

(19)



(11)

**EP 2 579 690 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**19.02.2020 Patentblatt 2020/08**

(51) Int Cl.:  
**H05B 37/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12006798.8**

(22) Anmeldetag: **29.09.2012**

(54) **Flughafen-Befeuerungsanlage**

Airport lighting system

Système d'éclairage pour aéroport

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **07.10.2011 DE 102011115104**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.04.2013 Patentblatt 2013/15**

(73) Patentinhaber: **ADB Safegate Germany GmbH  
68163 Mannheim (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Burghardt, Jürgen  
68549 Ilvesheim (DE)**  
• **Hengvoss, Helmut  
25497 Prisdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Weber & Seidel  
Rechts- und Patentanwälte  
Handschuhsheimer Landstraße 2a  
69120 Heidelberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-C1- 19 649 371 US-A1- 2005 030 192  
US-A1- 2008 137 182**

**EP 2 579 690 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Flughafen-Befeuerungsanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Befeuerungsanlagen bei Flugplätzen dienen dazu, Flugzeuge beim Start, bei der Landung und beim Rollen der Flugzeuge auf dem Flugplatz zu leiten, vor allem bei Nacht und schlechter Sicht. Dies sind zum einen die Befeuerungselemente, wie die Markierungen der Start- und Landebahnen, die Anflugbefeuerung, Rollbahnwegweiser und die Markierungen und Wegweiser der Vorfelder. Zu den Befeuerungsanlagen gehören aber auch eine Vielzahl von Anzeigen, wie Windrichtungsanzeiger, Einparkhilfen, und sensorische Elemente, beispielsweise Schleifenerfassungen zur Standortbestimmung von Flugzeugen.

**[0003]** Bei großen Flugplätzen erstrecken sich solche Befeuerungsanlagen über mehrere Kilometer, so daß entsprechend ausgedehnte Kabelnetze erforderlich sind. Um trotz der kilometerlangen Leitungen nicht mit störenden Leistungsabfällen konfrontiert zu sein, werden meist Serienkreise verwendet, wobei die Speisung der Funktionselemente über Transformatoren erfolgt, um beim Ausfall eines Funktionselements den Serienkreis nicht zu unterbrechen.

**[0004]** Funktionselemente, die als Lampen ausgebildet sind, werden in einem solchen Serienkreis oft gemeinsam über einen Konstantstromregler zentral gesteuert. Dann sind eine individuelle Einstellung der zugeführten Energie und eine individuelle Steuerung verschiedener Betriebsfunktionen nicht möglich.

**[0005]** Um Funktionselemente mit verschiedenen Betriebsfunktionen auszustatten, sind diese wie eingangs beschrieben, über eine zentrale Steuerung steuerbar. Solche Flughafen-Befeuerungsanlagen werden beispielsweise von der DE 100 26 923 B4 und der EP 0 491 790 B1 vorgeschlagen. Bei diesen Anlagen steuert eine zentrale Steuerung dezentrale, den Funktionselementen zugeordnete Steuerungseinrichtungen, um die Funktionselemente individuell zu steuern, wie An- und Ausschaltung, Helligkeitssteuerung, Blinklichter, aber auch Überwachungen usw.. Eine solche Steuerung beinhaltet auch eine Variation der zugeführten Energie, um beispielsweise die Lichtstärke eines Leuchtmittels einzustellen. Dabei ist es jedoch so, daß an den Anschlußstellen für die Funktionselemente - bei Serienkreisen sind dies die Serienkreistransformatoren - immer derselbe konstante Strom als Energiequelle bereitsteht und die Funktionselemente zur Aufnahme dieser Energie einer bestimmten Spannung, Stromstärke und Frequenz ausgebildet sind. Dies schließt natürlich nicht aus, daß im Funktionselement selbst Wandler angeordnet sind, um beispielsweise den Wechselstrom für den Betrieb einer LED-Lampe gleichzurichten. Dabei handelt es sich jedoch um eine in das Funktionselement integrierte und individuell für dessen Betrieb ausgelegte Wandlung desselben für alle Funktionselemente gleichen Stroms als Energiequelle. Die Stromversorgung der Flughafen-Bef-

feuerungsanlage stellt jedoch, beispielsweise am Ausgang eines Serientransformators, immer dieselbe Energie zur Verfügung.

**[0006]** Eine Steuerung von Funktionselementen in der vorbeschriebenen Art ist auch aus der US 5,926,115 bekannt. Dabei erfolgt eine bidirektionale Kommunikation zur Steuerung der Funktionselemente, beispielsweise der Beleuchtungsintensität, über den Stromversorgungskreis. Die Datenkommunikation erfolgt jedoch durch die Transformatoren hindurch, was den Nachteil einer hohen Dämpfung und somit einer weniger sicheren Datenübertragung hat. Mit einer Bereitstellung verschiedener Energieformen für Funktionselemente verschiedener Bauart beschäftigt sich diese Schrift nicht.

**[0007]** Alle diese bekannten Flughafen-Befeuerungsanlagen sind deshalb bezüglich der Energieversorgung darauf ausgelegt, Funktionselemente einer vorgegebenen Bauart mit elektrischer Energie zu versorgen, meist durch ein festes Übersetzungsverhältnis des Serienkreistransformators. Alle einzusetzenden Funktionselemente müssen daher auf die zur Verfügung gestellte Energie angepaßt sein, indem sie entweder baugleich ausgebildet sind oder selbst mit an die Art des jeweiligen Funktionselements angepaßten Wandlern ausgestattet sind, die sie dazu befähigen, an das vorgegebene elektrische Energieversorgungssystem angeschlossen zu werden.

**[0008]** Bei der DE 196 49 371 C1 handelt es sich um eine Überwachungs-, Steuerungs- und Regeleinrichtung für Lampen, wobei jedoch ein beliebiger Austausch von Funktionselementen, die unterschiedliche Arten von elektrischen Energien benötigen, nicht Thema dieser Schrift sind. Da beim Gegenstand dieser Schrift ein solcher beliebiger Austausch nicht möglich ist, fehlen auch die dafür erforderlichen Funktionselemente wie Energiewandler und eine zentrale und dezentrale Energiesteuerungen zur Bereitstellung einer beliebigen elektrischen Energieform. Es handelt sich somit nicht um eine Befeuerungsanlage der eingangs genannten Art.

**[0009]** Die US 2005/0030192 A1 betrifft eine Flughafenbeleuchtungsanlage mit LED-Lampen, die bezüglich Intensität und Lichtfarbe gesteuert werden. Im übrigen gilt das oben zur DE 196 49 371 C1 ausgeführte.

