



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.03.2002 Patentblatt 2002/13**

(51) Int Cl.7: **G08G 5/00**

(21) Anmeldenummer: **01113067.1**

(22) Anmeldetag: **29.05.2001**

(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**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

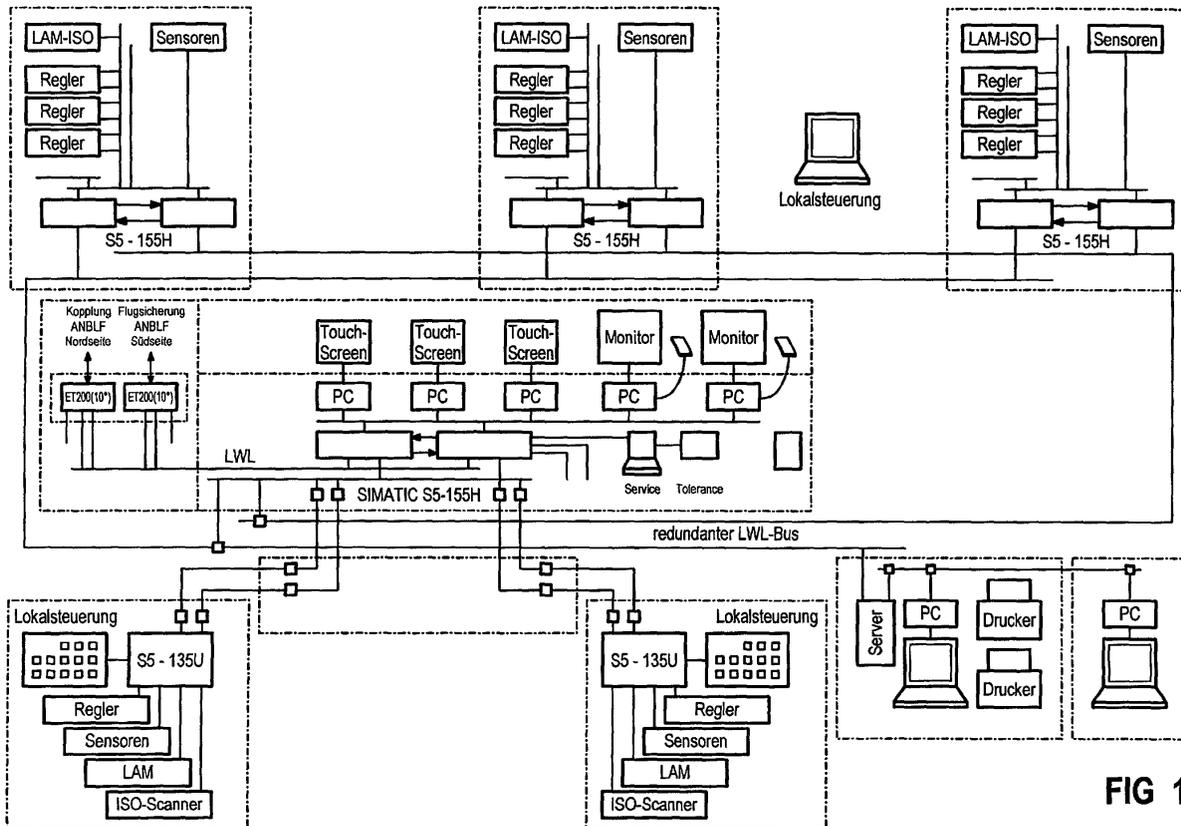
(72) Erfinder:  
• **Bete, Manfred  
D-91054 Erlangen (DE)**  
• **Schmidt, Helmut  
D-91341 Röttenbach (DE)**

(30) Priorität: **30.05.2000 DE 10026923**

(54) **Leitsystem für Flugplatzbefeuerungsanlagen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leitsystem für Flugplatzbefeuerungsanlagen zum Steuern, Regeln und/oder Überwachen von Aktorik- und/oder Sensorikerelementen von Flugplatzbefeuerungsgeräten, umfassend eine zentrale redundante Steuereinrichtung,

an welche Ein- und Ausgabeeinrichtungen und mittels wenigstens einer Schnittstelle über ein redundant ausgebildetes Bussystem wenigstens eine dezentrale, mit den Aktorik- und/oder Sensorikerelementen von Flugplatzbefeuerungsgeräten verbindbare Steuereinrichtung anschließbar ist.



**FIG 1**

EP 1 191 502 A1

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leitsystem für Flugplatzbefeuerungsanlagen zum Steuern, Regeln und/oder Überwachen von Aktorik- und/oder Sensorikerelementen von Flugplatzbefeuerungsgeräten.

**[0002]** Befeuerungsanlagen umfassen alle lichttechnischen Hilfen, die einen sicheren Flugbetrieb und ein Rollen von Luftfahrzeugen im Bereich eines Flughafens bei Dunkelheit und/oder schlechter Sicht gewährleisten. Dabei wird unter anderem zwischen Anflugbefeuerung, Gleitwinkelfeuer, Seitenreihenfeuer, Schwellenfeuer, Start- und Landebahnfeuer, Rollbahnfeuer, Kennfeuer, Gefahrenfeuer, Hindernisfeuer und Drehfeuer unterschieden.

**[0003]** Nach internationalen Richtlinien und Empfehlungen müssen Flugplätze für den Betrieb bei Nacht oder schlechter Sicht mit Flugplatzbefeuerungssystemen ausgerüstet sein. Beim Anflug, bei der Landung, beim Start und während des Rollens dienen Befeuerungsgeräte dem Piloten als optische Navigationshilfe. Befeuerungsanlagen für Großflughäfen umfassen verschiedene Befeuerungsgeräte, die der Markierung des Anflugsektors, der Start- und Landebahnen, der Rollbahnen und Vorfelder dienen. Des Weiteren werden Zusatzeinrichtungen eingesetzt, beispielsweise Rollbahnwegweiser, Einparkhilfen, Windrichtungsanzeiger und dergleichen. Sowohl die Geräte als auch die Anlagen sind getrennt schaltbar, wobei auch jede einzelne Anlage unterschiedlich schaltbare Befeuerungsgeräte umfassen kann. So umfasst die Anflug-Befeuerung beispielsweise Anflug-Blitzfeuer zur optischen Hervorhebung von Anflug-Mittellinie und Schwelle, Hochleistungsfeuer für Anflug, Schwelle und Startbahnende, Präzisions-Anflug-Gleitwinkelfeuer für hohe Lichtleistungen und scharfen Rot-Weiß-Übergang und dergleichen.

**[0004]** Die einzelnen Befeuerungsanlagen erstrecken sich in der Regel über mehrere Kilometer und erfordern ein dementsprechendes Kabelnetz. Die einzelnen Befeuerungsgeräte werden üblicherweise seriell betrieben, um Intensitätsunterschiede der angeschlossenen Befeuerungsgeräte am Leitungsanfang und Leitungsende auszuschließen, die bei parallelbetriebenen Befeuerungsgeräten aufgrund des bei diesen Kabellängen gegebenen hohen Spannungsabfalls gegeben wären. Um eine Unterbrechung des durch die in Serie geschalteten Verbraucher gebildeten Serienstromkreises bei Ausfall eines einzigen Verbrauchers, d.h. einer Lampe, zu verhindern, werden die einzelnen Lampen jeweils über einen Lampen- oder Serienkreistransformator versorgt. Die Lampentransformatoren zum Speisen der Lichtquellen der Befeuerungsgeräte werden im Serienkreis in Reihe geschaltet und mit einem konstanten Strom betrieben. Die Transformatoren haben daher Stromwandlercharakter mit einem festen, vorgebbaren Stromübersetzungsverhältnis.

**[0005]** Die Lichtstärke der Befeuerungsanlagen muss jederzeit an die bei Start oder Landung der Flugzeuge herrschenden Sichtverhältnisse angepasst werden können. Die Einstellung der Lichtstärke wird dabei mittels Steuer- und Reglereinrichtungen vorgenommen, die seitens der Befeuerungsanlagen neben Lampen als Befeuerungsgeräte zur Verfügung stehen. Ein einmal eingestellter Intensitätswert muss dabei unabhängig von Netzspannungsschwankungen oder dem Ausfall einzelner Lampen im Serienkreis konstant gehalten werden. Zur Konstanthaltung des Stromes in Serienkreisen von Befeuerungsanlagen auf Flugplätzen werden dabei Konstantstromregler eingesetzt, die neben den obigen Forderungen internationale Richtlinien und Empfehlungen und insbesondere landesspezifische Auflagen erfüllen müssen. Neben diesen Steuer- und Reglereinrichtungen umfassen Befeuerungsanlagen als Befeuerungsgeräte darüber hinaus Lampenausfallmelde- und/oder Isolationsüberwachungseinrichtungen. Lampenausfallmeldeeinrichtungen sorgen dafür, dass der Ausfall von Lampen in Befeuerungsanlagen erkannt und beseitigt werden kann. In der Regel werden unabhängig vom Serienkreisstrom und dessen Kurvenform die einzelnen Lampenausfälle in Thyristor geregelten Serienkreisen erkannt und gemeldet. Die üblicherweise verwendeten Lampenausfallmeldeeinrichtungen melden dabei die erste und alle weiteren ausgefallenen Lampen einer Befeuerungsanlage.

**[0006]** Die in der Regel durch lange Kabelstrecken gekennzeichneten Serienstromkreise für Flugplatzbefeuerungen, welche überwiegend im Erdreich und in feuchten Schächten untergebracht sind, können aufgrund hoher Betriebsspannungen derartiger Stromkreise gegen Erde bei Defekten leicht zu Isolationsfehlern führen. Die Folge derartiger Isolationsfehler ist bei Doppelerdschluss die Reduzierung des Betriebsstromes und damit der Lampenhelligkeit von Befeuerungsgeräten nahe des Fehlers, was im Extremfall zum Ausfall der Lampen führt. Isolationsüberwachungseinrichtungen erfassen den Isolationswiderstand eines Flugplatzbefeuerungs-Serienstromkreises sowohl im Betrieb als auch im abgeschalteten Zustand. Dabei wird eine stabilisierte Gleichspannung unabhängig von der Betriebsspannung in den Serienkreis eingespeist und über den resultierenden Strom der Widerstand bestimmt. Der gemessene Widerstandswert gibt dabei ein Fehlermaß, welches innerhalb von vorgebbaren Grenzwerten eine Meldung zum Einleiten von Beseitigungsmaßnahmen auslöst.

**[0007]** Die verschiedenen Befeuerungsgeräte wie Konstantstromregler, Lampenausfallmeldesysteme und Isolationsüberwachungssysteme für Flugplatzbefeuerungen müssen eine Vielzahl von Signalen zur Ansteuerung und Rückmeldung von Betriebszuständen mit der Steuereinrichtung austauschen. Diese Signale müssen über Kabel und entsprechende Steck- oder Klemmverbindungen den einzelnen Befeuerungsgeräten seitens der Steuereinrichtung zur Verfügung gestellt werden. Bisher mussten die Befeuerungsgeräte über parallele Schnittstellen mit mehradrigen Kabeln und entsprechenden Steck- oder Klemmverbindungen mit der zentralen Steuereinrichtung bzw. vorgelagerten dezentralen Steuereinrichtungen verbunden werden. Die Verbindung der einzelnen Befeuerungsgeräte mit der Steu-

ereinrichtung bedingt dabei einen erheblichen Montage- und Materialaufwand. Dieser Montage- und Materialaufwand erhöht sich insbesondere bei redundanter Auslegung der Verbindungen zumindest um den Faktor 2, wobei entsprechende Befehlungsgeräte und Steuereinrichtungen über entsprechende Signalein- beziehungsweise -ausgänge verfügen müssen, die eine redundante Verbindung zulassen.

**[0008]** Zur Steuerung, Regelung und/oder Überwachung von Flugplatzbefeuerungsanlagen seitens einer zentralen Steuereinrichtung, beispielsweise seitens eines Towers, oder seitens dezentraler Steuereinrichtungen, beispielsweise seitens der verschiedenen Befehlungsgeräte, in einer direkt vor Ort der Befehlungsgeräte angeordneten Warte, ist es erforderlich, sowohl mit den Aktorik- und Sensorikelementen der Befehlungsgeräte kommunizieren zu können, als auch die Überwachungssignale aller Anlagenteile bis runter auf Aktorik- und/oder Sensorikelementebene entsprechend zu verknüpfen und anzuzeigen beziehungsweise zu protokollieren. Dabei sind folgende Aufgaben vom Leitsystem der Flugplatzbefeuerungsanlage zu leisten:

- die Ein- beziehungsweise Ausschaltung aller Aktorik- und/oder Sensorikelemente der Flugplatzbefeuerungsgeräte,
- die Einstellung der erforderlichen Helligkeitsstufen der Flugplatzfeuer von einer zentralen beziehungsweise einer dezentralen Steuereinrichtung aus,
- die Rollführung mittels Sensoren, beispielsweise Induktionsschleifen in den Rollbahnen,
- die Überwachung aller Aktorik- und/oder Sensorikelemente der Flugplatzbefeuerungsgeräte und Anzeige der Betriebszustände seitens einer zentralen und/oder einer dezentralen Steuereinrichtung.

**[0009]** Dazu sind im einzelnen folgende Systemleistungen gefordert:

- Programmschaltungen der Befehlung aufgrund einer vorgegebenen Landerichtung eines Flugzeuges seitens einer Steuereinrichtung der Flugsicherung,
- die Entgegennahme manueller Steuerbefehle seitens Eingabeeinheiten der Steuereinrichtungen,
- Zulässigkeitsüberprüfungen sämtlicher Eingaben und Rückweisungen unzulässiger Eingaben,
- die Anzeige aktivierter Funktionen,
- die Ansteuerung von Leistungseinheiten der Befehlungsgeräte, beispielsweise von Konstantstromreglern,
- die Überwachung der Betriebszustände einzelner Befehlungsgeräte,
- die Auswertung von Meldungen angeschlossener Überwachungssysteme wie Lampenausfallüberwachungssysteme, Isolationsüberwachungssysteme sowie sonstiger Sensorikelemente,
- Eigenüberwachung des Leitsystems und der Kommunikationseinrichtungen, wie Bussysteme und dergleichen,
- automatischer Wiederanlauf des Leitsystems nach Störungsbeseitigung sowie Netzausfällen und dergleichen.

**[0010]** Zum Ein/Ausschalten der verschiedenen Einrichtungen wurden bisher üblicherweise Schalter oder Taster und für die Anzeige Leuchtdioden oder Glühlampen verwendet, welche mittels Parallelverdrahtung zu den Aktorik- und/oder Sensorikelementen der Befehlungsgeräte geführt wurden. Ferner sind Ausführungen bekannt, die rechnergestützte Steuereinrichtungen enthalten und zwischen zentralen und dezentralen Steuereinrichtungen Lichtwellenleiterverbindungen aufweisen, beispielsweise zwischen einem Tower und verschiedenen Unterstationen. Von den dezentralen Steuereinrichtungen, beispielsweise einer Unterstation, zu den Aktorik- und/oder Sensorikelementen findet dann aber wieder eine Parallelverdrahtung Verwendung. Alle bisher bekannten Leitsysteme für Flugplatzbefeuerungsanlagen sind speziell auf den jeweiligen Einsatzort ausgerichtet. Im übrigen sind Redundanzen nur überaus aufwendig realisierbar.

**[0011]** Der vorliegenden Erfindung liegt in Anbetracht dieses Standes der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Leitsystem der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass insgesamt eine bessere Gesamtfunktion, eine höhere Sicherheit, eine leichte Erweiterbarkeit und insbesondere auf einfache und kostengünstige Art und Weise ein redundanter Aufbau des Leitsystems bis hinunter auf Aktorik- und/oder Sensorikelementebene realisierbar ist.

**[0012]** Zur technischen Lösung dieser Aufgabe wird mit der vorliegenden Erfindung ein Leitsystem für Flugplatzbefeuerungsanlagen zum Steuern, Regeln und/oder Überwachen von Aktorik- und/oder Sensorikelementen von Flugplatzbefeuerungsgeräten bereitgestellt, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass dieses eine zentrale redundante Steuereinrichtung umfasst, an welche Ein- und Ausgabeeinrichtungen und mittels wenigstens einer Schnittstelle über ein redundant ausgebildetes Bussystem wenigstens eine dezentrale, mit den Aktorik- und/oder Sensorikelementen von Flugplatzbefeuerungsgeräten verbindbare Steuereinrichtung anschließbar ist. Vorteilhafterweise sind die zentrale und/oder dezentrale Steuereinrichtung eine speicherprogrammierbare Steuerung, vorzugsweise eine SIMATIC, besonders bevorzugt vom Typ S5-155H oder S7-400H, wobei die dezentrale Steuereinrichtung eine redundante Steuereinrichtung ist.

**[0013]** Kernstück der erfindungsgemäßen Steuerung ist damit die handelsübliche redundante Steuereinrichtung SIMATIC S5-155H/ S7-400H, der Firma Siemens, die seitens der zentralen und/oder dezentralen Steuereinrichtung vor-

teilhafterweise um handelsübliche Recheneinrichtungen (PC's), Ein- und Ausgabeeinrichtungen, vorteilhafterweise Touch-Screen-Bedienstellen, Überwachungsmonitore und dergleichen ergänzt ist. Durch die erfindungsgemäße Schnittstelle lassen sich vorteilhafterweise dezentrale Steuereinrichtungen über das redundant ausgebildete Bussystem anschließen, so dass diese seitens der dezentralen Steuereinrichtung zum Steuern, Regeln und/oder Überwachen von der dezentralen Steuereinrichtung angeschlossenen Aktorik- und/oder Sensorikelementen von Flugplatzbefeuerungsgeräten ein Steuer, Regeln und/oder Überwachung derselben ermöglicht.

**[0014]** Erfindungsgemäß sind die Komponenten des Leitsystems redundant vorhanden, so dass bei Ausfall einer Komponente der Betrieb ohne Unterbrechung weitergeführt werden kann. Durch Umschaltvorgänge im Leitsystem, beispielsweise beim Umschalten einer redundanten Verbindung über das Bussystem oder beim Umschalten der redundanten Steuereinrichtung einer sogenannten "Master"- auf eine Reserve-CPU wird vorteilhafterweise der Schaltzustand der Aktorik- und/oder Sensorikelemente von Flugplatzbefeuerungsgeräten nicht verändert.

