selbst während der (sehr kurzen) Phase der Korrektur durch den Mikroprozessor der verfälschten Daten, dank der Mehrheitsschaltung **30**, welche weiterhin dem Modul **24** den korrekten Wert zuführt, der in den nicht veränderten Registern enthalten ist.

Patentansprüche

1. Aktive medizinische Vorrichtung, aufweisend zumindest ein Modul (**12**) für das Realisieren einer Funktion der Vorrichtung, wobei dieses Modul eine für die Funktion spezifische Schaltung (**24**) aufweist und wovon ein Parameter in Form eines numerischen Wortes von N Bits einstellbar ist, wobei die Vorrichtung **dadurch gekennzeichnet** ist, dass jedes der Module aufweist:
– zumindest drei Register (**28**) des volatilen Typs von N Bits, wovon jedes das numerische Wort speichert,
– eine Hauptschaltung (**30**), welche am Eingang die Inhalte der Register empfängt und am Ausgang zur spezifischen Schaltung (**24**) den resultierenden Wert als Einstellparameter liefert, und
– Komparatormittel (**32**, **36**), um die jeweiligen Inhalte der Register zu vergleichen und ein Anomalie-Signal (IT_1, IT_2, ... IT_l ... IT_k) zu erzeugen im Fall einer Ungleichheit zwischen diesen Inhalten.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die aktive medizinische Vorrichtung eine Vorrichtung mit Mikrocontroller (**10**) ist und das Anomalie-Signal ein Unterbrechungssignal ist, das an den Mikrocontroller angelegt wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, welches eine Mehrzahl der Module aufweist, und bei welcher die jeweiligen Unterbrechungssignale an den Mikrocontroller über Mittel (**38**, **40**, **42**) angelegt werden, um die Prioritäten dieser Unterbrechungen zu multiplexen, zu codieren und zu verwalten.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, welche darüber hinaus Wiederherstellungsmittel des Inhaltes oder des oder der geänderten Register im Fall einer durch die Komparatormittel detektierten Ungleichheit aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 4 in Kombination, bei welcher die Wiederherstellungsmittel Mittel sind, um einen Konkordanzwert zwischen einer Mehrzahl von Registern zu suchen und um diesen Wert in das geänderte Register zurückzukopieren.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei welcher der Wert des Parameters auch in einem nicht volatilen Speicher (**14**) aufbewahrt wird außerhalb des Moduls (**12**) und die Wiederherstellungsmittel Mittel sind, um in das geänderte Register den Wert zu kopieren, der in diesem nicht volatilen externen Speicher gelesen wird.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, bei welcher die Wiederherstellungsmittel den Wert in alle Register kopieren, der in dem nicht volatilen externen Speicher gelesen wurde.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG_1