**[0010]** Dies gilt auch für die US 2008/0137182 A1, die außer Intensität und Lichtfarbe auch noch Infrarotbeleuchtung, die ohne Infrarotrüstung nicht sichtbar ist, sowie verschiedene Lichtmodulationen vorsieht.

**[0011]** Bei solchen Flughafen-Befeuerungssystemen ist ein beliebiger Austausch von Funktionselementen oder der Betrieb von Funktionselementen, welche unterschiedliche Arten von elektrischen Energien für ihren Betrieb benötigen, nicht möglich. Es können auch keine anderen Technologien eingefügt werden, wie beispielsweise in eine für Halogenleuchtmittel ausgelegte Flughafen-Befeuerungsanlage LED-Leuchtmittel, es sei denn, diese sind selbst jeweils mit einem Wandler ausgestattet, der die bereitgestellte, in die vom jeweiligen Funktionselement individuell benötigte elektrische Energieart um-

setzt. Das hat jedoch zur Folge, daß der Betreiber einer Flughafen-Befeuerungsanlage immer Funktionselemente braucht, die mit seiner Anlage kompatibel sind. Diese Problematik verschärft sich noch dadurch, daß derzeit neue Versorgungskonzepte mit effizienterem Energieeinsatz auf den Markt drängen, die mit den herkömmlichen, z.B. für Halogenleuchtmittel optimierten, Versorgungen nicht kompatibel sind.

**[0012]** Auf diese Weise sind sowohl Umrüstungen von Flughafen-Befeuerungsanlagen auf eine andere Technologie als auch Konzeptionsänderungen blockiert, wie ein sukzessiver Ersatz von Halogenlampen durch effiziente LED-Leuchten, oder eine Erweiterung des Flughafens mit neuer Technologie. Weiterhin sind Beschaffungsprobleme für Ersatzteile vorprogrammiert, da die benötigten Bautypen nicht immer verfügbar sind.

**[0013]** Aus der DE 298 11 913 U1 ist eine Flughafen-Befeuerungsanlage der eingangs genannten Art bekannt. Dabei ist für jeden Verbraucherkreis zur galvanischen Trennung desselben vom Versorgungskreis ein Transformator vorgesehen, dem eine Hochfrequenzschaltung zugeordnet ist. Die Hochfrequenzschaltung liegt versorgungskreisseitig und weist eine Signalaufnahme und eine Datenverarbeitungsschaltung auf. Es ist eine Steuerungsanlage für Flugzeugbewegungen und Übertragung von Multiplexsignalen erwähnt, jedoch kein dazu dienender Übertragungsweg zu den Hochfrequenzschaltungen. Der Transformator ist als elektronischer Hochfrequenztransformator ausgebildet, durch den ein Energieumwandlungsprozeß in die angeforderte Energieform vorgenommen werden kann, um den Energieübertragungsvorgang zwischen Versorgungskreis und Verbraucherkreis zu optimieren.

**[0014]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Flughafen-Befeuerungsanlage der eingangs genannten Art derart auszugestalten, daß ohne individuelle Anpassungsmaßnahmen Funktionselemente beliebiger Bauart eingesetzt werden können und dabei die von ihnen benötigte Energieform auf einfache Weise mit geringster Störanfälligkeit ausgehend von der zentralen Steuerung einstellbar ist.

**[0015]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0016]** Die Erfindung hat den Vorteil, daß die Flughafen-Befeuerungsanlage derart gestaltet ist, daß für den Anschluß eines Funktionselements oder einer Gruppe von Funktionselementen Universalversorgungen bereitstehen, die sich ohne eine Änderung der Hardware über eine zentrale Steuerung so einstellen läßt, daß eine beliebige elektrische Energieform verfügbar ist. Der Betreiber eines Flughafens kann somit beim Ausfall eines Funktionselements, wie beispielsweise eines Leuchtmittels, jederzeit ein anderes Funktionselement einsetzen, gleichgültig, ob dieses mit Gleich- oder Wechselstrom oder mit Wechselstrom einer anderen Frequenz betrieben werden muß. Es ist auch gleichgültig, welche Spannung angelegt werden muß und welcher Strom fließen soll. Es ist also ein beliebiger Austausch unterschied-

lichster Verbraucher möglich, gleichgültig von welchem Bautyp das Funktionselement ist, von welchem Lieferanten dieses stammt und welchem nationalen Standard es entspricht. Und diese unterschiedlichen Verbraucher können alle mit derselben Versorgungsleitung mit elektrischer Energie versorgt werden.

**[0017]** Die Erfindung sieht vor, daß für die Kommunikation zwischen der zentralen Steuerung und der Energiesteuerung der Funktionselemente die Versorgungsleitungen genutzt werden, indem die Signale für die Energiesteuerung der Energiewandler über die Versorgungsleitungen der Energieversorgung übermittelt und auf der Primärseite der Transformatoren abgegriffen oder eingespeist werden. Mit dieser Art des Signalabgriffs kann gegenüber einem Abgriff auf der Sekundärseite vermieden werden, daß durch die Transformatoren für die Energieversorgung der Funktionselemente - wegen deren meist hoher Streuinduktivität - die Signalweiterleitung gedämpft und damit erheblich verschlechtert wird. Der Vorteil, daß durch die Signalübertragung über die Versorgungsleitungen dedizierte Signalübertragungsleitungen oder störanfälliger Funk nicht benötigt werden, bleibt dabei erhalten.

**[0018]** Dies schließt natürlich nicht aus, daß dieser Übertragungsweg auch für die Betriebsfunktionen der Funktionselemente genutzt wird, dann sind auch die Betriebssteuerungen der Funktionselemente an diesen Signalabgriff angeschlossen oder verfügen über einen eigenen Signalabgriff auf der Primärseite der Transformatoren.

**[0019]** Bei dem vorgenannten Signalabgriff für die Energiesteuerung ist es zur Vermeidung von Störungen, vor allem durch Spannungsspitzen, vorgesehen, daß Transformator, Energiewandler und Energiesteuerungen in einer Universalversorgung derart zusammengefügt sind, daß eine Isolationsbarriere sowohl eine galvanische Trennung des Energieversorgungsteils als auch eine galvanische Trennung des Steuerungsteils derart umfaßt, so daß es von den Primärseiten des Energieversorgungsteils und des Steuerungsteils keine Überbrückung zu den Sekundärseiten des Energieversorgungsteils und des Steuerungsteils geben kann. Dabei liegen die Primärseiten vor der Isolationsbarriere und die Sekundärseiten dahinter.