**[0015]** Die Verwendung handelsüblicher Steuereinrichtungen, wie Bussysteme, Schnittstellen, Ein- und Ausgabeeinrichtungen und dergleichen, welche hinsichtlich ihrer Funktionen jeweils redundant ausgebildet sind, stellen sicher, dass das Leitsystem hoch verfügbar ist. Darüber hinaus erlaubt die Verwendung handelsüblicher Steuereinrichtungen, Bussysteme, Schnittstellen und dergleichen, dass das Leitsystem auf einfache und kostengünstige Art und Weise erweiterbar ist und schließlich, dass das erfindungsgemäße Leitsystem unter Verwendung handelsüblicher Einrichtungen einfacher zertifizierbar ist, beispielsweise nach DIN oder dergleichen.

**[0016]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Schnittstelle zur Buskopplung der Steuereinrichtungen, Kommunikationsprozessoren, welche die Verwendung von Lichtwellenleitern als Übertragungsmedium ermöglichen. Dadurch lässt sich eine redundante Buskopplung von der zentralen Steuereinrichtung zu dezentralen Steuereinrichtungen aufbauen. Die Datenübertragung erfolgt vorteilhafterweise mittels Ethernet-Netzen und/oder PROFIBUS-Netzen, vorteilhafterweise in verschiedenen Topologien, beispielsweise als Ring.

**[0017]** Gemäß einer konkreten Ausgestaltung der Erfindung werden zur Bedienung, beispielsweise zum Ein- und/oder Ausschalten der Aktorik- und/oder Sensorikelementen von Flugplatzbefeuerungsgeräten Touch-Screen-Bedienstellen verwendet, die sich an geänderte Aufgabenstellungen überaus einfach mittels entsprechender Softwareänderungen anpassen lassen.

**[0018]** Gemäß einem vorteilhaften Vorschlag der Erfindung sind Meldungen und/oder Meldebilder auf großen Farb-Flachmonitoren anzeigbar, wobei sich die Anzeige mittels entsprechender Softwareänderungen an geänderte Aufgabenstellungen des Leitsystems anpassen lassen.

**[0019]** Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird zur Sicherheitssteigerung der Steuereinrichtungen vorteilhafterweise eine fehlertolerante Steuereinrichtung verwendet, besonders bevorzugt eine SIMATIC S7-400H der Firma Siemens, die in sogenannter "Hot-Stand-By-Technik" einsetzbar ist, um einerseits die Verfügbarkeit der Steuereinrichtung weiter zu erhöhen und andererseits die Betriebssicherheit der Steuereinrichtung. Dazu ist bei der SIMATIC S7-400H die Verwendung eines Sicherheitsassessment vorgesehen.

**[0020]** Die dezentralen Steuereinrichtungen für die serielle Ansteuerung und Überwachung der Aktorik- und/oder Sensorikelemente der Flugplatzbefeuerungsgeräte wie Befeuerungskonstantstromregler, Lampenausfallmeldesysteme, Isolationsmeldesysteme und dergleichen, und deren serielle redundante Buskopplung zur zentralen Steuereinrichtung, beispielsweise seitens des Towers, welche vorteilhafterweise über zwei Lichtwellenleiter-Ringe erfolgt, sorgen dafür, dass auch bei Ausfall einer Kopplung der gesamte Datenaustausch zwischen der zentralen und einer dezentralen Steuereinrichtung gewährleistet ist.

**[0021]** Gemäß einer weiteren besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfassen die dezentralen Steuereinrichtungen eine Schnittstelle zum Anschluss einer mobilen, tragbaren Recheneinrichtung, beispielsweise einen Laptop, so dass eine Steuerung, Regelung und/oder Überwachung seitens der zentralen Steuereinrichtung vor Ort ermöglicht ist.

**[0022]** Die Kopplung zu den Aktorik- und/oder Sensorikelementen der Flugplatzbefeuerungsgeräte, beispielsweise Konstantstromregler, Induktionsschleifen und dergleichen erfolgt seitens der dezentralen Steuereinrichtungen. Die dezentralen Steuereinrichtungen sind dabei über das Bussystem mit der zentralen Steuereinrichtung gekoppelt und mittels seitens der zentralen Steuereinrichtung angeschlossener Ein- und Ausgabeeinrichtungen, vorteilhafterweise basierend auf handelsüblichen Hochleistungsrechnern mit Farbmonitor und Zeigerbedienung über Maus sowie einem oder mehreren Störmelddruckern, steuer-, regel- und/oder überwachbar. Dabei werden folgende Funktionen erfüllt:

- graphische Darstellung des Befeuerungs- und Systemzustands,
- Einzelanzeigen für jeden Stromkreis mit Zustands-Regler, Lampenausfälle und Isolationszustand,
- Ermitteln, Anzeigen und Speichern von Betriebszeiten der einzelnen Befeuerungskreise,
- Einzelanzeige des Zustands der Sensorikelement-Auswertegeräte (Schleifen, Kameras, IR-Schranken etc.),
- Speichern und Anzeigen von Störmeldungen sowie Ausdrucken der Störmeldungen mit Datum und Uhrzeit,
- Aufzeichnen und Speichern aller Schaltzustände der Befeuerungsgeräte über längere Zeiträume,
- Ausdrucken ausgewählter Zustände auf einem Protokolldrucker,

## EP 1 191 502 A1

- Verwaltungsfunktionen wie passwortgeschützter Zugriff und Datensicherung.

**[0023]** Diese Art der Anordnung des Leitsystems bringt folgende Vorteile mit sich:

- 5 - Einsatz von handelsüblichen bewährten Industriesteuerungen (SIMATIC S5/S7),
- Einsatz von handelsüblichen bewährten Bussystemen und Lichtwellenleiter-Technik,
- Aufbau von preiswerten komplexen Steuer- und Überwachungssystemen,
- preiswerter redundanter Steuerungsaufbau,
- 10 - Flexibilität des gesamten Leitsystems, insbesondere bei der Realisierung geänderter Aufgabenstellungen oder Anlagenerweiterungen,
- Anwendbarkeit für Klein-, Mittel- als auch für Großanlagen, beispielsweise Ergänzung und Adaption,
- durch offengelegte Busstruktur anschaltbar an bestehende Fremdsysteme,
- Aufbau von fehlertoleranten Systemen mit hoher Verfügbarkeit (99,99%) in Verbindung mit sicherheitsgerichteter Technik,
- 15 - Aufbau von Bedienhierarchien mittels Passwörtern und dergleichen,
- Speicherung von Bedien- und Überwachungsdaten, beispielsweise zur Erstellung von Statistiken,
- einfachste Erweiterbarkeit der Steuereinrichtungen, insbesondere durch Modularisierung der Software.

20 **[0024]** Das erfindungsgemäße Leitsystem schafft durch die Kombination handelsüblich verfügbarer Komponenten und Baugruppen ein komplettes Steuerungs-, Regelungs- und Protokolliersystem zum Steuern, Regeln und/oder Überwachen von Aktorik- und/oder Sensorelementen von Flugplatzbefeuerungsgeräten.

**[0025]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der an den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigen:

- 25 FIG 1 in einer schematischen Darstellung den Aufbau eines erfindungsgemäßen Leitsystems;
- FIG 2 ein Prinzipschaltbild einer Beschaltung redundanter Eingabebaugruppen mit Fehlerlokalisierungseinrichtung;
- FIG 3 ein Prinzipschaltbild der Beschaltung redundanter Ausgabebaugruppen mit Fehlerlokalisierungseinrichtungen;
- FIG 4 in einer Prinzipdarstellung die Ankopplung an die zentrale Steuereinrichtung über eine Schnittstelleneinheit;
- 30 FIG 5 in einer Prinzipdarstellung Ein- und Ausgabeeinrichtungen an die zentrale Steuereinrichtung;
- FIG 6 in einer schematischen Darstellung das Aufbauprinzip der zentralen Steuereinrichtung,
- FIG 7 in einer Prinzipdarstellung das Leitungskonzept busgesteuerter Regeleinrichtungen, sowie von Lampenausfallmelde- und Isolationsausfallmeldesystemen und
- FIG 8 in einer Prinzipdarstellung Aufbau einer dezentralen Steuereinrichtung.

35 **[0026]** FIG 1 zeigt ein Leitsystem (BLS) für eine Flugplatzbefeuerungsanlage auf Basis des Automatisierungssystems Siemens, SIMATIC S5, ergänzt um PCs zur Befeuerungssteuerung, -regelung und/oder -überwachung.

**[0027]** Es besteht vorliegend aus folgenden Anlagenteilen:

- 40 - Zwei Monitore zur Anzeige des gesamten Betriebszustandes mit Mausbedienung (PID) für Rollführung in der Towerkanzel (zentrale Steuereinrichtung),
- Drei Touchscreen (TID) Bedien- und Anzeigeeinheiten in der Towerkanzel,
- Neuer redundanter Steuerrechner SIMATIC S5-155H (Befeuerungsraum, Ebene 5) zur Verknüpfung und Weitergabe der Steuerbefehle und Meldungen an die Unterstationen (z.B. Nord- und Südbahn) inkl. Rollführungsfunktionen,
- 45 - Redundante Steuerrechner SIMATIC S5-155H in drei Befeuerungsstationen Nord zur Weitergabe der Befehle an die Befeuerungsanlage und Rückmeldungen aus der Befeuerungsanlage an den Tower inkl. Lampenausfallmeldungen, Isolationsmeldungen sowie die Verarbeitung von Sensorsignalen und Meldung an den Tower,
- Redundante Kopplung in LWL-Technik im Ring zwischen folgenden Gebäuden:
- 50 - Ein neuer Tower - Station Nord-West - Station Feuerwehr - Station Nord-Ost - neuer Tower. Jede redundante Kopplung erfolgt so, dass die Verbindung über zwei getrennte Wege läuft; so dass auch bei Auftrennung des LWL-Rings an einer Stelle noch eine Verbindung bestehen bleibt,
- Vier neue LWL-Verbindungen Neuer Tower - Alter Tower. Im alten Tower werden diese Kopplungen über Repeater auf die bestehenden LWL-Verbindungen zu den Stationen Süd-West und Süd-Ost umgesetzt,
- 55 - Warte mit zwei Arbeitsplätzen, LWL-gekoppelt zu neuem Tower,
- Schnittstelleneinheit zu ANBLF (DFS) für Nord- und Südbahn,
- Ortssteuerung in drei neuen Nordstationen über tragbaren PC (Laptop),

## EP 1 191 502 A1

- Ergänzung der SIMATIC-Steuerung in einer bestehenden Station Süd-Ost.

**[0028]** Die Aufgaben des Leitsystems sind:

- Die Ansteuerung aller Anlagenteile zur Ein/Ausschaltung und Einstellung der Helligkeitsstufen vom Tower,
- Rollführung mittels Sensoren (Induktionsschleifen etc.), TXC- und STB-Kreisen,
- Die Überwachung aller Anlagenteile und Anzeige der Betriebszustände im Tower, dezentralen Warten (Vor-Ort), sowie in einer Nebenwarte.

**[0029]** Im einzelnen sind dazu folgende Systemleistungen bereitgestellt:

- Programmschaltungen der Befuerung aufgrund der vorgegebenen Landerichtung und Betriebsstufe I/II/III vom z.B. ANBLF System der DFS,
- Entgegennahme der manuellen Steuerbefehle von den Touchscreen-Bedieneinheiten (TID) oder den Monitor-/Maus-Bedienungen (PID) in der Towerkanzel,
- Zulässigkeitsprüfung aller Eingabebefehle und Rückweisung unzulässiger Befehle,
- Anzeige der ausgelösten Funktionen in den Meldebildern,
- Ansteuerung der Leistungseinheiten (Regler) der Befuerung,
- Überwachung des Betriebszustandes der Befuerung,
- Automatisches Schalten von TXC- und STB-Kreisen auf Basis von Sensormeldungen, vorangewählten Rollrouten und kreuzungsspezifischen Verknüpfungen (Rollführung) sowie Schalten STB an der S/L über eine Zeitschaltung,
- Generierung von Fehlermeldungen bei Störungen in der Befuerung,
- Auswertung der Meldungen von den angeschlossenen Überwachungssystemen,

- Lampenausfallüberwachung
- Isolationsüberwachung
- Sensoren

- Eigenüberwachung des Steuerungssystems und der Kommunikationseinrichtungen,
- Automatischer Wiederanlauf des Systems nach Störungsbeseitigung, sowie nach Netzausfällen.

**[0030]** In der Towerkanzel befinden sich z.B. drei TID (Touchscreen) Bedienstellen, angeschlossen an je einen PC im Befeuerrungsraum, Ebene 5, sowie zwei PID bestehend aus Flachmonitor 20,1" und Mausbedienung, angeschlossen an einen PC im Befeuerrungsraum, Ebene 5.

**[0031]** Im Befeuerrungsraum, Ebene 5 befinden sich:

a) Steuerrechner

Kernstück der Steuerung ist das redundante System SIMATIC S5-155H ergänzt um PC's, an dem die drei TID und die zwei PID in der Towerkanzel, die Schnittstelle ANBLF, die Warte und die Stationen Nord- und Südbahn angeschlossen sind.

Alle wichtigen Systemkomponenten sind doppelt vorhanden, so dass bei Ausfall einer Komponente der Betrieb ohne Unterbrechung weitergeführt werden kann. Durch Umschaltvorgänge im System, z.B. beim Umschalten einer redundanten Koppelstrecke oder beim Umschalten des redundanten Steuerrechners von der Master- auf die Reserve-CPU wird der Schaltzustand der Befeuerrungsanlage nicht verändert.

Die Buskopplung der Stationen Nord-West, Nord-Ost und Feuerwehr an den Steuerrechner Tower erfolgt über zwei Kommunikationsprozessoren CP so dass eine redundante Kopplung zu jeder Station entsteht. Die Übertragung der Daten erfolgt z.B. mit dem Protokoll PROFUBUS nach EN50170, Volume 2 mit 1,5 Mbits.

b) Ansteuerung Beacon

c) Ansteuerung Hindernisfeuer neuer Tower

d) Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) mit einer Stützzeit von 60 Minuten (ohne Stützung Beacon).

**[0032]** Im Gestellraum auf Ebene 1 befinden sich die zwei Schnittstelleneinheiten zu ANBLF der Nord- und Südpiste. ANBLF (AlphaNumerisches Betriebsstufen- und LandebahnFernwirksystem) ist ein rechnergestütztes DV-System der DFS.

**[0033]** Diese zwei Schnittstelleneinheiten, ausgeführt in SIMATIC ET200M-Technik, werden in Gestelle der DFS in

## EP 1 191 502 A1

Ebene 1 des neuen Towers montiert und über eine redundante LWL-Verbindung an den Steuerrechner im Befeuerungsraum, Ebene 5, angekoppelt.

**[0034]** Die Kopplung zwischen den Schnittstelleneinheiten und dem ANBLF-Rechner der DFS wird mit 24V-Signalen realisiert. Der Befeuerungsrechner signalisiert hiermit ANBLF den aktuellen Betriebszustand bzw. empfängt Steuerbefehle für die Kategorieumschaltung.

**[0035]** Der Aufbau der drei Befeuerungsstationen Nord-West, Nord-Ost und Feuerwehr der Nordpiste ist im Prinzip gleich. Sie bestehen aus:

- Redundanter Steuereinheit SIMATIC S5-155H mit den Kopplungsbaugruppen für die Ansteuerung und Überwachung der Befeuerungsregler, Erfassung der Lampenausfälle (LAM) und des Isolationszustandes (ISO) der Serienstromkreise.
- Redundante, serielle Profibuskopplung zum Steuerungsrechner Tower über zwei LWL-Ringe, so dass bei Ausfall einer Kopplung der volle Datenaustausch zwischen Tower und Station gewährleistet ist.
- Schnittstelle für die Vorortsteuerung jedes einzelnen Systems sowie jedes einzelnen Stopbars und TXC-Abschnitts der jeweiligen Station über einen Laptop.
- Kopplung zu den Auswertegeräten der Induktionsschleifen (Sensorsystem).

**[0036]** Der technische Aufbau der beiden bereits bestehenden Befeuerungsstationen der Südpiste (Süd-West und Süd-Ost), ist prinzipiell aus dem Stand der Technik bekannt.

**[0037]** Es erfolgen jedoch Kreiserweiterungen (hier 18 Kreise und 7 Schleifen) in der Station Süd-Ost durch einen Zusatzschrank und Softwareanpassungen für ein neues Steuerungskonzept im Zusammenwirken mit der Nordpiste.

**[0038]** Folgende Varianten für den Aufbau sind möglich:

- a) wie bisherige Technik Südpiste (zusätzliches Erweiterungsgerät, angekoppelt an vorhandenes Zentralgerät S5-135U; Ansteuerung der Regler über DE/DA; LAM-Erfassung über DE/DA),
- b) Aufbau mit der Technik der Nordpiste (S5-155H; Busregler; S7-LAM-/ISO-Erfassungseinheit.

**[0039]** Die Warte wird über einen separaten Bus an den Befeuerungsrechner im Befeuerungsraum, Ebene 5 angekoppelt. Sie basiert auf Hochleistungs-PC's mit Farbmonitor, Zeigerbedienung per Maus über Menüs und Drucker.

**[0040]** Im wesentlichen erfüllt die Warte folgende Funktionen:

- Grafische Darstellung des Befeuerungs- und Systemzustands,
- Einzelanzeigen für jeden Stromkreis mit Zustands-Regler, Lampenausfälle und Isolationszustand,
- Ermitteln, Speichern und Anzeigen von Betriebszeiten der einzelnen Befeuerungskreise,
- Einzelanzeige des Zustands der Sensor-Auswertegeräte (Schleifen etc.),
- Speichern und Anzeigen von Störmeldungen; Ausdrucken der Störmeldungen mit Datum/Uhrzeit,
- Aufzeichnen und Speichern aller Schaltzustände der Befeuerung für einen Zeitraum von mindestens 7 Tagen,
- Ausdrucken ausgewählter Zustände auf einem Protokoll drucker,
- Verwaltungsfunktionen wie passwortgeschützter Zugriff und Datensicherung.