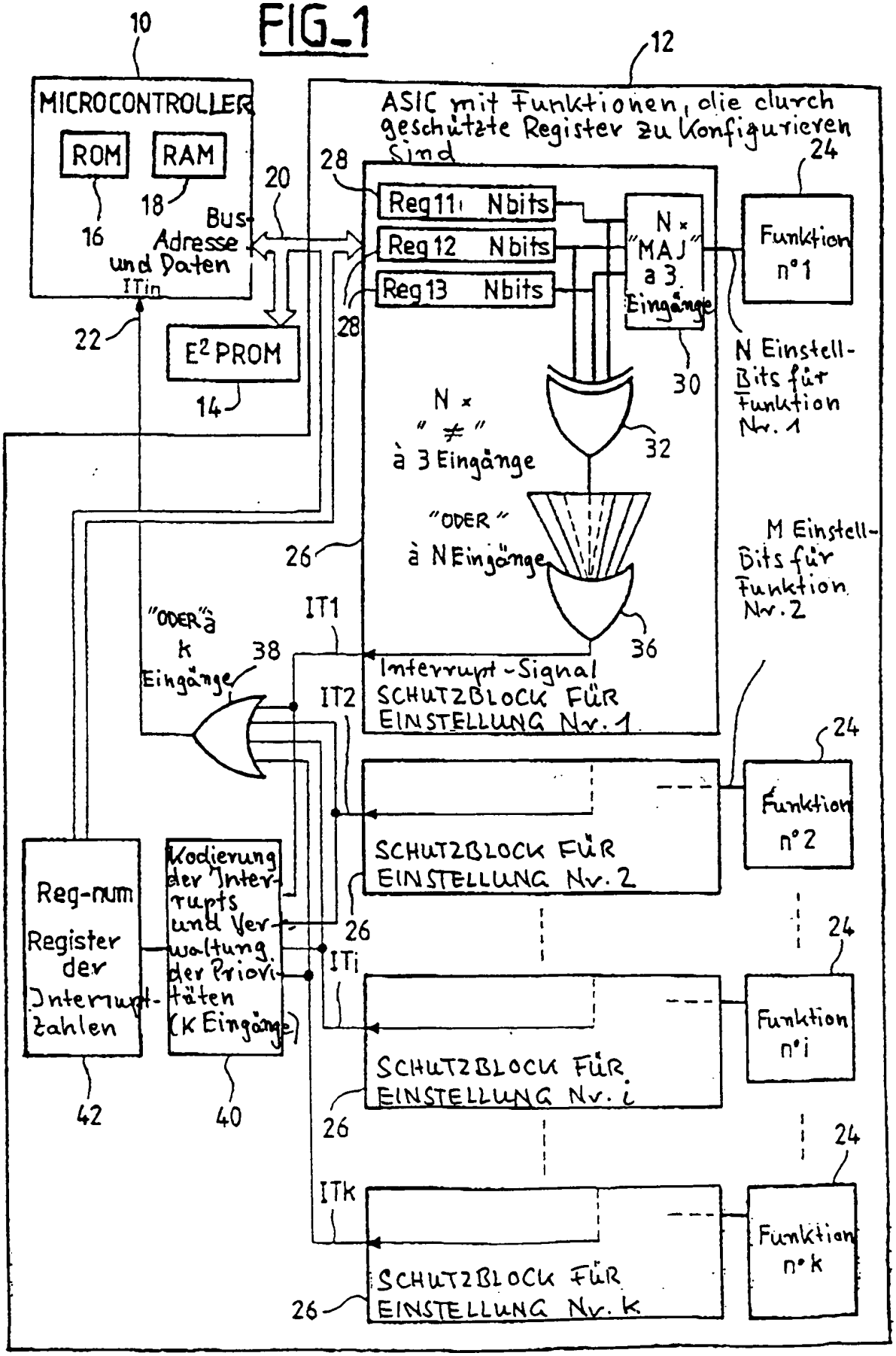
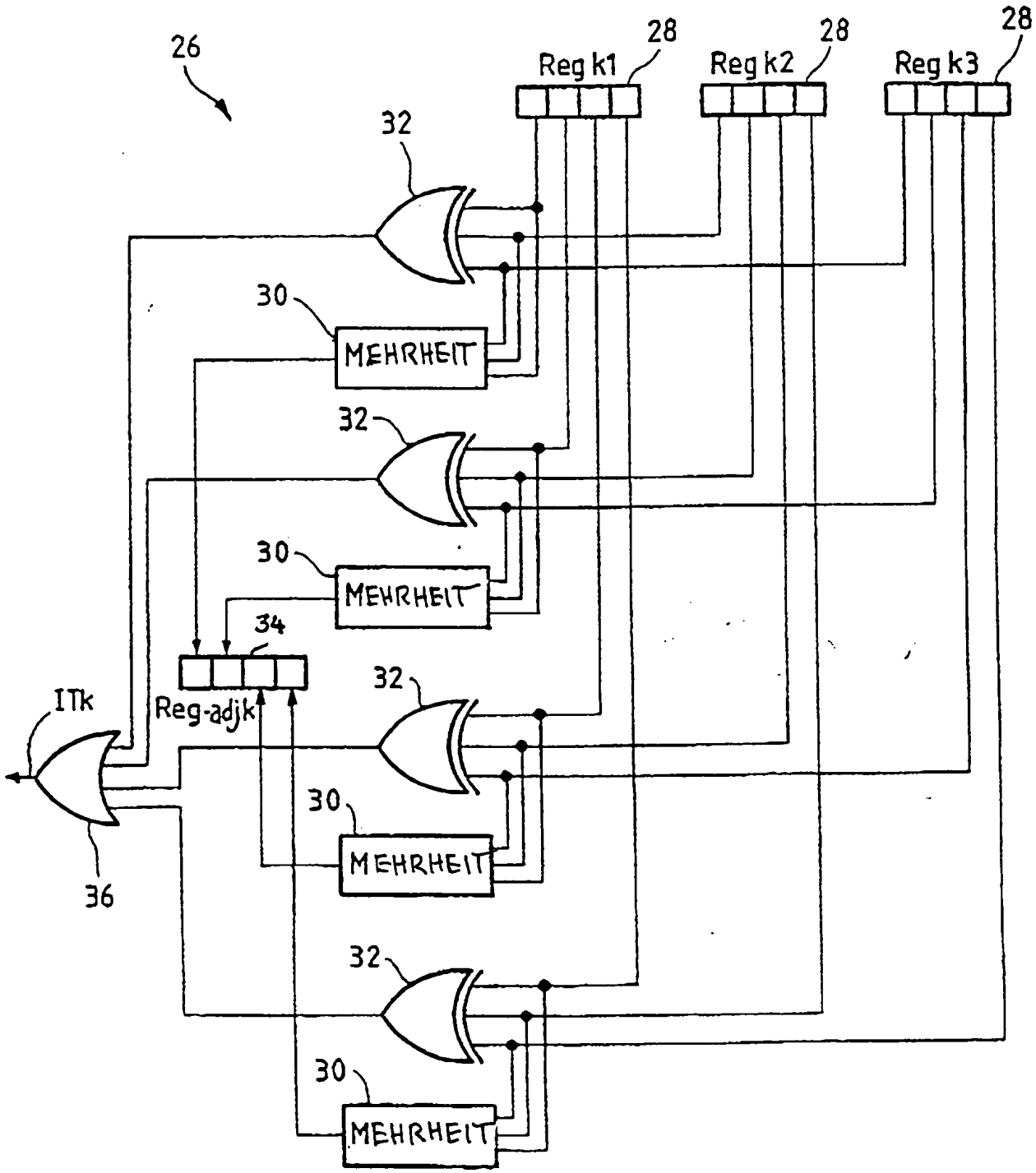


FIG_2


26
28
Reg k1
28
Reg k2
28
Reg k3
32
30
MEHRHEIT
32
30
MEHRHEIT
34
Reg-adjk
ITk
32
30
MEHRHEIT
36
32
30
MEHRHEIT