**[0020]** Neben dieser Flexibilität bei der Möglichkeit des Austausches verschiedenster Funktionselemente werden noch weitere Vorteile erzielt: Die Spannweite der durch die Energiewandler einstellbaren elektrischen Energieform kann so eingestellt werden, daß neu entwickelte Funktionselemente gemeinsam mit älteren Modellen betrieben werden können und dabei den funktionalen Anforderungen genügen. Selbst zukünftige Neuentwicklungen lassen sich in ein bestehendes System integrieren. Dabei ist ein Steuerungsbefehl der zentralen Steuerung ausreichend, um einen Einbau - ohne daß eine Hardwareanpassung erforderlich ist - vornehmen zu können.

**[0021]** Auf diese Weise ist es auch nicht mehr erforderlich, eine Vielzahl von Versorgungsleitungen zu ver-

legen, um Funktionselemente mit unterschiedlichem Energiebedarf zu versorgen. Damit lassen sich bei den sich über viele Kilometer erstreckenden Kabelnetzen gegenüber Flughafen-Befeuerungsanlagen, die keine so hohe Flexibilität in der Versorgung mit elektrischer Energie aufweisen, erhebliche Kosten einsparen. Dies gilt insbesondere dann, wenn Funktionselemente angeschlossen werden sollen, die sich nicht ohne weiteres an eine Energieversorgung anschließen lassen, die in den engen Grenzen eines vorgegebenen Standards ausgelegt ist.

**[0022]** Es müssen also nicht mehr alle Verbraucher an die jeweilige Hauptversorgung angepaßt sein oder mit einer von dieser unabhängigen Stromversorgung über ein eigenes Kabelnetz betrieben werden, weil sie dem vorgegebenen Standard nicht entsprechen.

**[0023]** Ein wesentlicher Vorteil besteht auch bezüglich Wartung und Arbeitssicherheit: Energiesteuerung und Energiewandler können derart ausgelegt werden, daß sie für den Betrieb der verschiedenen Funktionselemente eine Schutzkleinspannungsversorgung bereitstellen, die den Arbeitssicherheitsvorschriften genügt und keinen Potentialunterschied zur Erde aufweist. Damit ist es möglich, ohne weitere Freischaltmaßnahmen direkt unter Spannung einen Austausch von Funktionselementen, beispielsweise einen Lampenwechsel, eine Reinigung oder einen Test vorzunehmen.

**[0024]** Die folgenden Weiterbildungen der Erfindung betreffen zweckmäßige Ausgestaltungen mit weiteren Vorteilen:

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß der Ausgangswert der elektrischen Energie der Energiewandler durch Meßeinrichtungen erfaßt und die Energiesteuerung des jeweiligen Funktionselements oder der Gruppe von Funktionselementen durch Vergleich des Ausgangswerts mit einem vorgegebenen Sollwert die Energieversorgung zur Kompensation von Laständerungen oder Schwankungen der Hauptversorgung nachregelt. Dies dient dazu, daß ein konstanter Sollwert der jeweils benötigten Energie immer verfügbar ist, und möglichst keine Regelungsverzögerung bei Nachregelungen eintritt. Zu letzterem kann es leicht kommen, da zwar die Versorgungsleitungen von Flughafen-Befeuerungsanlagen regelmäßig mit Konstantstromreglern versorgt werden, jedoch die Netze meist eine Ausdehnung von mehreren Kilometern aufweisen.

**[0025]** Die Einstellung einer beliebigen elektrischen Energieform kann unmittelbar durch eine zentrale Steuerung vorgenommen werden, oder es ist möglich, daß eine interne Software der Energiesteuerungen der jeweiligen Funktionselemente veränderbar ist, um die Parameter der benötigten elektrischen Energie, die durch die Bauart eines Funktionselements bedingt ist, eingeben zu können. Diese Eingabe erfolgt dann zweckmäßigerweise mittels der zentralen Steuerung, wobei es sich um eine Neueinspielung, eine partielle Veränderung oder um eine Parametrisierung handeln kann.

**[0026]** Aus den bereits oben erwähnten Gründen sind die Versorgungsleitungen zweckmäßigerweise ein Seri-

enkreis und die Transformatoren Serienkreistransformatoren. Bei diesen, aber auch bei in Reihe geschalteten Transformatoren kann es sich um herkömmliche Transformatoren handeln, vorzugsweise jedoch um elektronische Transformatoren. Wird von den Funktionselementen Wechselstrom benötigt, so ist es zweckmäßig, daß die Transformation der elektrischen Energie in einen Wechselstrom für die Funktionselemente über einen Gleichstromzwischenkreis des Energiewandlers erfolgt, da auf diese Weise beliebige Frequenzen und Kurvenformen möglich sind.

**[0027]** Eine sichere elektrische Trennung wird dann erzielt, wenn sich an den Gleichstromzwischenkreis eine hochfrequente DC-DC Wandlung anschließt. Eine solche Wandlung wird mittels alternierendem Gleichstrom erzielt und neben einer sicheren elektrischen Trennung ist auf diese Weise auch eine gute Leistungssteuerung möglich.

**[0028]** Vorzugsweise sind die Energiewandler mit einer Leistungsfaktorkorrektur ausgestattet, um störende Oberwellen- und Phasenverschiebungen auf den Versorgungsleitungen in der Energieregulierung und in der Energieeinspeisung zu vermeiden. Eine solche Vorschrift wird vermutlich demnächst von der Luftfahrtbehörde der USA (FAA) erlassen und gilt für LED-Leuchtmittel. Solche Vorschriften werden dann meist auch in europäische Vorschriften übernommen. Dies ist hier deshalb als zweckmäßige Ausgestaltung eingefügt, weil der Erfindungsgegenstand auch einer Vorschrift für LED-Leuchtmittel genügen muß, damit solche in die erfindungsgemäße Flughafen-Befeuerungsanlage jederzeit einsetzbar sind, also die Universalität ihres Einsatzes auch in Anbetracht bestehender Vorschriften unbeschränkt gegeben ist. Darum muß auch jeder Anschluß für ein beliebiges Funktionselement einer solchen Vorschrift genügen.

**[0029]** Zur Erzeugung von Gleich- oder Wechselstrom unterschiedlicher Frequenz oder Kurvenmodulation sowie unterschiedlicher Stromstärken oder Spannungen dient ein Wechselrichter, der Teil des Energiewandlers und zweckmäßigerweise auf der Sekundärseite des Transformators angeordnet ist.