**[0041]** Das Leitsystem weist folgende Reaktionszeiten auf:

- Zeit von einer Eingabe im Tower bis zur Quittierung oder Zurückweisung: <0,5s
- Zeit von der Eingabe eines Befehls im Tower bis zur Ausgabe des Ansteuersignals an die Regler in einer Befeuerungsstation: <1s
- Zeit von der Rückmeldung eines Reglers oder Induktionsschleife bis zur Informationsausgabe auf den TID und PID im Tower: <2s
- Bei CATIII-Betrieb: Zeit von der Netzwiederkehr nach Spannungsausfall bis der "alte" Befeuerungszustand wieder ansteht: <1s
- Umschaltzeiten von redundanten Einheiten, z.B. bei Teilausfällen des Steuerrechners im Tower in denen das System keine Steuerbefehle ausführt: <0,5s

**[0042]** Die oben stehenden Zeiten werden vom System zu jedem Zeitpunkt und bei maximaler Systemlast eingehalten.

**[0043]** Kernstücke des vorliegenden Leitsystems sind die vier redundanten Steuerungssysteme SIMATIC S5-155H im Befeuerungsraum Ebene 5 neuer Tower und in den neuen Stationen Nord-West, Nord-Ost und Feuerwehr (Nordpiste).

**[0044]** Alle wichtigen Systemkomponenten sind bei diesem System doppelt vorhanden, so dass bei Ausfall einer

## EP 1 191 502 A1

Komponente der Betrieb ohne Unterbrechung weitergeführt werden kann.

**[0045]** Das System S-155-H besteht aus zwei Zentraleinheiten mit jeweils eigener CPU, Stromversorgung und eigenem Speicher. Das Anwendungsprogramm ist in beiden Zentraleinheiten gespeichert.

**[0046]** Über eine Hochgeschwindigkeitskopplung tauschen beide CPUs Daten zur ereignissynchronen Verarbeitung des Anwenderprogramms aus, wobei eines der beiden Zentralgeräte (ZG) die Rolle des Masters übernimmt.

**[0047]** Das andere Zentralgerät (ZG) ist die Reserve und erhält die Eingangssignale, bearbeitet das gleiche Programm wie das Master-ZG, gibt aber keine Ausgangssignale aus (hot-standby). Bei Ausfall des Master-ZGs übernimmt das Reserve-ZG stoßfrei den Betrieb.

**[0048]** An die Zentralgeräte sind über systeminterne Hochgeschwindigkeitskopplungen zwei Erweiterungsgeräte angeschlossen, die die Kommunikations- bzw. Peripheriebaugruppen zu den Bedienfeldern, Stationen usw. aufnehmen.

**[0049]** In diesem hochverfügbaren Systemkonzept bleibt der Betrieb der Befeuersanlage ungestört, wenn ein Zentralgerät, ein Kanal der Kommunikationsbaugruppen oder digitalen Peripherie ausfällt. Ausfälle werden sofort erkannt und an die Warte gemeldet.

**[0050]** Aus Gründen der sehr hohen Anforderung der Verfügbarkeit und damit an die Ausfallsicherheit an ein Steuerungs- und Überwachungssystem zur Befeuerssteuerung eines Verkehrsflughafens erfüllt das Leitsystem folgende Anforderungen:

- Redundanter (2-kanaliger) Aufbau von Zentralprozessorbaugruppen, Speicher, Spannungsversorgungen, Teile der Peripherieansteuerungen und Kommunikationskomponenten.
- Datenaustausch und Synchronisation der beiden Prozessorbaugruppen.
- Fehlerüberwachung, Fehlermeldung und Tolerierung von Ausfällen.
- Schnelle Übernahme der Steuerung durch Reserveglieder ohne Informationsverluste oder Fehlsteuerungen bei Ausfällen (im ms-Bereich).
- Das System muss auch dann mit hoher Wahrscheinlichkeit weiterarbeiten, wenn durch einen oder mehrere Fehler Teile der Steuerung ausfallen.

**[0051]** Diese Anforderungen werden bei der beispielhaft der Erfindung zugrundeliegenden Steuerung Flughafen Leipzig/Halle durch das Automatisierungssystem S5-155H erfüllt, das nach dem "Master-Slave-Prinzip" im "Hot-Stand-By-Betrieb" arbeitet.

**[0052]** Die Arbeitsweise des hochverfügbaren Automatisierungssystems S5-155H ist mit einer "ODER"-Verknüpfung vergleichbar, d.h. das System befindet sich im laufenden Betrieb ("Non-Stop"-Betrieb), wenn mindestens eines der beiden Zentralgeräte fehlerfrei arbeitet.

**[0053]** Daher kann eine defekte Hardware-Komponente repariert oder ausgetauscht werden, ohne dass es zu einer Unterbrechung der Prozesssteuerung und -überwachung kommt.

**[0054]** Die beiden Zentralgeräte enthalten jeweils die Prozessorbaugruppe CPU 948R. Das Betriebssystem (Firmware) dieser Baugruppe unterstützt dabei folgende Systemfunktionen:

- Datenaustausch und -abgleich zwischen den beiden Prozessorbaugruppen
- Fehlerreaktion bei Ausfall einer Prozessorbaugruppe (Master-Slave-Umschaltung auf das Reservegerät)
- Synchronisation der beiden Prozessorbaugruppen
- Selbsttest (Fehlersuchbetrieb)
- Lokalisierung von systeminternen Fehlern wie z.B. Busfehler, Speicherfehler... und Peripheriefehlern (E/A-Baugruppen, Kommunikationsprozessoren...)
- Passivierung (= Deaktivierung) defekter S5-Baugruppen

**[0055]** Grundsätzlich arbeitet das System S5-155H nach dem Master-Slave-Prinzip im sogenannten "Hot-Stand-By"-Betrieb.

**[0056]** In dieser Betriebsart des Automatisierungssystems führt ein Teilgerät, das Mastergerät, den Prozess. Das zweite "Reservegerät", der Slave läuft im "aufgedateten" Zustand mit, erhält an jedem sogenannten "Synchronisationspunkt" die aktuellen Daten des Masters und prüft dabei, ob das Mastergerät noch betriebsbereit ist.

**[0057]** Erkennt die Reserve einen Totalausfall des Mastergerätes, so übernimmt es nach einer stoßfreien Umschaltung (ca. 5- 30 ms) als neuer Master die Steuerung. Diese Umschaltung erfolgt dabei ohne Informationsverlust.

**[0058]** Im anschließenden "Solobetrieb" führt das neue Mastergerät den Prozess allein; das ausgefallene Teilgerät befindet sich im Stoppzustand und ist an der Befeuerssteuerung nicht mehr beteiligt. Es wird als ausgefallen gemeldet und kann anschließend ausgetauscht werden.

**[0059]** Das Zusammenspiel der beiden Teilgeräte ist je nach Projektierung der Peripherie unterschiedlich:

## EP 1 191 502 A1

- Geschalteter Peripherieaufbau:  
Das Mastergerät kontrolliert den Prozessablauf, während das Reservegerät lediglich in Bereitschaft mitläuft. Im Falle eines Fehlers übernimmt das Reservegerät sofort die Steuerung.
- Zweikanaliger Aufbau:  
Beide Teilgeräte kontrollieren parallel den Prozessablauf. Auch das Reservegerät gibt Ausgangssignale aus und liest Eingangssignale ein.

**[0060]** Diese Bereitschaft der schnellen und automatischen Master-Slave-Umschaltung wird als "Hot-Stand-By"-Betrieb bezeichnet. Für diese Betriebsart ist es unbedingt erforderlich, dass beide Teilgeräte schnell und zuverlässig Daten austauschen. Die Prozessorbaugruppen der S5-155H erhalten dazu über die Zentralgerätekopplung

- das gleiche Anwenderprogramm
- die gleichen Datenbausteine
- die gleichen Prozessabbildinhalte der Peripheriebaugruppen und
- die gleichen Empfangspufferinhalte der verwendeten Kommunikationsprozessoren

**[0061]** Dadurch wird das Reservegerät immer auf dem gleichen Datenstand wie das Mastergerät gehalten, so dass es im Fehlerfall sofort bereit ist, die Steuerung zu übernehmen.

**[0062]** Für die stoßfreie Master-Slave-Umschaltung ist eine Synchronisation der beiden Teilgeräte erforderlich. Dabei werden die aktuellen Prozessdaten ausgetauscht (die Reserve wird "aufgedatet") und miteinander verglichen. Damit ist gewährleistet, dass beide Teilgeräte über den gleichen Datenbestand verfügen.

**[0063]** Das in der S5-155H angewandte Synchronisationsverfahren ist die "ereignisgesteuerte Synchronisation":

**[0064]** Die Synchronisation erfolgt bei allen Ereignissen, die zu einem unterschiedlichen internen Zustand in den beiden Teilgeräten führen würden, z.B. unterschiedliche Prozessabbilder, Zeiten oder Kommunikationsdaten. Sie stellt sicher, dass zu jedem beliebigen Zeitpunkt eine stoßfreie Master-Slave-Umschaltung möglich ist: Kein Ausgangssignal wird durch die Umschaltung geändert und die Kommunikation mit den Kommunikationsprozessoren erfolgt ohne Informationsverlust. An diesen Synchronisationspunkten wird auch überprüft, ob beide Teilgeräte den gleichen Programmbefehl bearbeiten. Bei Ungleichheit geht das Reservegerät mit der Fehlermeldung "Synchronisationsfehler" in den Stoppzustand (nur noch ein Teilgerät verfügbar).

**[0065]** Das Automatisierungssystem S5-155H unterstützt den Non-Stop-Betrieb der redundant betriebenen Hardwarekomponenten durch mehrere Selbsttests. Diese prüfen den Zustand der Hardware (CPU, Peripherie) und führen Vergleiche zwischen den beiden Teilgeräten durch. Dabei wird festgestellt, welche Baugruppen fehlerhaft sind und ausgetauscht werden müssen.

**[0066]** Im einzelnen werden folgende Komponenten getestet:

- interner S5-Bus
- Kopplungen der Teilgeräte
- Fehlerlokalisierungseinrichtung
- Peripheriebaugruppen
- Zentralbaugruppen
- Speicherbaugruppen

**[0067]** Jeder durch den Selbsttest erkannte Fehler wird von der Testsoftware gemeldet.

**[0068]** Je nach Betriebszustand der Zentralgeräte werden folgende Testprogramme durchgeführt:

### Selbsttest im Anlauf

**[0069]** Beim Anlauf durchläuft jedes Teilgerät vollständig sämtliche Selbsttests. Wird bereits hier ein Fehler erkannt, so geht das fehlerhafte Teilgerät in den Stoppzustand.

### Selbsttest im Programmzyklus

**[0070]** Während der zyklischen Abarbeitung des Anwenderprogramms unterteilt das Betriebssystem die Selbsttestfunktionen in einzelne kurze Zeitabschnitte von 5 ms ("Zeitscheiben"). In einem Anwenderprogrammzyklus (S5-Programm) werden eine oder mehrere dieser Zeitscheiben (in der Systemkonfiguration parametrierbar) im Hintergrund abgearbeitet, bis ein Fehler erkannt wird.

Selbsttest im Fehlersuchbetrieb

5 **[0071]** Bei einem Fehler, der nicht einem bestimmten Teil-AG zugeordnet werden kann, geht das Reservegerät in den Fehlersuchbetrieb. Dieser Betrieb wird aufgerufen, wenn das Betriebssystem beim Vergleich vom RAM oder Prozessabbild der Ausgänge eine Differenz und damit einen nicht lokalisierbaren Fehler erkennt. Im Fehlersuchbetrieb wird der Selbsttest als Ganzes ausgeführt; er dauert ca. 10 bis 30 Sekunden. Das Mastergerät arbeitet im "Solo-Betrieb" weiter.

**[0072]** Die Lokalisierungseinrichtung dient der Fehlererkennung und Fehlerlokalisierung bei zweikanaligen Digital-eingabe- und Digitalausgabebaugruppen.

10 **[0073]** Für jede dieser Baugruppen ist ein Lokalisierungseingang (L-DE) und ein Lokalisierungsausgang (L-DA) vorgesehen. Sie bilden zusammen die Lokalisierungseinrichtung.

**[0074]** Mit Hilfe des "L-DA" (Gruppenversorgung) werden je nach Art der zu überprüfenden Baugruppe entweder die Versorgungsspannung bzw. Lastspannung (Digitalausgabebaugruppen) oder die Signalgebersversorgung (Digital-eingabebaugruppen) weggeschaltet.

15 **[0075]** Der Lokalisierungseingang "L-DE" dient zum Rücklesen des Zustandes der Lokalisierungsausgänge "L-DA".

**[0076]** Die Figuren 2 und 3 zeigen diese beiden Prinzipien der redundanten Ein- und Ausgabe.

**[0077]** Für einen unterbrechungsfreien Betrieb muss die Fehlerdiagnose Fehler nicht nur erkennen, sondern auch lokalisieren, damit die fehlerhafte Baugruppe passiviert (deaktiviert) werden kann.

20 **[0078]** Dieses Passivieren geschieht bei den redundanten Ausgangsbaugruppen durch Abschalten der Lastspannung mit Hilfe der Lokalisierungsausgänge. Damit bei Ausfall einer Ausgangsbaugruppe nicht die Versorgungsspannung weiterer Baugruppen mit abgeschaltet wird, ist für jede redundante Ausgangsbaugruppe ein eigener Lokalisierungsausgang (L-DA) vorgesehen.

**[0079]** Die Signalzustände defekter Eingangsbaugruppen oder Kommunikationsprozessoren werden bei der weiteren Prozesssteuerung ignoriert und nicht eingelesen.

25 **[0080]** Das System S5-155H besitzt Serviceschnittstellen, über die mit einem Servicegerät ("PC/PG" bzw. Telefonsteckdose und Modem) folgende Funktionen ausgeführt werden können:

- Test, Diagnose Hardware und Software
- Ändern von Software
- 30 - Laden neuer Softwarestände
- Erstellen von Sicherungskopien

**[0081]** Im Tower sind drei identische Arbeitsplätze, bestehend aus je einem TID vorhanden, wie in FIG 1 zu erkennen. Die drei TIDs beinhalten die Steuer- und Anzeigefunktionalitäten für den Platzlotsen (PL), für den Rollotsen (PB) und den Redundanzarbeitsplatz (RUN). Die TIDs weisen vorliegend folgende technische Daten auf:

40	Abmessungen	350 x 240 x 70 mm (B x H x T),
	Anzeige-/Touch-Diagonale	12,1,
	Helligkeit	4 bis 800 cd/m <sup>2</sup> ,Helligkeit manuell einstellbar,
	Sehwinkel	120° vertikal, 110° horizontal; mittlenabgleichbar

**[0082]** Hardware-Funktionstasten: 5 Stück (TID ein-/ausschalten, Reinigungsmodus ein/aus, 2 Tasten für Helligkeitseinstellung, 1 Taste für Hupenlautstärke). Einbau: In bauseitigen Neigerahmen.

- 45 - Auf den drei TID sind jeweils identische Bedien- und Anzeigeebenen vorhanden:
- 08/26 (PL-Nord)
- 10/28 (PL-Süd)
- Taxi (PB Nord, Süd)
- 50 - Übersicht (Übersichtsanzeige Nord und Süd)

**[0083]** Die beiden PID-Bedien- und Anzeigepätze in der Towerkanzel, bestehend jeweils aus einem 20,1" Flachmonitor mit Maus (Pointer), dienen zur übersichtlichen Anzeige und weiteren Funktionen der Befehrssteuerung. Darüber hinaus stehen hier auch sämtliche Ebenen des TID zur Verfügung. Die Übersichtsanzeige (Hauptbild) zeigt den aktuellen Befehrszustand in grafischer Form, auf einem Hintergrund mit lagerichtiger Darstellung, von den beiden S/L und den Rollwegen.

**[0084]** Der Flachmonitor weist folgende technische Daten auf:

## EP 1 191 502 A1

Einbaumaße	488 x 399 x 112 (BxHxT)
Bildschirmdiagonale	20,1"
Auflösung	1280 x 1024 Bildpunkte
Bildwiederholrate	min. 70 Hz
Anzeigetechnik	LCD-Farbdisplay, TFT
Bedienung	abgesetzt, Anschluss am Monitor über Kabel

5

10 **[0085]** Folgende Anzeigen (WINDOWS) und Funktionen stehen am PID zur Verfügung:

- a) Monitoranzeige Übersichtsanzeige des aktuellen Befuerungszustandes Nord und Süd in grafischer Form inkl. Anzeige der Rollobjekte (Flugzeuge) bei Sensorbetrieb.  
b) Die vier Ebenen des TID (siehe 3.1)

- 15
- 08/2610/28
  - Taxi
  - Übersicht

- 20
- c) Eingabe der Sperrung von Rollwegsabschnitten,
  - d) Definition von Rollprogrammen (0-6),
  - e) Organisatorische Funktion, z.B. Passwortvorgaben.

25 **[0086]** Es sind zwei Schnittstelleneinheiten ANBLF (je eine für Nord- und Südpiste) im Gestellraum Ebene 1 in der modularen ET200M-Technik aufgebaut und über eine redundante Profibus-LWL-Verbindung an den Steuerrechner im Befuehrungsraum gekoppelt. Das Übertragungsprotokoll ist PROFIBUS-DP nach EN 50170; die Übertragungsrate beträgt mindestens 1,5 Mbit/sec.

30 **[0087]** In der S5-155H übernehmen zwei Kommunikationsprozessoren IM 308-C und in den beiden ANBLF-Schnittstelleneinheiten jeweils eine intelligente Profibus-Anschaltung IM 153-3 die Datenabwicklung über die redundanten Kopplastrecken.