**[0030]** Vorzugsweise wird der Transformator - ausgebildet als elektronischer Transformator - und der Energiewandler als ein elektronisches Bauteil mit beiden Funktionen ausgebildet. Weiter unten ist eine beispielhafte Ausgestaltung eines solchen elektronischen Bauteils mit beiden Funktionen anhand der Figur 2 erläutert.

**[0031]** Vorzugsweise ist die Isolationsbarriere der Universalversorgungen derart ausgebildet, daß sie außer dem Transformator, der die klassische Isolationsbarriere bildet, auch den Energiewandler und die Energiesteuerung in eine Primärseite und eine Sekundärseite unterteilt. Um jegliche Möglichkeit einer Übertragung von Spannungsspitzen auszuschließen, ist es dabei zweckmäßig, wenn die Primärseite der Energiesteuerung die Primärseiten von Transformator und Energiewandler steuert und die Sekundärseite der Energiesteuerung die

Sekundärseite des Energiewandlers.

**[0032]** Die galvanische Trennung des Steuerungsteils kann als transformatorische Trennung ausgebildet sein. Damit es hier nicht zu einer großen Dämpfung der Signalübertragung kommt, ist es zweckmäßig, eine hohe Informationsübertragungsfrequenz mit einer geringen, für die Datenübermittlung noch brauchbaren Streuinduktivität vorzusehen. Vorzugsweise ist dabei die Informationsübertragungsfrequenz größer als 100 kHz.

**[0033]** Zur Erzielung einer hohen Betriebssicherheit kann es zweckmäßig sein, eine weitere Datenübertragung vorzusehen, damit zwei unabhängige Datenübertragungen derart vorhanden sind, daß eine die andere ersetzen kann. Eine solche Redundanz dient sowohl der Betriebssicherheit als auch einer ständigen Funktionsüberwachung, die für Flughafen-Befeuerungsanlagen besonders wichtig sind.

**[0034]** Vorzugsweise sollten die dezentralen Energiesteuerungen derart ausgebildet sein, daß sie einen Sanftanlauf von Funktionselementen, insbesondere von Befeuerungselementen, ermöglichen. So sollte beispielsweise das optische Anlaufverhalten von Halogenleuchten für LEDs nachgebildet sein. Die letzten beiden Weiterbildungen dienen auch einer sicheren Versorgung, da auf diese Weise ein Schwingen von Reglern vermieden wird. Damit ist die gesamte Flughafen-Befeuerungsanlage leichter regelbar, weil ein Schwingen von Regelungen die Versorgung des Serienkreises mit Konstantstrom durch den Konstantstromregler beeinträchtigen würde. Daß das Anlaufverhalten von Halogenleuchten für LEDs nachgebildet wird, hat auch den Vorteil, daß eine beliebige Austauschbarkeit mit einer Kombination beider Leuchtmittel möglich ist. Ein unterschiedliches Anlaufverhalten würde auf einen Flugzeugführer irritierend wirken.

**[0035]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen

**Fig. 1** eine Prinzipskizze eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Flughafen-Befeuerungsanlage und

**Fig. 2** ein Ausführungsbeispiel einer Universalversorgung als Blockschaltbild.

**[0036]** **Fig. 1** betrifft eine Prinzipskizze der erfindungsgemäßen Flughafen-Befeuerungsanlage 1. Die Versorgungsleitungen 3 sind als Serienkreis 3' ausgebildet und sind an eine Niederspannungshauptverteilung 30 mit einem Konstantstromregler 29 angeschlossen. Die Versorgungsleitungen 3 dienen dabei nicht nur der Energieversorgung, sondern auch der Übermittlung von Steuerungssignalen einer zentralen Steuerung 5.

**[0037]** Erfindungsgemäß werden Funktionselemente 2, wie zum Beispiel Beleuchtungsmittel 2' oder Sensormittel 2'', mittels Universalversorgungen 13 mit elektrischer Energie versorgt. Die Universalversorgungen 13 erhalten ihre Energie von den Versorgungsleitungen 3

durch Transformatoren 4, wobei es sich bei dem Serienkreis 3' um Serienkreistransformatoren 4' handelt. Die dabei wesentlichen Elemente der Universalversorgungen 13 sind Energiewandler 7, die mittels einer Energiesteuerung 6 in der Weise gesteuert werden, daß die angeschlossenen Funktionselemente 2, 2', 2'' die elektrische Energie erhalten, die sie nach ihrer jeweiligen Bauart benötigen. Dies kann Gleichstrom, pulsierender Gleichstrom, Wechselstrom verschiedenster Frequenzen und Kurvenmodulationen sowie auch unterschiedliche Stromstärken und Spannungen beinhalten. Bei den Funktionselementen 2 kann es sich um Beleuchtungsmittel 2', Sensormittel 2'' oder sonstige Elemente handeln, die dazu dienen, Flugzeuge bei Start, Landung und Bereitstellung zu leiten.

**[0038]** Die Energiesteuerung 6 betrifft dabei nur die Energieversorgung der Funktionselemente 2, 2', 2'' und nicht die Betriebssteuerung derselben. Die Betriebssteuerungen 9 sind dagegen den Funktionselementen 2, 2', 2'' zugeordnet und auf deren Funktionen abgestimmt, die unterschiedlich sein können, je nach dem ob es sich um Beleuchtungsmittel, Sensoren, Überwachungselemente oder sonstige Funktionselemente 2, 2', 2'' handelt. Diese Betriebssteuerungen 9 erfolgen in bekannter Weise und können ebenfalls durch einen Abgriff 12 an den Versorgungsleitungen 3 von der zentralen Steuerung 5 gesteuert werden.

**[0039]** Im Unterschied dazu handelt es sich bei den Universalversorgungen 13 um eine reine Energieversorgung der Funktionselemente 2, 2', 2'' bei der die Steuerungen 6 ausschließlich dazu dienen, die Energiewandler 7 zur Bereitstellung der elektrischen Energie zu veranlassen, die das jeweils angeschlossene Funktionselement 2, 2', 2'' benötigt. Die dazu erforderlichen Daten werden von einer zentralen Steuerung 5 über die Versorgungsleitungen 3 mittels eines Abgriffs 11 den Energiesteuerungen 6 zugeführt. Beispielsweise kann durch einen Befehl der zentralen Steuerung 5 an die Energiesteuerung 6 eines Funktionselements 2, 2', 2'' übermittelt werden, daß als Beleuchtungsmittel 2' statt einer Halogenlampe ein LED-Leuchtmittel eingesetzt worden ist, was dazu führt, daß die interne Software der Energiesteuerung 6 für den Betrieb des LED-Leuchtmittels entsprechend verändert wird, also beispielsweise statt einem bestimmten Wechselstrom jetzt der erforderliche Gleichstrom zugeführt wird. Die Ein- und Ausschaltung des Beleuchtungsmittels 2', ein Blinklichtbetrieb, oder die Intensitätssteuerung sind dagegen Fragen der Betriebssteuerung, die in gewohnter Weise von einer zentralen Steuerung 5 über die dezentralen Betriebssteuerungen 9 gesteuert werden.

**[0040]** Außer der klassischen galvanischen Trennung 18 des Transformators 4, 4' ist erfindungsgemäß auch eine galvanische Trennung 19 des Steuerungsteils durch eine diesbezügliche erweiterte Isolationsbarriere 17 der Universalversorgung 13 vorgesehen. In der einfachen Ausgestaltung der Fig. 1 ist die galvanische Trennung 18 des Energieversorgungsteils die Isolationsbarriere

des Transformators 4, 4', und die galvanische Trennung 19 des Steuerungsteils umfaßt nur eine galvanische Trennung 19 der Energiesteuerung 6. Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung dieser galvanischen Trennungen 18 und 19 ist dabei wesentlich, daß sowohl die Energieversorgung als auch die Steuerung eine durchgängige Isolationsbarriere 17 aufweisen, die nicht durch Spannungsspitzen überwunden werden kann. In Fig. 2 wird dagegen eine komplexer ausgestaltete Isolationsbarriere 17 der Universalversorgung 13 beschrieben.

**[0041]** Den Energiewandlern 7 und den Energiesteuerungen 6 können noch Meßeinrichtungen 8 zugeordnet sein, die die Ausgangsenergie der Energiewandler 7 erfassen und mit einem vorgegebenen Sollwert vergleichen, so daß es möglich ist, Abweichungen, welche durch Laständerungen oder Schwankungen der Hauptversorgung bedingt sind, nachzuregeln.

**[0042]** Des weiteren können auch Elemente 10 zur Erfassung von Funktionszuständen oder Störungen angeordnet werden, die solche erfassen und eine Anzeige über die zentrale Steuerung 5 veranlassen, damit die Störung behoben werden kann.

**[0043]** Die dargestellten Funktionselemente 2 als einzelnes Beleuchtungsmittel 2', als Sensormittel 2'', hier symbolisch als Lichtschranke, oder als mehrere Beleuchtungsmittel 2', in Reihe, parallel geschaltet oder eine Kombination von beidem, sind selbstverständlich nur beispielhaft, da heutzutage die unterschiedlichsten Funktionalitäten als Funktionselemente 2 möglich sind.

**[0044]** Fig. 2 betrifft ein Ausführungsbeispiel einer Universalversorgung 13. Dabei zeigt ein Blockschaltbild ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Funktionszusammenhangs von Einzelelementen.

**[0045]** Bei dieser Universalversorgung 13 sind der Transformator 4, welcher als Serienkreistransformator 4' dient, und der Energiewandler 7 als ein integriertes Bauteil mit beiden Funktionen ausgebildet. Die Universalversorgung 13 ist dabei in eine Primärseite 15, 16 und eine Sekundärseite 15', 16' unterteilt, die durch eine galvanische Trennung, die Isolationsbarriere 17, getrennt sind. Dabei beinhaltet die galvanische Trennung sowohl eine galvanische Trennung 18 des Energieversorgungsteils 15, 15' als auch eine galvanische Trennung 19 des Steuerungsteils 16, 16'. Bei der galvanischen Trennung 18 für den Energieversorgungsteil 15, 15' kann es sich um einen herkömmlichen Transformator 4 bzw. 4' handeln oder um einen elektronischen Transformator. Auch die galvanische Trennung 19 für den Steuerungsteil 16, 16' kann als ein herkömmlicher Transformator mit geringer Streuinduktivität ausgebildet sein, es ist jedoch auch möglich, dort eine galvanische Trennung durch eine optische Datenübermittlung vorzusehen.

**[0046]** Da Energiewandler 7 und Transformator 4, 4' zusammen ein integriertes Bauelement darstellen, geht die Isolationsbarriere 17 bei der galvanischen Trennung 18 des Energieversorgungsteils 15, 15' nicht nur durch den Transformator 4, 4' hindurch, sondern sie teilt auch den gesamten Energieversorgungsteil 15, 15' in eine Pri-

märseite 15 und eine Sekundärseite 15'. Damit ist auch der Energiewandler 7 unterteilt, und zwar in eine Primärseite 7', zu der auch ein Regler 28 zur AC-DC-Umsetzung gehört, und in eine Sekundärseite 7'', zu der ein Wechselrichter 14 gehört. Die Isolationsbarriere 17 beinhaltet jedoch auch eine galvanische Trennung 19 des gesamten Steuerungsteils 16, 16' mit einer Primärseite 16 und einer Sekundärseite 16', zu der neben der Energiesteuerung 6 noch weitere Elemente mit weiteren Funktionen, die noch beschrieben werden, gehören. Dabei ist auch die Energiesteuerung 6 in eine Primärseite 6' und eine Sekundärseite 6'' unterteilt.

**[0047]** Wesentlich für die Isolationsbarriere 17 ist ihre Durchgängigkeit durch Energieversorgungsteil 15, 15' und Steuerungsteil 16, 16', damit im gesamten Bereich der Universalversorgung 13 keine Überbrückung auftritt, über die Spannungsspitzen die Isolationsbarriere 17 überwinden könnten.

**[0048]** Die Universalversorgung 13 ist, wie schon in Fig. 1 dargestellt, an den Serienkreis 3' angeschlossen und erhält über diesen sowohl die elektrische Energie als auch die Daten für die Energiesteuerung 6. Der Energiewandler 7 besteht in diesem Ausführungsbeispiel aus dem Regler 28, der Wechselstrom in einen pulsierenden Gleichstrom umsetzt (AC-DC Wandler), dem Transformator 4, 4', der einen pulsierenden Gleichstrom transformiert und danach dem Wechselrichter 14, der aus dem pulsierenden Gleichstrom die elektrische Energieform herstellt, die das jeweils angeschlossene Funktionselement 2, 2', 2'' benötigt. Das heißt, daß Strom und Spannung auf den durch die zentrale Steuerung 5 der Energiesteuerung 6 übermittelten gewünschten Wert eingestellt werden, also wahlweise Gleichstrom, auch pulsierender Gleichstrom, oder Wechselstrom einer beliebigen Frequenz, Kurvenmodulation und Stärke.