**[0088]** An diese Anschaltungen werden über Busverbinder digitale 24V-Ein- und Ausgabemodule zur Realisierung der 24V-Schnittstellenverbindung zum ANBLF-Rechner der DFS angeschlossen.

**[0089]** Die nachfolgend beschriebenen Signale gelten je S/L-Bahn, d.h. es gibt für Nord- und Südbahn je eine separate Signalschnittstelle ANBLF an der zentralen Steuereinrichtung.

35 ANBLF-Signale vom BLS:

**[0090]** ANBLF erfasst und verknüpft alle für die Durchführung einer angeforderten Betriebsstufe nötigen Signale und ermittelt daraus die tatsächlich verfügbare Betriebsstufe.

- 40
- Anzahl der Signale: 17
  - Signalspannung: 12-24 V (DC)  
(die Signalspannung kommt vom Steuer- und Überwachungssystem der Befuehrung)
  - Signaldefinition: 0 → Kontakt geöffnet  
1 → Kontakt geschlossen
  - Kommunikationsrichtung: nur an ANBLF

Weitere ANBLF-Signale an/von BLS

50 **[0091]** Diese Signale betreffen die Betriebsstufe und die Landerichtung.

- 55
- Anzahl der Signale von ANBLF an BLS: 7
  - Anzahl der Signale von BLS und ANBLF: 4
  - Signalspannung: 12 - 24 V (DC)  
(die Signalspannung kommt vom BLS)
  - Signaldefinition: 0 → Kontakt geöffnet  
1 → Kontakt geschlossen
  - Kommunikationsrichtung: in beide Richtungen

## EP 1 191 502 A1

**[0092]** Hinweis: Die zu übertragenden Signale sind nur dann gültig, wenn das Gültigkeitsbit 1 ist.

**[0093]** FIG 4 zeigt die Ankopplung der Schnittstelleneinheit an den Befeuerungsrechner der zentralen Steuereinrichtung im neuen Tower.

**[0094]** In der Steuerung S5-155H Tower werden für das Flughafenkennfeuer (BEC) folgende Ansteuer- und Rückmeldesignale redundant auf digitale Ein-/Ausgabebaugruppen aufgelegt:

**[0095]** Für die Ansteuerung des Drehfeuers werden in der S5-155H jeweils zwei Ansteuerausgänge ("Ein"/"Aus") vorgesehen. Diese beiden Ausgänge (24V) werden - durch Dioden entkoppelt - zusammengefasst und zu einem Haftrelais (Remanzrelais) weitergeführt. Somit bleibt der Schaltzustand BEC auch bei einem Totalausfall des Befeuerungsrechners bestehen.

**[0096]** Zur Lokalisierung eines Fehlers bei einem Ansteuersignal ist im Steuer- und Überwachungssystem eine Fehlerlokalisierungseinrichtung realisiert.

Signale			
1	Ansteuersignal	BEC	pot. freier Kontakt
1	Rückmeldung	BEC EIN	Signalspannung +24V

**[0097]** Für die Hindernisfeuer (OBS) am neuen Tower werden folgende Signale vorgesehen. Das Ansteuersignal wird hardwaremäßig so aufgebaut, dass bei einem Totalausfall des Steuerungsrechners die Hindernisfeuer automatisch eingeschaltet werden.

Signale			
1	Ansteuersignal	OBS	pot. freier Kontakt
1	Rückmeldung	OBS EIN	Signalspannung +24V

**[0098]** Der Steuerungsrechner SIMATIC S5-155H im neuen Tower wird mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) ausgestattet. Bei Ausfall der Netzversorgung muss der Befeuerungsrechner noch für mindestens 60 Minuten über die USV funktionsfähig sein.

**[0099]** Die Ankopplung zu den fünf PC's mit der Software für die TID- und PID-Arbeitsplätze erfolgt - wie in den Fig. 1 und 5 gezeigt, mit einer redundanten SINEC H1-Busverbindung (Ethernet).

**[0100]** Der Ausfall eines Bussystemes (z.B. Kommunikations-CP in S5-155H; Auftrennen der Leitung; Ausfall einer CPU) hat keine Auswirkung auf die Funktionsfähigkeit der Arbeitsplätze.

**[0101]** Die Kopplung zwischen den Befeuerungsstationen Nord-Ost, Nord-West, Feuerwehr und Tower erfolgt, wie in FIG 1 gezeigt, redundant über zwei LWL-Ringe. Sämtliche Kopplungen sind Buskopplungen.

**[0102]** Auf den Koppelstrecken zu den Stationen wird das Protokoll PROFIBUS nach EN 50170, Volume 2 mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von mindestens 1,5 Mbit/sec gefahren.

**[0103]** Die Abwicklung des Datentransports über die beiden Bussysteme wird durch Kommunikationsprozessoren SIMATIC CP 5431 ausgeführt, die parallel zur CPU arbeiten und damit die CPU von Kopplungsaufgaben entlasten.

**[0104]** Die Umsetzung von den elektr. RS485-Profibusleitungen auf die beiden redundanten optischen LWL-Ringe erfolgt mit "Optical Link Modules" (OLM). Auch die Spannungsversorgung dieser Module erfolgt redundant.

**[0105]** Die zwei redundanten LWL-Ringe werden mit 10/125 µm Monomode-Fasern ausgeführt. Bei Ausfall einer der beiden Koppelstrecken übernimmt die andere den gesamten Datenaustausch.

Redundante Kopplungen:

- Tower - Station Nord-West
- Tower - Station Nord-Ost
- Tower - Station Feuerwehr

**[0106]** Die Kopplung zu den bestehenden Stationen Süd-West und Süd-Ost erfolgt weiterhin mit den bestehenden redundanten LWL-Punkt-zu-Punkt Kopplungen.

**[0107]** Hierzu werden vier neue LWL-Fasernpaare (10/125 µm-Fasern), die vom neuen Tower zum alten Tower verlegt werden, im alten Tower jeweils mit zwei LWL-Wandlern an das bestehende LWL-Netz (50/125 µm-Fasern) zu den Südstationen angekoppelt. Die serielle Datenübertragung zwischen Tower und Hauptwarte erfolgt mit dem SINEC H1-Bussystem (nach IEEE 802.3 Ethernet) über eine LWL-Koppelstrecke.

**[0108]** Die Abwicklung des H1-Datentransports wird mit dem Kommunikationsprozessoren SIMATIC CP 1430 ausgeführt, der parallel zur CPU arbeitet und damit die CPU von Kopplungsaufgaben entlastet.

**[0109]** Im neuen Tower ist eine Teleservice-Einheit installiert, mit der das Befeuerungssystem (BLS) über das Telefonnetz ferngewartet werden kann. Mit diesem Teleservice können folgende Funktionen an den S5-Befeuerungs-

stationen durchgeführt werden:

- Fehler- und Störungsanalyse
- Fehlerbehebung
- Softwareerweiterungen (Update-Service)

**[0110]** FIG 6 zeigt das Aufbauprinzip der zentralen Steuereinrichtung SIMATIC, S5-155H, seitens des Towers.

**[0111]** Die Steuereinheiten der drei Stationen Nord-West, Feuerwehr und Nord-Ost werden wie der Tower auf Basis einer SIMATIC S5-155H realisiert. Die Profibuskopplungen zum neuen Tower erfolgen über redundante Lichtwellenleiterkopplungen.

**[0112]** Die Ansteuerung der Stromregler und Erfassung der Reglerrückmeldungen erfolgt über einen redundanten (zweikanaligen) Profibus-DP-Kopplung (Busregler). Bei Totalausfall einer S5-Steuerung halten die Kopplungscontroller im Regler den Schaltzustand.

**[0113]** Die Lampenausfälle, der Isolationszustand und der Stromistwert der Serienkreise werden durch Koprosessoreinheiten auf Basis von SIMATIC S7-300 erfasst und über eine redundante Profibuskopplung an die Steuereinheit S5-155H übergeben.

**[0114]** In allen Stationen befinden sich Sensor-Auswerteeinheiten zum Erfassen des Rollverkehrs auf den Rollwegen und den Pisten. Die Signale der Auswertegeräte - insbesondere die Belegmeldungen der Sensorschleifen - werden zweikanalig von der Steuereinheit S5-155H eingelesen und redundant verarbeitet.

**[0115]** Zur Vorortsteuerung von Systemen und einzelnen Kreisen sowie deren Zustandsbeobachtung steht eine Serviceeinheit auf PC-Basis (Laptop) zur Verfügung.

**[0116]** FIG 7 zeigt in einer prinzipiellen Darstellung den Anschluss von busgesteuerten Reglereinrichtungen (Konstantstromregler, sowie von Lampenausfall- und Isolationsüberwachungssystemen). Bei diesem Buskonzept werden die Regler nicht über einzelne digitale Ausgänge mit Haftrelaisbaugruppen angesteuert und die Meldungen einzeln mit digitalen Eingängen eingelesen, sondern über einen redundanten Profibus angekoppelt. Die Regler setzen diese Steuerbefehle in Stromstufen für die Serienkreise um. Zur Überwachung gibt der Regler über den Bus Meldesignale ab, die vom Steuer- und Überwachungssystem eingelesen und für Fehler- und Betriebsmeldungen ausgewertet werden.

**[0117]** Für die geregelten Stromkreise Nordpiste werden weiterhin Regler vom Typ 6SF51 (wie in der Südbahn) eingesetzt. Lediglich die Sollwertbaugruppe wird gegen eine Profibusbaugruppe getauscht. Leistungs- und Regelteil bleiben unverändert. Die Bedienung und die Anzeigen an der Frontplatte des Reglers 6SF51 bleiben ebenfalls unverändert.

**[0118]** Die Buskopplung wird redundant ausgelegt, d.h. bei Ausfall von einem der zwei Profibusse bleibt die Steuerung und Überwachung des Reglers von der S5-155H einkanalig erhalten. Die Umschaltung auf den intakten Bus erfolgt stoßfrei innerhalb von wenigen Millisekunden. Der Ausfall wird in der Warte gemeldet. Bei Totalausfall der S5-Steuerung oder Totalausfall der Ansteuerung (beide Bussysteme ausgefallen), wird der Schaltzustand auf der Profibusbaugruppe des Reglers gehalten (Remanenzfunktion).

**[0119]** Die Ankopplung der S5-155H an den Reglerbus erfolgt mit zwei Kommunikationsanschlüssen IM 308C in getrennten Zentralgeräten.

**[0120]** Der Datenaustausch zwischen der S5 und einem Regler erfolgt über den redundanten Reglerbus. Der Datenaustausch erfolgt dabei bidirektional durch folgende Schnittstellensignale:

Ansteuersignale von der S5 an den Busregler

**[0121]** Es werden folgende Steuersignale von der S5-155H über den Reglerbus an die beiden Schnittstellen der Regler übertragen:

1. Steuersignal "Helligkeitsstufe"

Mit einem Steuerbyte wird die geforderte Helligkeitsstufe an den Regler übertragen. Die Anzahl der Stufensignale je Regler richtet sich nach der geforderten Helligkeitsstufung des Systems:

APH, RSR, RCL, TDZ, PAPI REH (incl. THR und RWE)	5 Stufensignale 1%, 3%, 10%, 30%, 100%
TXC:	3 Stufensignale 1%, 10%, 100%
STB:	3 Stufensignale 10%, 30%, 100%
APL, SFL, REL, SIG	1 Stufensignal 100%

2. Steuersignal "Regler Ein"

Mit diesem Steuerbit wird der Regler in der durch das Steuerbyte "Helligkeitsstufe" vorgewählten Intensität eingeschaltet.

3. Steuersignal "Regler Reset"

Mit diesem Steuerbit kann der Regler nach einer Abschaltung durch die Überwachungsfunktionen "Überstrom" oder "Istwertausfall" rückgesetzt werden ("Remote-Reset").

Meldesignale vom Busregler an die S5

**[0122]** Der Regler stellt über einen redundanten Reglerbus (Profibus-DP) sechs Meldesignale zur Verfügung, die vom Steuer- und Überwachungssystem ausgewertet werden.

**[0123]** Jedes Meldesignal wird zweikanalig über diesen Reglerbus von zwei Profibusanschaltung IM308C in Erweiterungsgeräten der S5-155H eingelesen.

1. Meldesignal Betriebsmeldung ("I")

**[0124]** Signalzustand "1" zeigt an, dass der Regler einen Strom abgibt. Ist das Ansteuersignal auf "1" und das Signal Betriebsmeldung geht innerhalb einer Überwachungszeit von ca. 1 Sekunde auf den Signalzustand "1", geht das Steuer- und Überwachungssystem davon aus, dass der Regler ordnungsgemäß arbeitet.

**[0125]** Signalzustand "0" zeigt an, dass der Regler keinen Strom abgibt. Ist das Ansteuersignal auf "0" und das Signal Betriebsmeldung geht innerhalb einer Überwachungszeit von ca. 1 Sekunde auf den Signalzustand "0", geht das Steuer- und Überwachungssystem davon aus, dass der Regler ordnungsgemäß abgeschaltet ist.

2. Meldesignal Istwertausfall ("I0")

**[0126]** Signalzustand "1" zeigt an, dass trotz Ansteuerung (Sollwert steht an; Reglerfreigabe; Lastschütz Ein) kein Serienkreisstrom fließt. Dies führt zur Abschaltung des Reglers und zur Meldung "Istwertausfall".

**[0127]** Signalzustand "0" zeigt an, dass der Regler nicht durch Istwertausfall abgeschaltet wurde.

3. Meldesignal Überstrom ("I>")

**[0128]** Signalzustand "1" zeigt an, dass der Effektivwert des Serienkreisstromes mehrmals innerhalb eines bestimmten Zeitrasters den am Regler einstellbaren Grenzwert überschritten hat. Daraufhin wird im Regler die Reglersperre aktiviert und das Lastschütz abgeschaltet.

**[0129]** Signalzustand "0" zeigt an, dass der Regler nicht durch Überstrom abgeschaltet wurde.

4. Meldesignal "Ort" ("F/O") :

**[0130]** Signalzustand "1" zeigt an, dass der Regler auf Ortsbetrieb geschaltet ist. Die Ansteuersignale von der S5-155H werden ignoriert. Die Fehlerauswertung ist nicht aktiv.

**[0131]** Signalzustand "0" zeigt an, dass der Regler auf Fernsteuerung geschaltet ist. Die Anwahl der Betriebsstufen erfolgt über die Ansteuersignale der S5-155H. Die Fehlerauswertung ist aktiv.

5. Meldesignale Busfehler ("BF1" / "BF2")

**[0132]** Signalzustand "1" zeigt an, dass der Regler auf einer seiner zwei Busschnittstellen Übertragungsfehler feststellt ("BF1" bzw. "BF2" je nach Schnittstelle). Der Ausfall beider Schnittstellen wird von der S5-155H erkannt.

**[0133]** Signalzustand "0" zeigt an, dass die Profibuschnittstellen des Reglers fehlerfrei arbeiten.

Auswertung der Meldesignale Regler

**[0134]** Die Reglermeldesignale werden durch die Befehlersrechner wie folgt ausgewertet:

## EP 1 191 502 A1

		REGLERMELDUNGEN			
Kreis- Ansteuerung 1)	Istwert vorhanden	Überstrom	Istwertausfall	Fern (nicht Ort)	Kreisstatus 2)
1	1	0	0	1	ok
1	0	X	X	1	Fehler
1	X	1	X	1	Fehler
1	X	X	1	1	Fehler
0	0	0	0	1	ok
0	1	X	X	1	Fehler
X	X	X	X	0	Ortsmeldung kein Fehler

1) Stufenanwahl und System Ein/Aus

0: Stufenanwahl = 0 oder Ein/Aus = 0,

1: Stufenanwahl > 0 und Ein/Aus = 1

2) Auswertung ca. 1 s nach Schaltvorgang

X: Zustand ohne Bedeutung

o.k: in Ordnung

**[0135]** Zur Überwachung der Lampenausfälle, Isolationszustände und Stromistwerte der Serienkreise werden Ko-  
prozessoreinheiten auf Basis einer SIMATIC S7-300 eingesetzt, die über einen redundanten Profibus (FDL-Protokoll)  
an den jeweiligen Stationsbefeuerungsrechner angebunden werden (vergl. FIG 7).

**[0136]** Für die Lampenausfallmeldung stehen neue Baugruppen zur Verfügung, deren Messwerte über eine SPS  
(S7-300) ausgelesen werden. Das Messprinzip entspricht der bekannten LAM-Baugruppe d.h., über einen leerlaufen-  
den Lampentrafo wird ein Messfenster gebildet, indem die Messwerte Spannung und Zeit erfasst werden. Das Pro-  
gramm in der S7 ermittelt daraus die Anzahl der ausgefallenen Lampen auf Basis der bei der Inbetriebnahme ermittelten  
Referenzwerte.

**[0137]** Um eine Stufenüberwachung über eine unabhängige Strommessung zu ermöglichen (siehe Normentwurf  
IEC61 820), wird von der LAM-Baugruppe auch der Effektivwert des Sekundärstroms erfasst und über die S7 zur  
Steuerung S5-155H gekoppelt.

**[0138]** Zur einfacheren Inbetriebnahme müssen die LAM-Baugruppen nicht mehr abgeglichen werden, sondern das  
Programm in der S7 erfasst und speichert auf Knopfdruck die Werte für einen Referenzpunkt. Über einen  
anschließbaren Laptop, können die Werte ausgelesen und gesichert werden. Bei einem Austausch einer LAM-Bau-  
gruppe, muss keine neue Justage vorgenommen werden (Referenzwerte werden in der S7 gespeichert). Bei einem  
nötigen Austausch der S7, können sämtliche Referenzwerte/Parameter vom Laptop wieder in die S7 geladen werden.

**[0139]** Über einen in dem LAM/ISO-Schrank eingebauten PC mit Flachbildschirm, können jederzeit die aktuellen  
Messwerte abgerufen werden. gung, die ebenfalls auf die S7 aufgeschaltet werden (vergl. FIG 7).

**[0140]** Mit diesen neuen Baugruppen in Verbindung mit dem Auswerteprogramm ISO in der S7, wird ein wesentlich  
größerer Messbereich abgedeckt (5 kΩ bis 200 MΩ, optional 999 MΩ) und dies bei einer größeren Auflösung (12 Bit)  
als bei dem bekannten ISO-Scanner (5 Bit).

**[0141]** Damit kann präzise auf der Warte (PC), der Isolationswert in einem Histogramm angezeigt werden (Isolati-  
onswert über der Zeit). Wie bei LAM steht eine Anzeige der aktuellen Messwerte am eingebauten Flachbildschirm zur  
Verfügung.

**[0142]** Für die Inbetriebnahme steht ein Programm auf dem Laptop zur Verfügung.

**[0143]** Folgende Vorteile gegenüber dem LAM-/ISO-Konzept der Südpiste sind beispielsweise gegeben:

- Weniger Verkabelung in der Station und daraus resultierend einfacherer Ausbau. Die Steuerung muss bei Ände-  
rungen und Ergänzungen der Befeuerung in der Regel nur softwaremäßig ergänzt werden.
- Isolationsmessung mit Messbereich von 5 kΩ bis 200 MΩ (optional bis 999 MΩ) mit einer Auflösung von mindestens  
12 Bit (bisher 5 Bit).
- Lampenausfallmessung mit sehr ähnlichem Messprinzip wie bisherige LAM Baugruppe aber mit automatischer  
Ermittlung der kreisspezifischen Parameter bei der Inbetriebnahme. Sicherung der Referenzparameter in einem  
Laptop, mit der Möglichkeit der Rückladung.
- Weniger Platzbedarf für Steuerung und LAM/ISO-Schränke
- Vom Regler unabhängige zweite Strommessung (Effektivwert) zur Überwachung der Stufenströme (=Helligkeit).

## EP 1 191 502 A1

**[0144]** Die Ansteuerung der Blitzbefuerung erfolgt in den Stationen Nord-West und Nord-Ost über einen Impulsgeber, der vom Steuer- und Überwachungssystem ein- und ausgeschaltet wird. Die Durchlauffrequenz ist fest (nicht schaltbar).

**[0145]** Zur Überwachung gibt der Impulsgeber Meldesignale ab, die vom Steuer- und Überwachungssystem eingelesen werden.

Die Kopplung zwischen der Steuereinheit S5-155H und den Impulsgebern erfolgt über 24V-Signale.

### Ansteuerung:

**[0146]** Für die Ansteuerung der Impulsgeber mit dem Steuersignal "Impulsgeber Ein" werden in der S5-155H jeweils zwei Ansteuerungsausgänge ("Ein"/"Aus") vorgesehen. Diese beiden Ausgänge (24V) werden - durch Dioden entkoppelt - zusammengefasst und zu einem Haftrelais (Remanzrelais) weitergeführt. Somit bleibt der Schaltzustand SFL auch bei einem Totalausfall des Befeuerechners bestehen.

**[0147]** Zur Lokalisierung eines Fehlers bei einem Ansteuersignal ist im Steuer- und Überwachungssystem eine Fehlerlokalisierungseinrichtung realisiert.

### Rückmeldungen SFL:

**[0148]** Der Impulsgeber für die Blitzbefuerung stellt 6 Meldesignale zur Verfügung, die vom Steuer- und Überwachungssystem ausgewertet werden.

**[0149]** Jedes Meldesignal wird redundant (zweikanalig) auf die Eingänge der S5-155H aufgelegt. Zur Lokalisierung eines Signalausfalls ist eine Fehlerlokalisierung in der Steuereinheit S5-155H realisiert.

#### 1. Meldesignal "Betriebsmeldung":

**[0150]** Signalzustand "1" zeigt an, dass der Impulsgeber arbeitet. Ist das Ansteuersignal auf "1" und das Signal "Betriebsmeldung" geht innerhalb einer Überwachungszeit von ca. 1 Sekunde auf den Signalzustand "1", geht das Steuer- und Überwachungssystem davon aus, dass der Impulsgeber ordnungsgemäß arbeitet.

#### 2. Meldesignal "Fern/Ort":

**[0151]** Signalzustand "1" zeigt an, dass der Impulsgeber auf Ortsbetrieb geschaltet ist. Die Ansteuersignale von der S5-155H-Relaisbaugruppe werden ignoriert.

Signalzustand "0" zeigt an, dass der Impulsgeber auf Fernsteuerung geschaltet ist. Die Anwahl der Betriebsstufen erfolgt über die Ansteuersignale der S5-155H-Relaisbaugruppe.

#### 3. Meldesignal "Betriebsbereit":

**[0152]** Signalzustand "1" zeigt an, dass Spannung vorhanden und der Impulsgeber betriebsbereit ist.

**[0153]** Signalzustand nicht betriebsbereit ist.

#### 4. Meldesignal "0" zeigt an, dass keine Spannung vorhanden oder der Impulsgeber Fehler TIL" (Schwellenblitz):

**[0154]** Signalzustand "1" zeigt an, dass ein Fehler am Schwellenblitz aufgetreten ist und beide Lampen abgeschaltet sind.

Signalzustand "0" zeigt an, dass kein Fehler an den Lampen der Schwellenblitze vorliegt.

#### 5. Meldesignal "1. Schwelle" (LAM-Warnung) :

**[0155]** Signalzustand "1" zeigt an, dass die erste, am Impulsgeber einstellbare Schwelle für Lampenausfall erreicht ist.

Signalzustand "0" zeigt an, dass die erste Schwelle für Lampenausfall noch nicht erreicht ist.

#### 6. Meldesignal "2. Schwelle" (LAM-Alarm) :

**[0156]** Signalzustand "1" zeigt an, dass die zweite, am Impulsgeber einstellbare Schwelle für Lampenausfall erreicht ist.

**[0157]** Signalzustand "0" zeigt an, dass die zweite Schwelle für Lampenausfall noch nicht erreicht ist.

## EP 1 191 502 A1

### Auswertung der Meldesignale vom Steuer- und Überwachungssystem:

#### [0158]

5	Ansteuerung (Ein=1, Aus=0)	Meldesignal Betriebsmeldung	Meldesignal Betriebsbereit	Meldesignal Fern/Ort	Auswertung
	0	0	1	0	in Ordnung
	1	1	1	0	in Ordnung
10	0	1	x	0	Fehler
	1	0	x	0	Fehler
	x	x	0	0	Fehler
15	x	x	x	1	keine Fehlerauswertung, nur Anzeige: "Kreis auf Ort".

20 **[0159]** Für Hindernisfeuer (OBS) werden in den Befeuerungsrechnern der Stationen Nord-West, Feuerwehr und Nord-Ost jeweils zwei digitale Ansteuerausgänge und zehn Rückmeldeeingänge vorgesehen.

25 **[0160]** Die Steuerspannung zur Ansteuerung und Rückmeldung der dezentralen OL-Steuerungsschaltanlagen beträgt 60V DC. Diese Steuer- und Meldesignale werden in einem zusätzlichen Schaltschrank "Hindernisfeuer" auf den S5-Ein- und Ausgangspegel von 24V DC umgesetzt. Zusätzlich werden die beiden S5-Ansteuerausgänge OBS-1 / OBS-2 vervielfältigt.

#### Ansteuerung durch S5:

30 **[0161]** Die Ansteuerung der Hindernisfeuer erfolgt durch zwei redundante Steuersignale der S5. Die beiden Ausgänge (24V) werden - durch Dioden entkoppelt - zusammengefasst und zu zwei Koppelrelais weitergeführt. Diese Koppelrelais werden hardwaremäßig so aufgebaut, dass bei einem Totalausfall des Steuerungsrechners die Hindernisbefeuerng automatisch eingeschaltet werden.

35 **[0162]** Die beiden Ansteuersignale werden nun im Schaltschrank Hindernisbefeuerng jeweils für die Ansteuerung von 5 Hindernisfeuergruppen vervielfältigt und auf 60V DC umgesetzt.

#### Rückmeldungen an S5

40 **[0163]** Die 60V-Rückmeldungen der 10 Hindernisfeuergruppen werden im Schaltschrank Hindernisbefeuerng auf potentialfreie Kontakte umgesetzt und vom Befeuerungsrechner S5-155H mit 24V DC Signalspannung redundant eingelesen.

### Auswertung der Meldesignale vom Steuer- und Überwachungssystem:

45 **[0164]** Für jede der 10 Hindernisfeuergruppen erfolgt die Auswertung im Befeuerungsrechner nach folgendem Schema:

Ansteuersignal	Meldesignal	Auswertung Gruppe 1-10
0	0	in Ordnung
1	1	in Ordnung
0	1	Fehler
1	0	Fehler

55 **[0165]** Die Auswertung nach einem Schaltvorgang "OBS-Ein" oder "OBS-Aus" erfolgt nach einer Verzögerungszeit von ca. 20 Sekunden.

**[0166]** Eine Störmeldung wird nur in der Haupt- und Nebenwarte abgesetzt. Im Tower werden OBS-Fehler nicht ausgegeben.

## EP 1 191 502 A1

**[0167]** Störungen bleiben so lange bestehen, bis die Störungsursache wieder behoben ist. Die Befehlsrechner der Stationen binden dann diese Hindernisfeuergruppen wieder automatisch in die Überwachung ein.

**[0168]** Für die Windrichtungsanzeige in den Stationen Nord-West und Nord-Ost werden jeweils folgende redundante Signale vorgesehen.

5

Signale			
1	Ansteuersignal	WDI	pot. freier Kontakt
1	Rückmeldung	WDI EIN	Signalspannung +24V

10

**[0169]** Zur Realisierung der Abläufe beim CATIII-Einrollen zur Start/Landebahn, der Absicherung von Stopbarren und der Blockschaltungen auf den Rollwegen, wird die Erfassung der Rollobjekte mit einem Sensorsystem benötigt.

**[0170]** Dies besteht im wesentlichen aus:

15

- Sensoren (Induktionsschleifen), eingelassen in den Rollbahnen und Start-/Landepisten
- Auswertegeräten in den Stationen zur Bildung der Belegtsignale (Induktionsschleife belegt)

**[0171]** Bei der Auswertung der von den Sensorikerelementen zur Verfügung gestellten Daten wird folgendes zugrunde gelegt:

20

a) Verhalten der Sensoren:

Ein Rollobjekt, das eine Sensorschleife überfährt, löst je nach Rollablauf und Objektbeschaffenheit einen oder mehrere Belegimpulse an diesem Sensor aus.

b) Belegen von Sicherheitssensoren:

25

Beim Überfahren von Kreuzungen und Einmündungen können von einem Objekt keine Sicherheitssensoren belegt werden, die sich seitlich zur befahrenen Strecke befinden.

c) Übergang zwischen TXC-Blöcken:

30

Die Sensoren sind zu den TXC-Blöcken so anzuordnen, dass sich genau am Übergang eines TXC-Blocks zum anderen ein Sensor befindet. Ein möglicher Versatz muss so klein sein, dass ein Objekt den vor einem TXC-Block befindlichen Sensor nicht belegt, wenn es direkt vor diesem TXC-Block stoppt.

d) Zur eindeutigen Erfassung von Rollobjekten muss folgendes erfüllt sein:

35

d1) Der Mindestabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Rollobjekten muss so groß sein, dass ein Sensor vom nachfolgenden Objekt erst belegt wird, wenn dieser vom vorausfahrenden Sensor "freigeschaltet" ist (dies ist aufgrund des Verhaltens der Sensoren nach a) notwendig; ein Objekt erzeugt ggf. mehrere Belegimpulse).

Die Freischaltung eines Sensors erfolgt, wenn das vorausfahrende Objekt einen hinreichend weit entfernten 2. Sensor belegt.

Für den Abstand dieser zwei Sensoren gilt:

40

- Jedes Objekt muss zwischen diesen beiden Sensoren passen, wobei nur an einem ein Belegtsignal erzeugt wird.
- Zwischen diesen beiden Sensoren muss sich ein vollständiger TXC-Abschnitt (Block) befinden, der als Schleife geschaltet werden kann.

45

d2) Für die unter d1) stehende Betrachtung ist der sensoraktive Teil der sensoraktive Teil erzeugt eine Belegmeldung) eines Rollobjektes von Bedeutung.

50

**[0172]** Jede Auswertekarte der Sensorikerelemente besitzt folgende Meldesignale an die Steuereinheit S5-155H in der Station:

4 Belegtsignale

55

**[0173]** (an ein Auswertegerät können max. 4 Schleifen angeschlossen werden). Ein Belegtsignal meldet "1" (24V), wenn ein Objekt (Flugzeug) über eine zugehörige Schleife fährt, ansonsten "0". Wenn eine Schleife defekt ist, pulst das Belegtsignal mit ca. 1 Hz und das Signal "Fehler" ist "1".

## EP 1 191 502 A1

1 Signal "Betrieb"

**[0174]** Dieses Signal ist "1" (24V), wenn die Auswertekarte des Geräts ordnungsgemäß arbeitet.

5 1 Signal "Fehler"

**[0175]** Dieses Signal ist "1" (24V), wenn eine oder mehrere Schleifen einen Defekt aufweisen.

**[0176]** Alle Signale des Sensorsystems werden auf die S5-155H der Stationen zweikanalig aufgelegt. Über die Fehlerlokalisierung in der S5-155H wird ein defekter Eingang aufgespürt und gemeldet.

10 **[0177]** Für die Vorortdiagnose und Vorortsteuerung ist eine Serviceeinheit (Laptop) vorgesehen.

**[0178]** Diese Serviceeinheit dient zur Steuerung der Befuerungssysteme und Beobachtung von Betriebszuständen (Regler, LAM, ISO und Sensoren) einer Station. Dieser Laptop kann im laufenden Betrieb an die Steuereinheiten S5-155H angekoppelt werden. Die Software auf dem Laptop erkennt selbständig mit welcher Steuereinheit (Nord-Ost, Feuerwehr oder Nord-West) sie verbunden ist.

15 **[0179]** Die Anzeigen und Steuermöglichkeiten in jeder Station beziehen sich auf alle Befuerungs- und Sensorsysteme dieser Station und sind auch bei Totalausfall der Kopplung zum Tower noch voll funktionsfähig. Die Anzeigen erfolgen über ein Fenstersystem, d. h. mehrere Anzeigen (Bilder) können gleichzeitig geöffnet und ihrer Lage am Bildschirm verschoben werden. Die Bedienung wird mit einer Maus durchgeführt.

20 **[0180]** Das Servicegerät ist als tragbarer Pentium-PC (Laptop) ausgeführt. Als Betriebssystem wird Windows NT verwendet.

**[0181]** Es sind folgende Bedien- und Anzeigeebenen (Windows) vorgesehen:

### Übersicht:

25 **[0182]** In der Befuerungsübersicht wird der Status (Ein/ Aus/ Ort/ Fehler) aller Systeme der jeweiligen Station in einem Fenster dargestellt.

### Kreisfenster

30 **[0183]** Kreisfenster zeigen alle Zustandsdaten gewählter Kreise (Regler, LAM, ISO).

### Sensorfenster

35 **[0184]** Im Sensorbild werden Belegmeldungen und Störungszustände der Sensorschleifen (soweit von der S5-155H erfasst) angezeigt.

Hinweis: weitere Details zum Systemstatus der Sensorschleifen können mit der Sensorsoftware der Firma Honeywell aus den Sensorerfassungsgeräten ausgelesen werden.

40 Steuern der Befuerung (Ortsteuerung)

**[0185]** Mit der Serviceeinheit können Befuerungssysteme in der Station gesteuert werden, in der das Servicegerät angekoppelt wurde. Voraussetzung ist, dass sich ein Bediener mit Steuerberechtigung über ein Passwort angemeldet hat.

45 **[0186]** Mit der Serviceeinheit kann jedes Anflug-, S/L-System und jeder STB-/TXC-Abschnitt sowie die weiteren Systeme einzeln ein- und ausgeschaltet werden (soweit in der jeweiligen Station vorhanden). Die Helligkeitseinstellung je System kann ebenfalls gewählt werden. Die Bedienung erfolgt über die Maus durch die Anwahl von Ein-/Austasten am Bildschirm (Fenster).

50 Sonstige Funktionen

### **[0187]**

- 55
- An-/Abmelden
  - Passworte ändern
  - Programmende

**[0188]** FIG 8 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer dezentralen Steuereinrichtung, hier einer SIAMTIC vom Typ

## EP 1 191 502 A1

S5-155H.

**[0189]** Die Warten basieren auf einem PC mit Kopplung zum Tower sowie Monitor, Drucker und USV (vergl. FIG 1).

**[0190]** Zusammenfassend werden folgende Leistungen bereitgestellt:

- 5 - Grafische Darstellung des Befeuerungs- und Systemzustands,
- Einzelanzeigen für jeden Stromkreis mit Zustand Regler, LAM und ISO,
- Einzelanzeige des Zustands der Sensor-Auswertegeräte (Schleifen),
- Berechnen und Anzeigen der Betriebszeiten für Lampen und Regler,
- Eingeben von Grenzwerten und Parameter,
- 10 - Statusanzeigen der ANBLF-Meldungen,
- Speichern und Anzeigen von Störmeldungen für einen Zeitraum von mindestens 7 Tage. Ausdrucken der Störmeldungen mit Datum/Uhrzeit,
- Speichern und Anzeigen aller Betriebszustände der Befeuerung für einen Zeitraum von mindestens 7 Tage,
- Ausdrucken ausgewählter Betriebszustände auf einem Protokolldrucker.
- 15 - Verwaltungsfunktionen wie passwortgeschützter Zugriff und Datensicherung.

**[0191]** Die Anzeigen erfolgen farbig in einem Window-System, die Bedienung wird benutzerfreundlich über Menüs mit der Maus durchgeführt.

20 PC Pentium II 450 MHz

**[0192]** mit:

- Farbmonitor 20" mit Grafikkarte, Auflösung 1024 x 768 Bildpunkte
- 25 - Farbdrucker mit Einzelblatteinzug für Protokolle
- Matrixdrucker mit Endlospapier als Störmeldedruker
- Funkuhr für die Zeit- und Datumssynchronisation
- Maus und Tastatur

30 WINDOWS NT Betriebssystem

**[0193]** SINEC H1 Kopplung zum Tower mit LWL-Umsetzer (OLM) Visualisierungssystem.

**[0194]** Das System wird über einer USV für min. 10 min gepuffert. Danach wird der Rechner automatisch heruntergefahren. Nach Wiederkehr der Netzspannung läuft das System automatisch wieder hoch.