**[0049]** Um dies zu steuern, werden die Daten für die Energiebereitstellung für jedes individuelle Funktionselement 2 am Serienkreis 3', von der zentralen Steuerung 5 kommend, über den Abgriff 12 aufgenommen und über ein Modem 24 der Primärseite der Energiesteuerung 6' zugeführt. Diese ist in einer Einheit 20 für Regelung und Kommunikation mit der zentralen Steuerung 5 untergebracht, die mit einer Einheit 22 für die Kommunikation zur Sekundärseite 16' des Steuerungsteils 16, 16' verbunden ist. Die Sekundärseite der Energiesteuerung 6'' befindet sich in einer Einheit 21 für Ansteuerung der elektrischen Last und Kommunikation zur Primärseite 16 des Steuerungsteils 16, 16'. Die beiden Teile Primärseite 6' und Sekundärseite 6'' der Energiesteuerung 6 kommunizieren über die galvanische Trennung 19 miteinander, wobei jeweils Transceiver und Bus Isolatoren 25 zwi-  
schengeordnet sind. Die galvanische Trennung 19 kann ein herkömmlicher Transformator oder eine optische Datenübermittlung sein. Beim Steuervorgang wirkt die primärseitige Energiesteuerung 6' auf den Regler 28 sowie auf den Transformator 4, 4', und die sekundärseitige Energiesteuerung 6'' auf den Wechselrichter 14. Die primärseitige Energiesteuerung 6' ist mittels einer Energiever-

sorgung 23 vor der galvanischen Trennung 18 an die Energieversorgung angeschlossen und die sekundärseitige Energiesteuerung 6" über eine Energieversorgung 23 an der Sekundärseite des Transformators 4, 4'.

**[0050]** In das Schaltbild eingefügt sind noch diverse Schutzeinrichtungen 26, die vor Überstrom oder Überspannungen schützen. Die sekundärseitigen Schutzeinrichtungen 26 dienen dabei einer Absicherung mit einer Spannungsbegrenzung auf eine Schutzkleinspannung, um zum einen die Funktionselemente 2 vor Zerstörung zu schützen, jedoch auch dazu, um die Einhaltung einer maximal zulässigen Schutzkleinspannung sicherzustellen, damit die Arbeitssicherheit bei Arbeiten in diesem Bereich abgesichert ist. Dies ist besonders deshalb wichtig, weil oft Funktionselemente 2 im laufenden Betrieb gewechselt werden müssen. Es sind noch Filter 27 angeordnet, welche dazu dienen, elektromagnetische Beeinflussung, wie Störstrahlungen herauszufiltern, um Funktionsbeeinträchtigungen oder Schäden zu vermeiden.

**[0051]** Neben der sekundärseitigen Einheit 21 für Ansteuerung der elektrischen Last und Kommunikation zur Primärseite ist eine weitere solche Einheit 21 angedeutet, um aufzuzeigen, daß auch mehrere solcher Einheiten 21 in eine Universalversorgung 13 integriert werden können, um mehrere Funktionselemente 2 gegebenenfalls auch unabhängig von einander mit der jeweils erforderlichen elektrischen Energie durch eine Universalversorgung 13 zu versorgen.

**[0052]** Weiterhin ist es natürlich auch möglich, eine dezentrale Betriebssteuerung 9, hier als Kommunikation 31 für intelligente Lasten ausgebildet, in der Universalversorgung 13 unterzubringen. Dann muß auch ein Abgriff 12 für die Daten der Betriebssteuerung 9 vorgesehen sein. Dies ist jedoch die bereits bekannte Betriebssteuerung von Funktionselementen 2, welche unabhängig von der Steuerung der Energieversorgung für die Funktionselemente 2 ausgebildet und nicht Gegenstand der Erfindung ist.

**[0053]** Auf die Beschreibung der jeweiligen konkreten elektronischen Bauteile der beschriebenen einzelnen Elemente wurde verzichtet, da diese dem Fachmann geläufig sind. Selbstverständlich ist die Anordnung gemäß Fig. 2 nur beispielhaft, die verschiedensten Anordnungen sind denkbar, solange die wesentliche Funktion der Universalversorgung 13, nämlich eine universelle Versorgung von Funktionselementen 2 über eine Versorgungsleitung 3, beispielsweise einen Serienkreis 3', mit jeder beliebigen Art von elektrischer Energie, gewährleistet ist. Natürlich ist es möglich, die Bandbreite der möglichen Energieversorgungen dahingehend zu limitieren, daß nur die wesentlichen, im Handel verfügbaren Funktionselemente 2 jederzeit ausgetauscht werden können und der Energiewandler 7 durch entsprechende Steuerbefehle dazu befähigt wird, die Energie der Versorgungsleitung 3 in die benötigte Energie umzuwandeln. Zweckmäßigerweise wird aber die Bandbreite der möglichen Energieversorgung derart gewählt, daß auch

potentiellen Weiterentwicklungen Rechnung getragen wird. Soll die Versorgung den Anforderungen der Arbeitssicherheit genügen, wird sich diese Bandbreite einer möglichen Energieversorgung aber immer im Bereich einer maximal zulässigen Schutzkleinspannung bewegen.