35 **[0195]** Der Bildschirm dient zur Anzeige aller Betriebsdaten, Betriebszustände, Fehlermeldungen sowie Bedieneingaben.

**[0196]** Die Anzeige erfolgt über ein Fenster-System, d.h. mehrere Anzeigen (Bilder) können gleichzeitig geöffnet und in ihrer Lage am Bildschirm verschoben werden.

**[0197]** Die Bedienung wird mit der Maus durchgeführt.

40 **[0198]** Der Bildschirm ist in mehreren Bereichen wie folgt aufgeteilt:

- Titelleiste
- Meldezeile
- Bildbereich
- 45 - Bildumschalttasten

**[0199]** In der graphischen Übersicht wird der Zustand der gesamten Befeuerungsanlage in grafischer Form übersichtlich dargestellt.

**[0200]** Das Bild enthält jeweils:

- 50 - Piste N/S
- Rollwege
- Vorfeld

55 **[0201]** Die Anzeige der Pistenbefeuerung erfolgt Kreisweise, die Anzeige für Rollwege Stopbarren und Vorfeld Systemweise.

Für jede Station werden bei Netzstörung und bei Notstrombetrieb Warnanzeigen eingeblendet, die bei normalen Netzbetrieb nicht sichtbar sind.

## EP 1 191 502 A1

**[0202]** Die Zustände eines Befeuerungssystems werden durch Farben gekennzeichnet:

5

Zustand	Anzeige
AUS	grau
EIN	systemabhängig
Fehler nicht quittiert	Magenta/grau blinkend
Fehler quittiert	magenta (nichtblinkend)
Kreis auf Ort, nicht quittiert	Weiß/grau blinkend
Kreis auf Ort, quittiert	Weiß (nicht blinkend)

10

**[0203]** Der EIN-Zustand der einzelnen Befeuerungssysteme wird wie folgt dargestellt:

15

System	Farbe
SFL	weiß
APH	weiß
RSR	rot
TDZ	weiß
RCL	weiß
REH	weiß
REL	weiß
THR	grün
RWE	rot
PAPI	rot/weiß
TXC	grün
TXE	blau
STB	rot
SEN	braun

20

25

30

35

**[0204]** Die Bildanwahltasten zeigen jeweils einen Sammelfehlerzustand an, der aus allen Fehlern gebildet wird die in diesem Bild angezeigt werden. Tritt ein Fehler auf so wechselt die Tastenfarbe von grau nach magenta.

40

### Anwahl Kreisbild mit Maus

**[0205]** Das grafische Übersichtsbild dient auch zur einfachen Anwahl der detaillierten Signalanzeige im Kreisbild. Hierzu muss nur das grafische Symbol des Befeuerungssystems mit der linken Maustaste angewählt werden.

45

**[0206]** Bei Anwahl mit der rechten Maustaste wird eine Liste mit allen Systemen eingeblendet aus dem ein Kreisbild zum öffnen ausgewählt wird.

**[0207]** Es können maximal zwei Kreisbilder zur selben Zeit geöffnet sein.

**[0208]** Für jedes Anflug- und Piste-System sowie für jeden STB- und TXC-Abschnitt sowie sonstige Systeme, ist ein Bild (Fenster) mit den zugehörigen Stromkreisen vorhanden. Das Kreisbild (Fenster) enthält alle vorhandenen Informationen der Stromkreise eines Systems.

50

**[0209]** Das Kreisbild kann durch "Anfassen" am oberen Rand mit der Maus am Bildschirm verschoben werden.

**[0210]** Vom Kreisbild aus ist über andere Fenster auch die Eingabe von kreisbezogenen Daten möglich.

**[0211]** Die einzelnen Kreisbilder können in einem Auswahlfenster über ihren Namen oder über das grafische Übersichtsbild angewählt werden.

55

Die Bilder enthalten folgende Anzeigen:

**[0212]**

- 5 • Systemdaten
  - Kennzeichnung des Systems <sup>1)</sup>
  - Ansteuerung des Systems <sup>1)</sup>
  
- 10 • Reglerdaten
  - Fern/Ort <sup>1)</sup>
  - eingestellte Helligkeitsstufe <sup>1)</sup>
  - Reglerrückmeldungen <sup>1)</sup>
  - 15 - Reglerbetriebszeit <sup>2)</sup>
  
- Lampendaten
  - Anzahl defekte Lampen <sup>1)</sup>
  - 20 - Anzahl Lampen pro Kreis <sup>1)</sup>
  - Lampenbetriebszeit <sup>2)</sup>
  - Wartungsintervall <sup>3)</sup>
  - relative Lampenbelastung <sup>3)</sup>
  - LAM-Grenzwerte <sup>3)</sup>
  - 25 - LAM-Zustand (OK, Teil-, Totalausfall) <sup>1)</sup>
  
- Isolationsdaten
  - ISO-Istwert [kOhm]
  - 30 - ISO-Grenzwerte <sup>3)</sup>
  - ISO-Zustand (OK, Teil-, Totalausfall) <sup>1)</sup>

**[0213]** Die Kennzeichnungen der einzelnen Informationen haben folgende Bedeutung:

- 35 1. Daten werden angezeigt
- 2. Daten werden angezeigt und können zurückgesetzt werden
- 3. Daten werden angezeigt und können eingegeben werden

**[0214]** Einige Kreise sowie Sondersysteme sind ungeregelt und besitzen somit keine Lampen- und Isolationsdaten sowie Reglerdaten und Reglerbetriebszeiten.

**[0215]** Ähnlich wie im Übersichtsbild kann auch aus dem Kreisbild heraus das angezeigte System mittels der Auswahlliste gewechselt werden.

**[0216]** Die Betriebszeiten aller Kreise werden berechnet und gespeichert.

**[0217]** Die Betriebszeiten werden auf zwei Arten berechnet:

45

Absolute Gesamtbetriebszeit

**[0218]** Die absolute Gesamtbetriebszeit (Reglerbetriebszeit) eines Kreises ist die "echte" Betriebszeit des Kreises.

50

Bewertete Betriebszeit

**[0219]** Die bewertete Betriebszeit seit letzter Wartung, im weiteren Text als bewertete Betriebszeit oder Lampenbetriebszeit bezeichnet, ist die Summe der Betriebszeiten eines Kreises seit der letzten Wartung.

**[0220]** Bei geregelten Kreisen werden die Einschaltzeiten der Kreise vor dem Addieren mit dem Kehrwert der prozentualen Lampenlebensdauer der jeweiligen Helligkeitsstufe multipliziert. Das bedeutet, dass es sich bei den angezeigten Betriebszeiten um bewertete Betriebszeiten handelt.

## EP 1 191 502 A1

Beispiel:

**[0221]** Das System Runway wird in Helligkeitsstufe 3 betrieben. Das System wird 0,5 Stunden eingeschaltet. Als relative Lampenbelastung für Stufe 3 des Kreises 1 (Runway) ist 80 % gespeichert.

5 **[0222]** Zur Betriebszeit des Kreises 1 wird während dieser Einschaltdauer folgender Wert addiert:

$$0,5 \text{ h} * 0,80 = 0,4 \text{ h}$$

10 **[0223]** Die Betriebszeiten werden immer aktualisiert, solange der Rechner eingeschaltet ist.

**[0224]** Bei unregelmäßigen Kreisen werden die Einschaltzeiten des jeweiligen Kreises einfach addiert. Das heißt, es wird die echte Betriebszeit der Lampen angezeigt.

15 **[0225]** In der Zustandsübersicht des Leitsystems (Fenster), wird die Steuerung der Befuerung mit den Steuerrechnern in allen Stationen und die Kopplungen grafisch dargestellt, so dass auf einen Blick der Zustand des Systems erfasst werden kann.

**[0226]** Bei Störungen in einem Steuerrechner oder einer Kopplung blinkt das zugehörige Symbol.

**[0227]** Sollten nicht alle Komponenten auf ein Bild passen, werden die einzelnen Stationen auf mehrere Bilder verteilt. Die Kopplungen zwischen den Stationen werden dann zusätzlich in einem Übersichtsbild dargestellt.

20 **[0228]** Das Leitsystem überwacht die Befuehrungsanlage. Erkennt es eine Fehlfunktion, so wird eine Fehlermeldung erzeugt, für mindestens 30 Tage gespeichert, (letztlich begrenzt durch Speicherplatz) angezeigt und ausgedruckt.

**[0229]** Zur Anzeige am Bildschirm dienen die "Meldezeile" sowie das Bild (Fenster) "Meldeliste".

**[0230]** Fehlermeldungen werden auch am Drucker als Meldfolgeprotokoll ausgedruckt.

**[0231]** Alle Fehlermeldungen müssen vom Bedienpersonal quittiert werden.

25 **[0232]** Alle Fehlermeldungen werden auf Magnetplatte gespeichert. Fehlermeldungen werden immer erfasst, wenn der Rechner eingeschaltet ist.

**[0233]** Das System kennt zwei Stufen von Fehlern:

- Teilausfall  
(Überschreitung Schwelle 1)

30 Diese Fehlermeldungen sind ein Hinweis für die Wartung, dass Handlungsbedarf besteht.

- Totalausfall = Alarm  
(Überschreitung Schwelle 2)

Diese Fehler sind so gravierend, dass der Betrieb mindestens eines Befuehrungssystems nicht mehr voll gewährleistet ist und sind als kritische Fehler zu betrachten.

35 **[0234]** Im Bild (Fenster) "Meldeliste" werden die im Rechner gespeicherten Fehlermeldungen angezeigt.

**[0235]** Die Anzeige erfolgt in Listenform, wobei die angezeigten Fehler einen Ausschnitt aus den gespeicherten Fehlern darstellen. Die Meldeliste kann gerollt werden, um nacheinander alle Fehler anzuzeigen.

**[0236]** Folgende Daten werden zu jedem Fehler angezeigt:

- 40
- Datum und Uhrzeit Fehler erkannt/quittiert/behoben
  - Zustand erkannt/quittiert/behoben
  - Kreisbezeichnung
  - Systemkennzeichnung (falls anwendbar)
  - 45 - Störort (Station)
  - Fehlerkategorie (Teilausfall/Totalausfall)

**[0237]** Es können alle Fehler einer Anzeige oder alle gespeicherten Fehler auf einmal quittiert werden.

Die Meldeliste kann ausgedruckt werden (siehe auch Druckerausgaben).

50 **[0238]** Die Meldeliste hat zwei Darstellungsarten: aktuell und Archiv. In der aktuellen Liste sind nur anstehende Fehler sichtbar. In der Archivansicht sind alle erkannten Fehler sichtbar, mit getrennten Einträge für die Zustände erkannt, quittiert und behoben.

**[0239]** Die Meldezeile ist unabhängig vom angewählten Bild (Fenster) jederzeit sichtbar.

55 **[0240]** Die Meldezeile dient dazu, dem Bediener den zuletzt erkannten Fehler - unabhängig vom angewählten Bild - anzuzeigen.

**[0241]** In der Meldezeile werden zum Fehler dieselben Informationen angezeigt wie in der Meldeliste.

**[0242]** Die Fehlermeldungen, die in der Warte erkannt und angezeigt werden, lassen sich im wesentlichen wie folgt zuordnen:

## EP 1 191 502 A1

- Stromkreisfehler
- Fehler im Steuer- und Überwachungssystem

5 **[0243]** Unter Kreisfehlern sind solche Fehler zu verstehen, die sich eindeutig auf einen Stromkreis der Befehrsanlage beziehen.

- a) Reglerfehler
- b) Lampenausfälle

10 Bei der Lampenausfallüberwachung werden zwei Fehlerstufen unterschieden. Die erste Stufe ist der "Teilausfall" (Grenzwert 1), die zweite Stufe ist der "Totalausfall" (Grenzwert 2).

- c) Isolationszustand  
Gleiche Funktion wie bei Lampenausfälle
- d) Lampenbetriebszeit

15 **[0244]** Dieser Fehler kennzeichnet das Überschreiten der Lampenbetriebszeit. Er wird angezeigt, wenn der Betriebszeitenzähler für die Lampen eines Kreises einen höheren Wert aufweist, als das gespeicherte Wartungsintervall (siehe Kreisbild).

**[0245]** Wenn die Lampen ausgewechselt werden, kann der Betriebszeitenzähler wieder auf Null zurückgesetzt werden (siehe Kreisbild). Dadurch wird der Fehler "Betriebszeit" wieder gelöscht.

20 **[0246]** Unter Fehler-, Steuer- und Überwachungssystem fallen alle Ausfälle im Steuer- und Überwachungssystem:

- Stromversorgung
- Lüfter
- S5-interne Batterie
- 25 - CPU
- Kommunikationsbaugruppe
- Ein-/Ausgabebaugruppe

30 **[0247]** Der Schaltzustand aller Kreise, Systeme der Befehrsanlage und Signale des Sensorsystems, werden mit Datum und Uhrzeit erfasst und in einer Datenbank für mindestens 7 Tage gespeichert. Bei Bedarf können Signale in einem Kurvenfenster angezeigt oder auch ausgedruckt werden.

**[0248]** Folgende Signale werden gespeichert:

- Anwahl aller Systeme und Helligkeitsstufen einschließlich Schaltabschnitte TXC und STB
- 35 - Alle ANBLF-Meldungen
- Rückmeldung aller Regler (ok oder Fehler)
- LAM-Istwerte
- ISO-Istwerte

40 **[0249]** Die Istwerte für LAM, ISO und Helligkeitsstufe werden in Kurvenform dargestellt.

**[0250]** Die Anwahl der Systeme, die ANBLF-Meldungen und sonstige Betriebsmeldungen werden ähnlich den Fehlermeldungen in Listenform ausgegeben.

**[0251]** In der Hauptwarte sind, wie in FIG 1 gezeigt, zwei Drucker angeschlossen. An diesen Druckern werden folgende Listen und Protokolle ausgedruckt:

- 45 - Meldeliste
- Lampenausfallprotokoll
- Betriebszeitenprotokoll
- Betriebszustände über der Zeit

50 **[0252]** Die Meldeliste wird beim Erkennen, Quittieren und Beheben eines Fehlers fortlaufend gedruckt. Jede Seite der Meldeliste wird mit einem Seitenkopf bedruckt. Für jeden Fehler werden folgende Informationen gedruckt:

- 55 - Datum und Uhrzeit Fehler erkannt/quittiert/behoben
- Zustand erkannt/quittiert/behoben
- Kreisbezeichnung
- Systemkennzeichnung (falls anwendbar)
- Störort (Station)

## EP 1 191 502 A1

- Fehlerkategorie (Teilausfall/Totalausfall)

5 [0253] Auf Anforderung wird ein Protokoll aller aktuellen Lampenausfalldaten ausgedruckt. Der Ausdruck wird nach Systemen und den dazugehörigen Kreisnummern sortiert. Jede Seite wird mit einem Kopf versehen, der Wochentag und Datum des Ausdrucks enthält. Die Seiten werden nummeriert. Auf Anforderung wird ein Protokoll der Betriebszeiten der Regler sowie der Lampen aller Kreise ausgedruckt. Der Ausdruck wird nach System und den dazugehörigen Kreisnummern sortiert. Jede Seite wird mit einem Kopf versehen, der Wochentag und Datum des Ausdrucks enthält. Die Seiten werden nummeriert.

10 [0254] Die Funktion "Anmelden" dient dazu, dem Bediener bestimmte Funktionen des Programms freizugeben.

[0255] Der Bediener muss ein geheimes Passwort eingeben, um sich beim Rechner anzumelden.

[0256] Durch den Mechanismus des "Anmeldens" wird verhindert, dass unberechtigte Bediener oder Fremde wichtige Funktionen des Programms durchführen können, da sie die geheimen Passworte nicht kennen.

[0257] Die Funktion "Abmelden" ist das Gegenstück zum Anmelden. Durch das Abmelden des Bedieners werden alle freigegebenen Funktionen wieder gesperrt.

15 [0258] Neben dem Benutzer "Supervisor", dem alle Systemressourcen zur Verfügung stehen, müssen die anderen Benutzer (user) mit ihren Zugriffsrechten eingerichtet werden. Außerdem erhält jeder Benutzer ein Passwort.

[0259] Folgende Rechte sind vorgesehen:

- Parameter ändern/Werte rücksetzen

- 20 - Befeuerung steuern

[0260] Einem Benutzer können alle, ein Teil oder auch keine dieser Rechte zugeteilt werden. Ein Nutzer ohne eines dieser Zugriffsrechte kann sämtliche Bilder (Fenster) öffnen aber keine Daten ändern.

[0261] Im Normalbetrieb werden die Daten auf einer im Rechner eingebauten Festplatte gespeichert.

25 [0262] Die gespeicherten Daten werden in festgelegten Abständen automatisch auf der Festplatte ausgelagert (CSV-Datei). Von dort kann der Bediener die Dateien auf eine DOS- oder ZIP-Diskette sichern und z.B. mit Excel / Access weiterbearbeitet werden.

[0263] Sollte es durch einen Defekt im Rechner zum Verlust dieser Daten kommen, so können die Daten von der DOS- bzw. ZIP-Diskette wieder in den Rechner zurückkopiert werden.

30 [0264] Zusätzlich werden eingegebene Parameter und Einstellungen der Befeuerung auf der S5-Seite und auf dem PC gehalten, damit im Fehlerfall der jeweils zuletzt vorhandene Zustand wiederhergestellt werden kann.

[0265] Soll der Rechner abgeschaltet werden, ist zuvor das Programm zu beenden.

[0266] Diese Funktion ist durch ein Passwort geschützt und kann nur von dazu berechtigten Personen ausgelöst werden.