## Flughafen-Befeuerungsanlage

### Bezugszeichenliste

#### [0054]

|     |                                                                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Flughafen-Befeuerungsanlage                                                                               |
| 2   | Funktionselemente                                                                                         |
| 2'  | Beleuchtungsmittel                                                                                        |
| 2"  | Sensormittel                                                                                              |
| 3   | Versorgungsleitungen                                                                                      |
| 3'  | Serienkreis                                                                                               |
| 4   | Transformatoren                                                                                           |
| 4'  | Serienkreistransformatoren                                                                                |
| 5   | zentrale Steuerung                                                                                        |
| 6   | Energiesteuerung der Funktionselemente                                                                    |
| 6'  | Primärseite der Energiesteuerung                                                                          |
| 6"  | Sekundärseite der Energiesteuerung                                                                        |
| 7   | Energiewandler                                                                                            |
| 7'  | Primärseite des Energiewandlers                                                                           |
| 7"  | Sekundärseite des Energiewandlers                                                                         |
| 8   | Meßeinrichtung                                                                                            |
| 9   | dezentrale Betriebssteuerung der Funktionselemente                                                        |
| 10  | Elemente zur Erfassung von Funktionszuständen oder Störungen                                              |
| 11  | Abgriff oder Einspeisung der Daten am Serienkreis für die Energiebereitstellung für die Funktionselemente |
| 12  | Abgriff oder Einspeisung der Daten am Serienkreis für die Betriebssteuerung der Funktionselemente         |
| 13  | Universalversorgung                                                                                       |
| 14  | Wechselrichter zur Erzeugung beliebiger Ströme oder Spannungen                                            |
| 15  | Primärseite des Energieversorgungsteils                                                                   |
| 15' | Sekundärseite des Energieversorgungsteils                                                                 |
| 16  | Primärseite des Steuerungsteils                                                                           |
| 16' | Sekundärseite des Steuerungsteils                                                                         |
| 17  | Isolationsbarriere                                                                                        |
| 18  | galvanische Trennung des Energieversorgungsteils                                                          |
| 19  | galvanische Trennung des Steuerungsteils                                                                  |
| 20  | Einheit für Regelung und Kommunikation mit der zentralen Steuerung                                        |
| 21  | Einheit für Ansteuerung der elektrischen Last und Kommunikation zur Primärseite                           |
| 22  | Einheit für die Kommunikation zur Sekundärseite                                                           |
| 23  | Energieversorgungen                                                                                       |
| 24  | Modems                                                                                                    |
| 25  | Transceiver und Bus Isolatoren                                                                            |
| 26  | Schutzreinrichtungen (Überstrom, Überspannung)                                                            |

- gen)  
 27 Filter  
 28 Regler AC-DC Umsetzung  
 29 Konstantstromregler  
 30 Niederspannungshauptverteilung  
 31 Kommunikation für intelligente Lasten

## Patentansprüche

### 1. Flughafen-Befeuerungsanlage (1) mit

- Funktionselementen (2), wie Leuchtmittel, Anzeigen, Sensoren, Überwachungselemente usw., sowie mit
- Transformatoren (4, 4'),
- Versorgungsleitungen (3),
- dezentralen Energiesteuerungen (6),
- Energiewandlern (7) und
- zentraler Steuerung (5),

wobei eine Energieversorgung der Funktionselemente (2, 2', 2'') mit den Versorgungsleitungen (3) über die Transformatoren (4, 4') erfolgt, die eine galvanische Trennung aufweisen,

wobei über die zentrale Steuerung (5) die Betriebsfunktion der Funktionselemente (2, 2', 2'') steuerbar sind und

wobei einem oder einer Gruppe der Funktionselemente (2, 2', 2'') jeweils eine der dezentralen Energiesteuerungen (6), einer der Transformatoren (4), und einer der Energiewandler (7) zugeordnet sind, wobei jede der dezentralen Energiesteuerungen (6) dazu eingerichtet ist, über Befehle der zentralen Steuerung (5) mittels des jeweiligen Energiewandlers (7) eine elektrische Energieform bereitzustellen, welche das jeweilige Funktionselement benötigt, wobei die Befehle für die dezentralen Energiesteuerungen (6) über die Versorgungsleitungen (3, 3') der Energieversorgung übermittelt und auf der Primärseite der jeweiligen Transformatoren (4, 4') abgegriffen oder eingespeist werden,

**dadurch gekennzeichnet,**

- **daß** zur Bereitstellung der jeweils benötigten elektrischen Energieform, nämlich Gleich- oder Wechselstrom unterschiedlicher Frequenz oder Kurvenmodulation sowie unterschiedlicher Stromstärken oder Spannungen zum Betrieb des jeweiligen Funktionselements (2, 2', 2'') entsprechend seiner Bauart, jeweils einer der Transformatoren (4, 4'), jeweils einer der Energiewandler (7) und eine der dezentralen Energiesteuerungen (6) in einer Universalversorgung (13) zusammengefügt sind, und
- **daß** jede der Universalversorgungen (13) eine Isolationsbarriere (17) aufweist, die sowohl eine galvanische Trennung (18) eines Energiever-

sorgungsteils (15, 15') der Universalversorgung (13) als auch eine galvanische Trennung (19) eines Steuerungsteils (16, 16') der Universalversorgung (13) bewirkt, so daß es von den jeweiligen Primärseiten des Energieversorgungsteils (15) und des Steuerungsteils (16) keine Überbrückung zu den jeweiligen Sekundärseiten des Energieversorgungsteils (15') und des Steuerungsteils (16') der jeweiligen Universalversorgung (13) gibt.

### 2. Flughafen-Befeuerungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

- **daß** mindestens eine der Universalversorgungen (13) dazu eingerichtet ist, den Ausgangswert der elektrischen Energie des jeweiligen Energiewandlers (7) durch eine Meßeinrichtung (8) zu erfassen, und

- **daß** die Energiesteuerung (6) des jeweiligen Funktionselements (2, 2', 2'') oder der Gruppe der Funktionselemente (2, 2', 2'') dazu eingerichtet ist, durch Vergleich des Ausgangswertes mit einem vorgegebenen Sollwert die Energieversorgung des jeweiligen Funktionselements (2, 2', 2'') oder der Gruppe der Funktionselemente (2, 2', 2'') zur Kompensation von Laständerungen oder Schwankungen einer Hauptversorgung der Flughafen-Befeuerungsanlage (1) nachzuregeln.

### 3. Flughafen-Befeuerungsanlage nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**daß** eine interne Software der jeweiligen dezentralen Energiesteuerung (6) veränderbar ist, um die Parameter der benötigten elektrischen Energie, die durch die Bauart des jeweiligen Funktionselements (2, 2', 2'') bedingt ist, eingeben zu können.

### 4. Flughafen-Befeuerungsanlage nach Anspruch 1, 2 oder 3,

**dadurch gekennzeichnet,**

**daß** die Versorgungsleitungen (3) ein Serienkreis (3') und die Transformatoren (4) Serienkreistransformatoren (4') sind.

### 5. Flughafen-Befeuerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

**daß** es sich bei den Transformatoren (4) um elektronische Transformatoren handelt.

### 6. Flughafen-Befeuerungsanlage nach Anspruch 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

**daß** für die Funktionselemente (2, 2', 2''), die Wechselstrom benötigen, die Transformation der elektrischen Energie in einen Wechselstrom für die Funk-

tionselemente (2, 2', 2'') über einen Gleichstromzwischenkreis des zugeordneten Energiewandlers (7) erfolgt.