### 35 Patentansprüche

40 1. Leitsystem für Flugplatzbefeuerungsanlagen zum Steuern, Regeln und/oder Überwachen von Aktorik- und/oder Sensorikelementen von Flugplatzbefeuerungsgeräten, umfassend eine zentrale redundante Steuereinrichtung, an welche Ein- und Ausgabeeinrichtungen und mittels wenigstens einer Schnittstelle über ein redundant ausgebildetes Bussystem wenigstens eine dezentrale, mit den Aktorik- und/oder Sensorikelementen von Flugplatzbefeuerungsgeräten verbindbare Steuereinrichtung anschließbar ist.

45 2. Leitsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Steuereinrichtung eine speicherprogrammierbare Steuereinrichtung ist, vorzugsweise eine SIMATIC, besonders bevorzugt vom Typ S5-155H oder S7-400H.

50 3. Leitsystem nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dezentrale Steuereinrichtung eine redundante Steuereinrichtung ist.

55 4. Leitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dezentrale Steuereinrichtung eine speicherprogrammierbare Steuerung ist, vorzugsweise eine SIMATIC, besonders bevorzugt vom Typ S5-155H oder S7-400H.

5. Leitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schnittstelle Kommunikationsprozessoren umfasst.

## EP 1 191 502 A1

6. Leitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bussystem ein Ethernet- oder ein PROFIBUS- Netz ist.

5 7. Leitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses hochverfügbar betreibbar ist.

8. Leitsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest Teilbereiche sicherheitsgerichtet betreibbar sind.

10 9. Leitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses aus handelsüblichen Baugruppen und/oder Komponenten aufbaubar ist.

15 10. Leitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses an bestehende Leitsysteme adaptierbar ist.

11. Leitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses modulartig erweiterbar ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

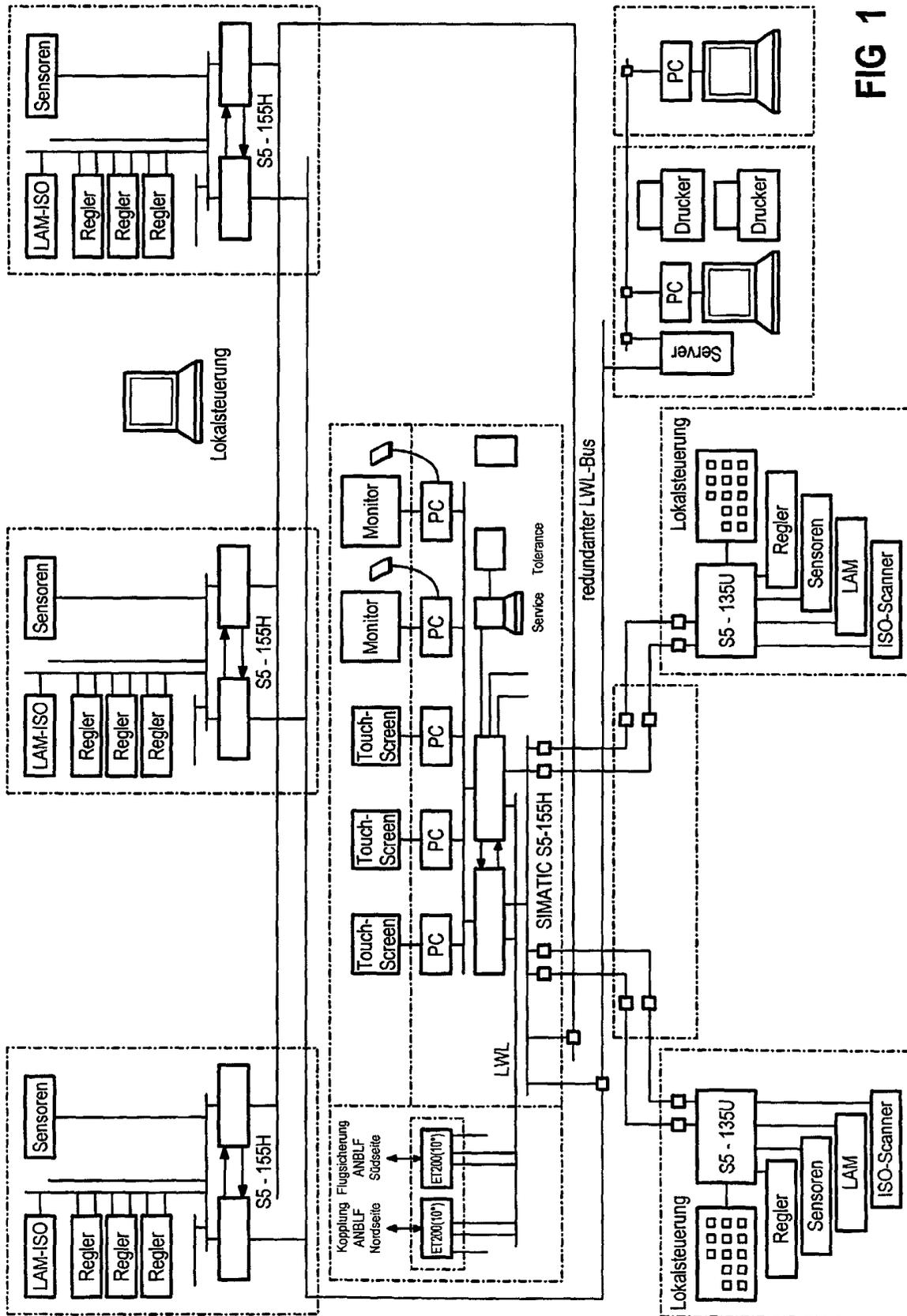


FIG 1

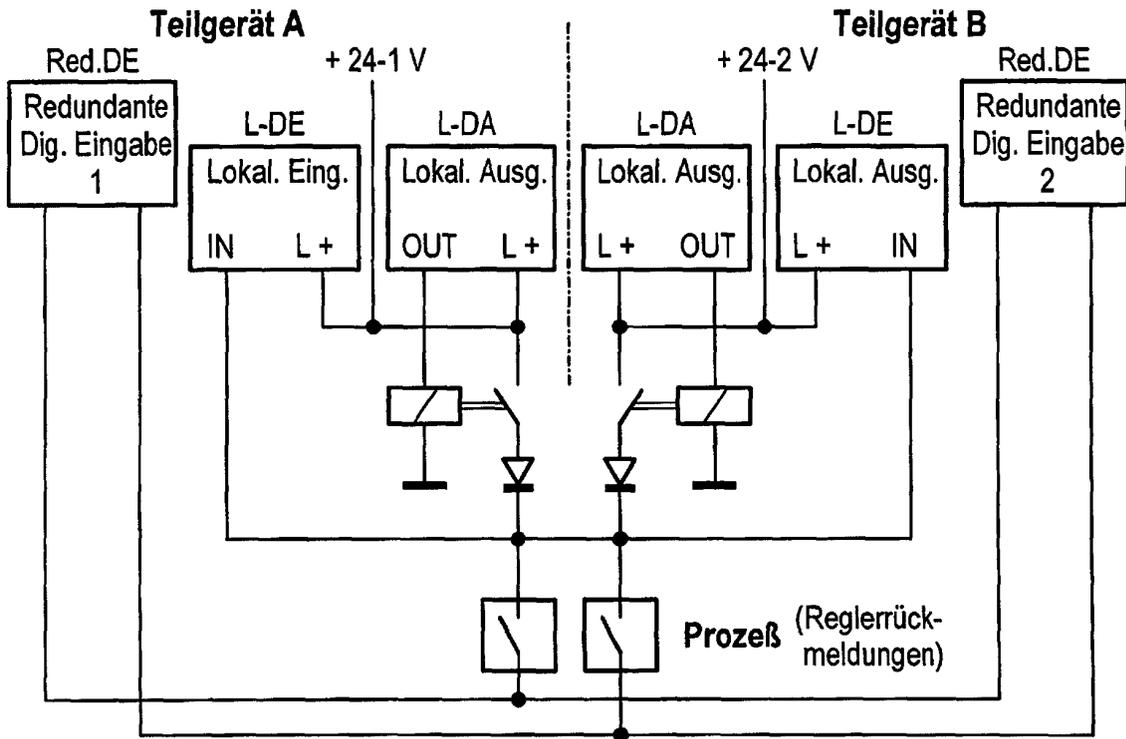


FIG 2

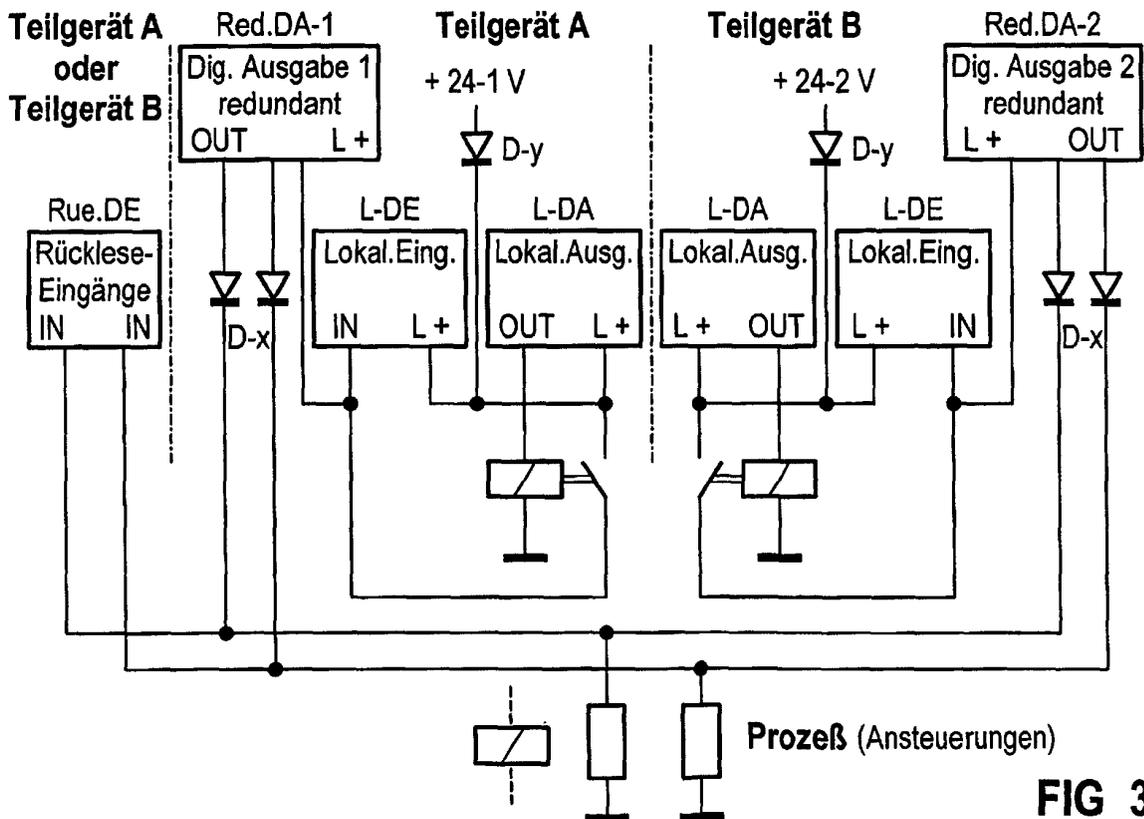
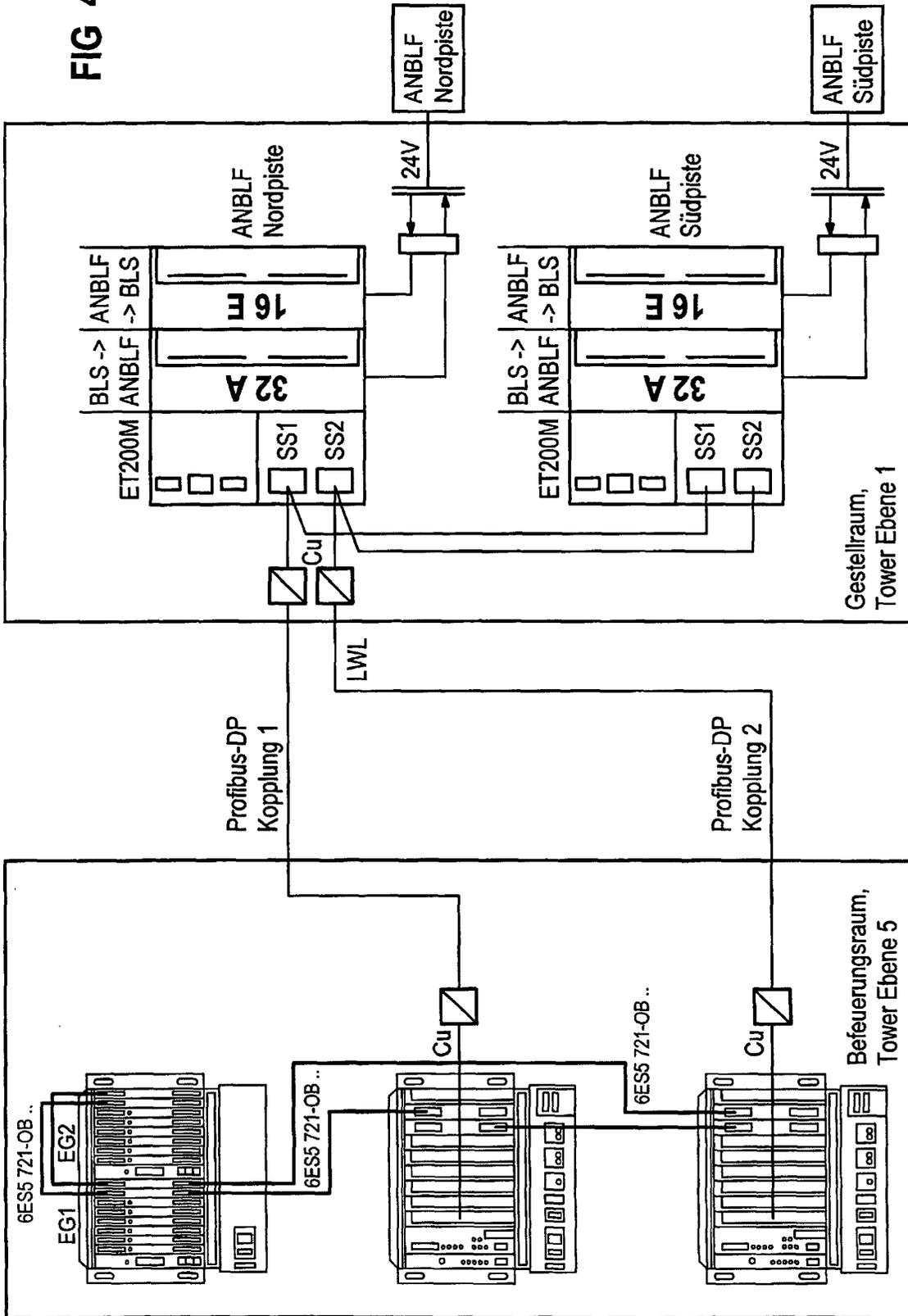


FIG 3

FIG 4



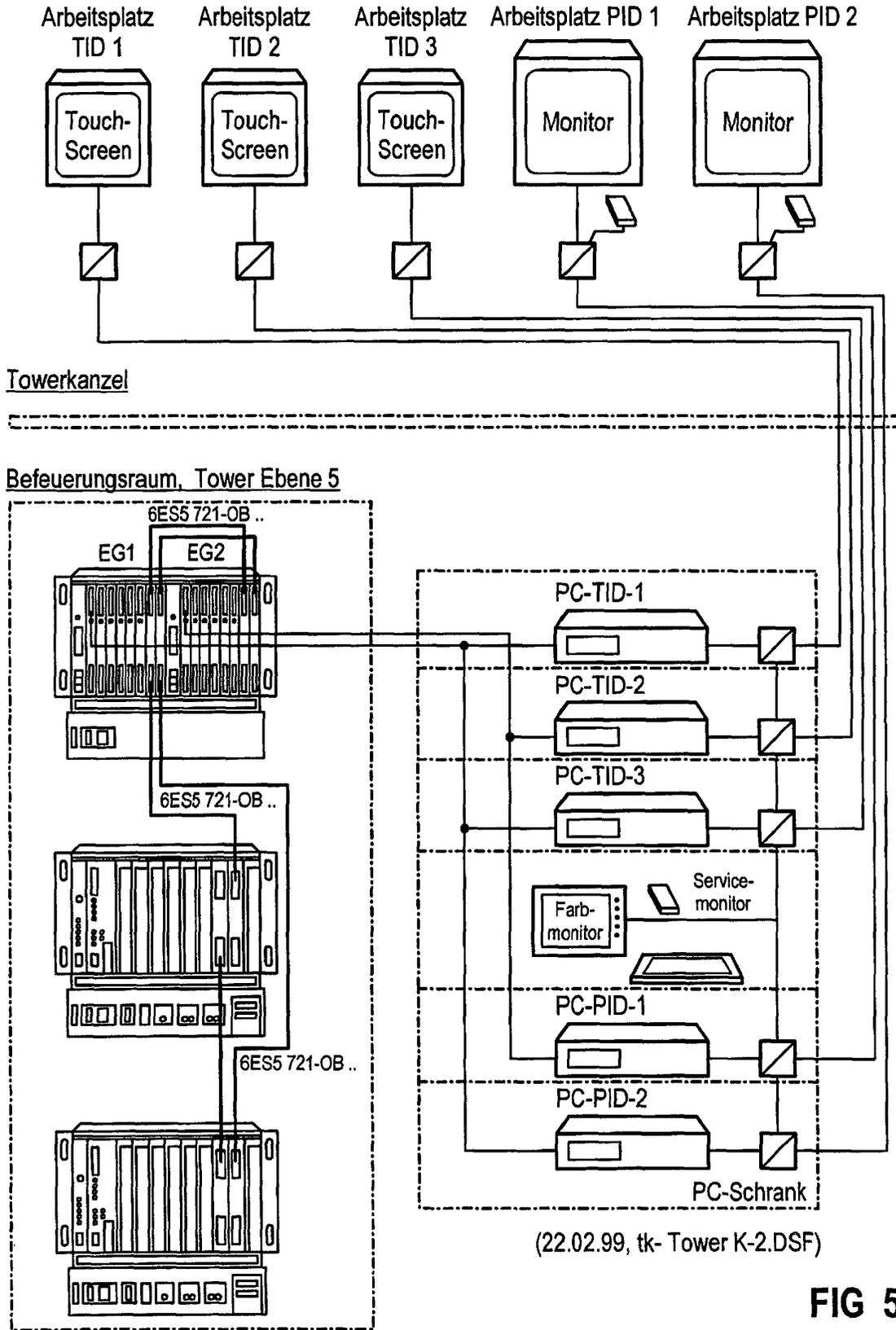
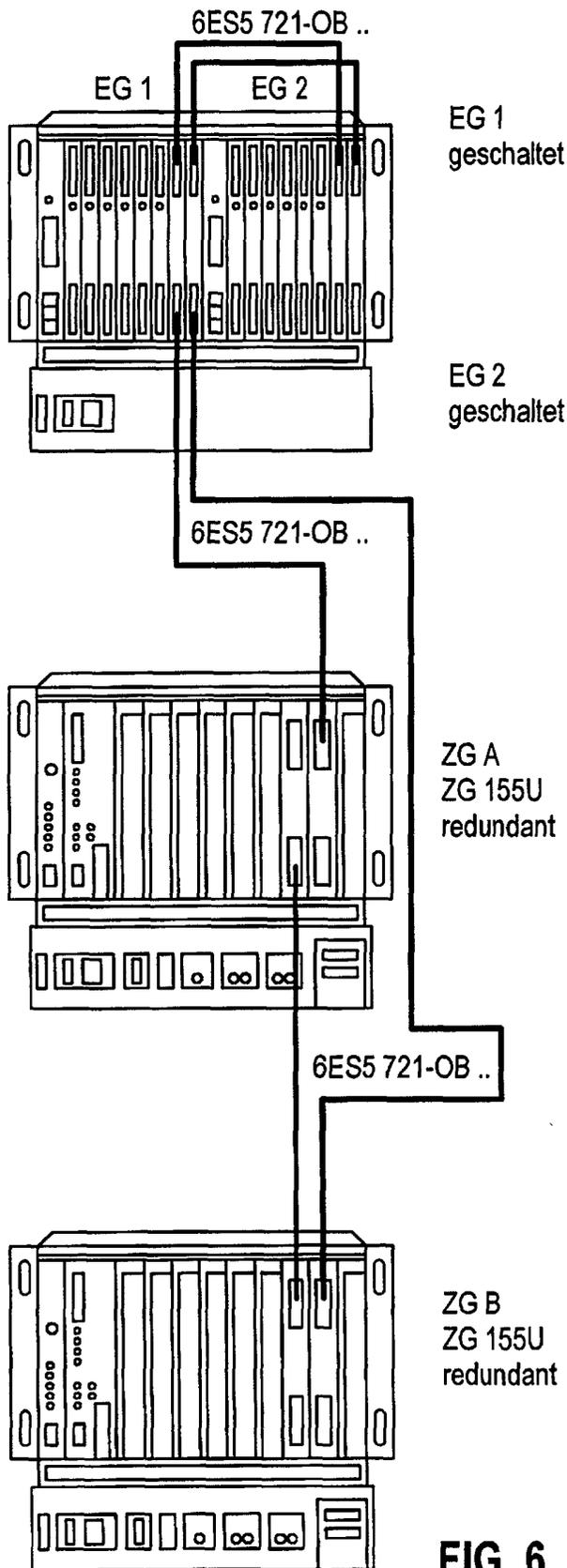


FIG 5



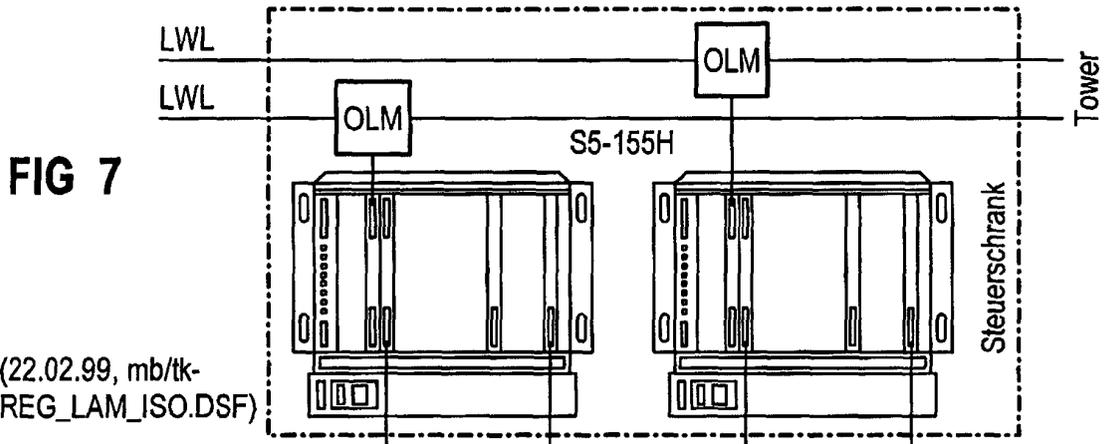
- Stpl. 003: Spannungsversorgung SV EG-1
- Stpl. 011: Spannungsversorgung SV EG-11
- Stpl. 019: CP1430 -> TIP/PID-Buskoppl. 1 Towerk.
- Stpl. 027: CP5431 -> L2-Bus Ringkoppl. 1 Stat.Nordp.
- Stpl. 035: CP524 -> Kopplung 1 Stat.Süd-West
- Stpl. 043: CP524 -> Kopplung 1 Stat.Süd-Ost
- Stpl. 051: CP523 -> Ansteuerung TD 17
- Stpl. 059: DE32-3 -> RR-DE zu DA32-1-1/2
- Stpl. 067: IM314R -> ZG-A/139; EG-2/67
- Stpl. 075: IM314R -> ZG-B/139; EG-2/75

- Stpl. 003: Spannungsversorgung SV EG-2
- Stpl. 011: Spannungsversorgung SV EG-2
- Stpl. 019: CP1430 -> TIP/PID-Buskoppl. 2 Towerk.
- Stpl. 027: CP5431 -> L2-Bus Ringkoppl. 2 Stat.Nordp.
- Stpl. 035: CP524 -> Kopplung 2 Stat.Süd-West
- Stpl. 043: CP524 -> Kopplung 2 Stat.Süd-Ost
- Stpl. 051: CP1430 -> Kopplung zu Server Warte
- Stpl. 059:
- Stpl. 067: IM314R -> EG-1/67
- Stpl. 075: IM314R -> EG-1/75

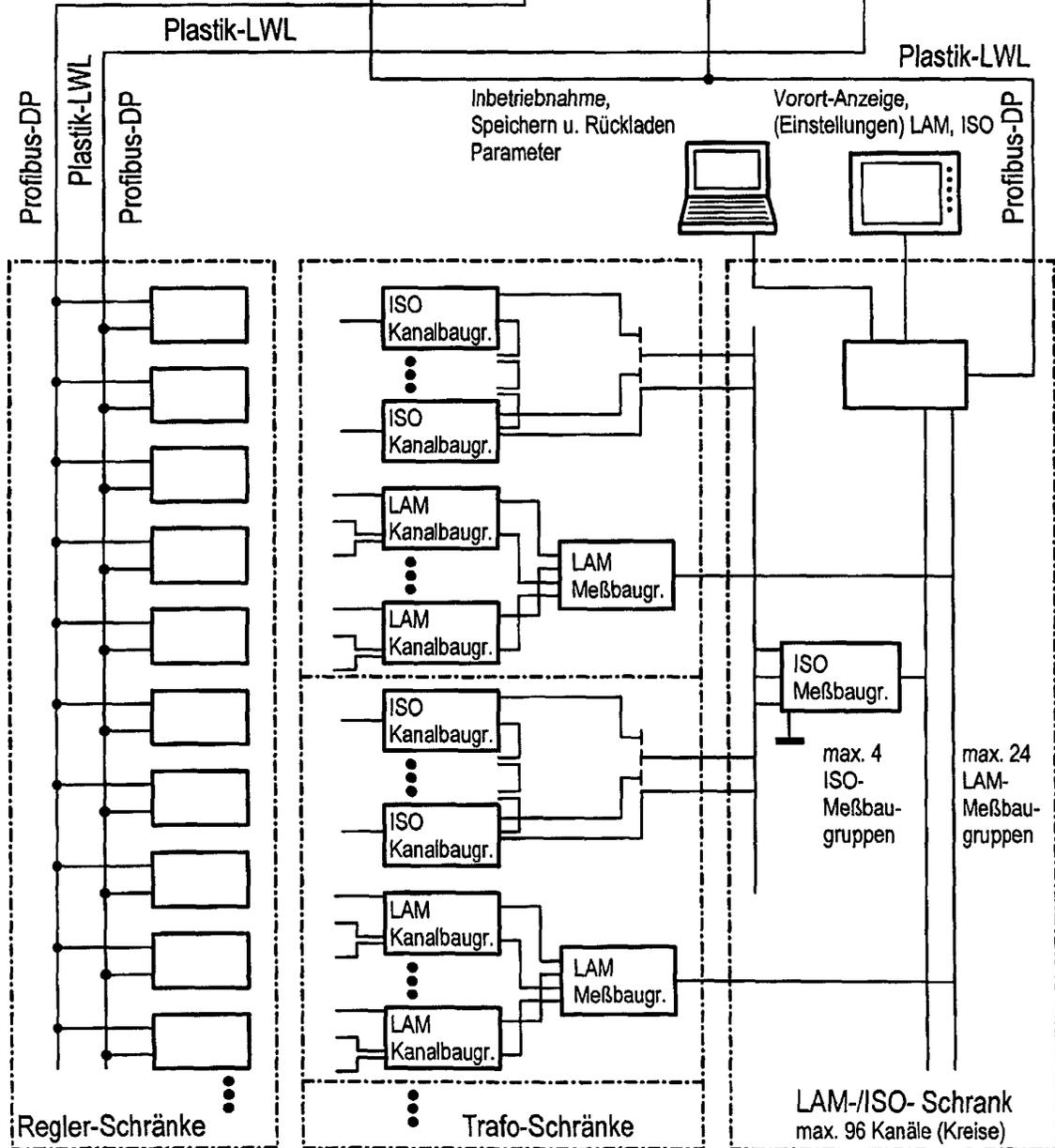
- Stpl. 003:
- Stpl. 011: CPU 948R
- Stpl. 019: CPU 948R
- Stpl. 027: IM308C -> ANBLF-Profibus-DP Kppl. 1
- Stpl. 035: DE32-1-2: Schrank
- Stpl. 043: DE32-2-2: BEC - OBS --- L-DE
- Stpl. 051: DA32-1-2: BEC - OBS --- L-DA
- Stpl. 059:
- Stpl. 067:
- Stpl. 075:
- Stpl. 083:
- Stpl. 091:
- Stpl. 099:
- Stpl. 107:
- Stpl. 115:
- Stpl. 123: IM308C -> ANBLF-Profibus-DP Koppl. 2
- Stpl. 131: IM304 -> Parallelkopplung mit ZG-A
- Stpl. 139: IM304 -> EG-1/67
- Stpl. 147:
- Stpl. 155:
- Stpl. 163:

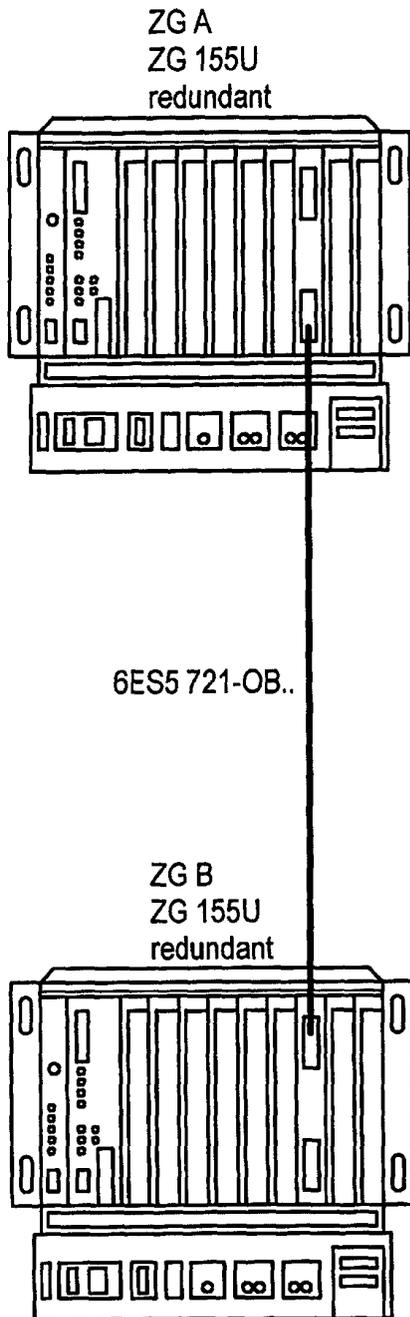
- Stpl. 003:
- Stpl. 011: CPU 948R
- Stpl. 019: CPU 948R
- Stpl. 027: IM308C -> ANBLF-Profibus-DP Koppl. 2
- Stpl. 035: DE32-1-2: Schrank
- Stpl. 043: DE32-2-2: BEC - OBS --- L-DE
- Stpl. 051: DA32-1-2: BEC - OBS --- L-DA
- Stpl. 059:
- Stpl. 067:
- Stpl. 075:
- Stpl. 083:
- Stpl. 091:
- Stpl. 099:
- Stpl. 107:
- Stpl. 115:
- Stpl. 123: IM308C -> ANBLF-Profibus-DP Koppl. 2
- Stpl. 131: IM304 -> Parallelkopplung mit ZG-A
- Stpl. 139: IM304 -> EG-1/75
- Stpl. 147:
- Stpl. 155:
- Stpl. 163:

FIG 6



(22.02.99, mb/tk-REG\_LAM\_ISO.DSF)





- Stpl. 003:
- Stpl. 011: CPU 948RL
- Stpl. 019: CPU 948RL
- Stpl. 027: DE32-1-1: Schrank - NET/SPS
- Stpl. 035: DE32-2-1: 20 Schleifen (Byte 1-4)
- Stpl. 043: DE32-3-1: 12 Schleifen (Byte 1/2) - L->DE
- Stpl. 051: DE32-4-1: OBS(10) - SIG(2) - SFL(6)
- Stpl. 059: DA32-1-1: OBS(2) - SIG(2) - SFL(1) - L-DA
- Stpl. 067: DE32-5 : RR-DE für DA32-1-1/2
- Stpl. 075:
- Stpl. 083:
- Stpl. 091: CP 523 --> Ansteuerung TD 17
- Stpl. 099: CP 5431 --> LAM/ISO-Bus
- Stpl. 107: IM 308C --> Reglerbus-1-1
- Stpl. 115: IM 308C --> Reglerbus-2-1 (optional)
- Stpl. 123: CP 5431 --> L2-Bus Ringkopplung Stat.
- Stpl. 131: IM 324R --> Parallelkopplung mit ZG-B
- Stpl. 139:
- Stpl. 147:
- Stpl. 155:
- Stpl. 163:

- Stpl. 003:
- Stpl. 011: CPU 948RL
- Stpl. 019: CPU 948RL
- Stpl. 027: DE32-1-2: Schrank - NET/SPS
- Stpl. 035: DE32-2-2: 20 Schleifen (Byte 1-4)
- Stpl. 043: DE32-3-2: 12 Schleifen (Byte 1/2) - L-DE
- Stpl. 051: DE32-4-2: OBS(10) - SIG(2) - SFL(6)
- Stpl. 059: DA32-1-2: OBS(2) - SIG(2) - SFL(1) - L-DA
- Stpl. 067:
- Stpl. 075:
- Stpl. 083:
- Stpl. 091: CP 1430 --> Lokalsteuerlaptop
- Stpl. 099: CP 5431 --> LAM/ISO-Bus
- Stpl. 107: IM 308C --> Reglerbus-1-2
- Stpl. 115: IM 308C --> Reglerbus-2-2 (optional)
- Stpl. 123: CP 5431 --> L2-Bus Ringkopplung Stat.
- Stpl. 131: IM 304 --> Parallelkopplung mit ZG-A
- Stpl. 139:
- Stpl. 147:
- Stpl. 155:
- Stpl. 163:

**FIG 8**



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 11 3067

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	WO 99 14989 A (VANDEVOORDE JEAN CLAUDE ; CAUS FRANCIS (BE); SIEMENS AG (DE)) 25. März 1999 (1999-03-25) * das ganze Dokument *	1-11	G08G5/00
A	US 4 933 668 A (OYER MICHAEL W ET AL) 12. Juni 1990 (1990-06-12)		
A	US 5 426 429 A (NORMAN ROLF ET AL) 20. Juni 1995 (1995-06-20)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G08G B64F H05B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort <b>DEN HAAG</b>	Abschlußdatum der Recherche <b>17. September 2001</b>	Prüfer <b>Créchet, P</b>
----------------------------------	--	-----------------------------

<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet                  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie                  A : technologischer Hintergrund                  O : mündliche Offenbarung                  P : Zwischenliteratur</p>	<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze                  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist                  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument                  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>
--	--

EPO FORM 1503 03/82 (P04/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 11 3067

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-09-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9914989	A	25-03-1999	WO 9914989 A1	25-03-1999
US 4933668	A	12-06-1990	EP 0333716 A1	27-09-1989
			JP 2500305 T	01-02-1990
			WO 8802527 A1	07-04-1988
			US 5063371 A	05-11-1991
US 5426429	A	20-06-1995	SE 462698 B	13-08-1990
			AT 142812 T	15-09-1996
			AU 622719 B2	16-04-1992
			AU 4337689 A	01-05-1990
			DE 68927175 D1	17-10-1996
			DE 68927175 T2	30-01-1997
			EP 0437474 A1	24-07-1991
			JP 2927852 B2	28-07-1999
			JP 4501035 T	20-02-1992
			SE 8803565 A	08-04-1990
			WO 9004242 A1	19-04-1990
			US 5243340 A	07-09-1993

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82