7. Flughafen-Befeuerungsanlage nach Anspruch 6, 5  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** sich an den Gleichstromzwischenkreis eine hochfrequente DC-DC Wandlung für eine sichere elektrische Trennung anschließt. 10
8. Flughafen-Befeuerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** jeder der Energiewandler (7) mit einer Leistungsfaktorkorrektur ausgestattet ist, um störende Oberwellen- und Phasenverschiebungen auf den Versorgungsleitungen (3) durch die Energieregulation und Energieeinspeisung zu vermeiden. 15
9. Flughafen-Befeuerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 20  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** bei einem oder mehreren der Funktionselemente (2, 2', 2'') jeweils der zugeordnete Energiewandler (7) einen auf der Sekundärseite des jeweiligen Transformators (4, 4') liegenden Wechselrichter (14) zur Erzeugung von Gleich- oder Wechselstrom unterschiedlicher Frequenz oder Kurvenmodulation sowie unterschiedlicher Stromstärken oder Spannungen aufweist 25  
30
10. Flughafen-Befeuerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** bei einem oder mehreren der Funktionselemente (2, 2', 2'') jeweils der zugeordnete Transformator (4, 4') und der zugeordnete Energiewandler (7) als ein elektronisches Bauteil mit deren Funktionen ausgebildet ist. 35  
40
11. Flughafen-Befeuerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** für ein oder mehrere der Funktionselemente (2, 2', 2'') die Isolationsbarriere (17) außer dem Transformator (4, 4') auch den Energiewandler (7) und die Energiesteuerung (6) jeweils in eine Primärseite (7', 6') und eine Sekundärseite (7'', 6'') unterteilt. 45
12. Flughafen-Befeuerungsanlage nach Anspruch 11, 50  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** in jeder der Universalversorgungen (13) die Primärseite (6') der Energiesteuerung (6) die Primärseiten von Transformator (4, 4') und Energiewandler (7') steuert und die Sekundärseite (6'') der Energiesteuerung (6) die Sekundärseite (7'') des Energiewandlers (7) steuert. 55

13. Flughafen-Befeuerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** für ein oder mehrere Funktionselemente (2, 2', 2'') in der jeweiligen Universalversorgung (13) die galvanische Trennung (19) des Steuerungsteils (16, 16') eine transformatorische Trennung mit hoher Informationsübertragungsfrequenz und einer geringen, für die Datenübermittlung noch brauchbaren Streuinduktivität ist.
14. Flughafen-Befeuerungsanlage nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Informationsübertragungsfrequenz größer als 100 KHz ist.
15. Flughafen-Befeuerungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** eine weitere Datenübertragung vorgesehen ist, und daß so zwei unabhängige Datenübertragungen derart ausgebildet sind, daß eine die andere ersetzen kann.
16. Flughafen-Befeuerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 15  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** bei einem oder mehreren der Funktionselemente (2, 2', 2'') die jeweilige dezentrale Energiesteuerung (6) derart ausgebildet ist, einen Sanftanlauf des jeweiligen Funktionselements (2, 2', 2'') zu ermöglichen.
17. Flughafen-Befeuerungsanlage nach Anspruch 16,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** ein oder mehrere der Funktionselemente (2, 2', 2'') LEDs sind und die jeweilige dezentrale Energiesteuerung (6) dazu eingerichtet ist, ein optisches Anlaufverhalten von Halogenleuchten für die LEDs nachzubilden.

## Claims

1. An airport lighting installation (1), with
  - functional elements (2), such as lamps, displays, sensors, monitoring elements, etc., as well as with
  - transformers (4, 4'),
  - supply lines (3),
  - decentralized energy controllers (6),
  - energy converters (7) and
  - a centralized controller (5),

wherein power is supplied to the functional elements (2, 2', 2'') with the supply lines (3) via the transformers (4, 4'), which have a galvanic separation,

wherein the operating function of the functional elements (2, 2', 2'') can be controlled via the central controller (5), and

wherein a respective one of the decentralized power controllers (6), one of the transformers (4), and one of the energy converters (7) are allocated to one or a group of the functional elements (2, 2', 2''),

wherein each of the decentralized energy controllers (6) is set up to provide an electrical form of energy required by the respective functional element by means of the respective energy converter (7) via controls of the centralized controller (5), wherein the commands for the decentralized energy controllers (6) are transmitted via the supply lines (3, 3') of the power supply, and tapped or injected on the primary side of the respective transformers (4, 4'),

**characterized in**

- **that** in order to provide the respectively required electrical form of energy, specifically direct or alternating current varying in frequency or curve modulation as well as varying in currents and voltages for operating the respective functional element (2, 2', 2'') based on its design, a respective one of the transformers (4, 4'), a respective one of the energy converters (7) and one of the decentralized energy controllers (6) are combined into a universal supply (13), and
- **that** each of the universal supplies (13) has an insulation barrier (17) that induces both a galvanic separation (18) of an energy supply part (15, 15') of the universal supply (13) and also a galvanic separation (19) of a controller part (16, 16') of the universal supply (13), so that there is no bridging from the respective primary sides of the energy supply part (15) and controller part (16) to the respective secondary sides of the energy supply part (15') and controller part (16') of the respective universal supply (13).

2. The airport lighting installation according to claim 1, **characterized in**

- **that** at least one of the universal supplies (13) is set up to determine the initial value of the electrical energy of the respective energy converter (7) via a measuring device (8), and
- **that** the energy controller (6) of the respective functional element (2, 2', 2'') or the group of functional elements (2, 2', 2'') is set up to compare the initial value with a prescribed desired value so as to readjust the power supply of the respective functional element (2, 2', 2'') or group of functional elements (2, 2', 2'') for offsetting load changes or fluctuations in a main supply of the airport lighting installation (1).

3. The airport lighting installation according to claim 1 or 2,

**characterized in**

**that** an internal software of the respective decentralized energy controller (6) can be changed so as to be able to input the parameters for the required electrical energy owing to the design of the respective functional element (2, 2', 2'').

4. The airport lighting installation according to claim 1, 2 or 3,

**characterized in**

**that** the supply lines (3) comprise a series circuit (3') and the transformers (4) comprise series circuit transformers (4').

5. The airport lighting installation according to one of claims 1 to 4,

**characterized in**

**that** the transformers (4) are electronic transformers.

6. The airport lighting installation according to claim 5, **characterized in**

**that** for the functional elements (2, 2', 2'') that require alternating current, the electrical energy is transformed into an alternating current for the functional elements (2, 2', 2'') via a direct current link of the allocated energy converter (7).

7. The airport lighting installation according to claim 6, **characterized in**

**that** a high-frequency DC-DC conversion follows the direct current link for a reliable electrical separation.

8. The airport lighting installation according to one of claims 1 to 7,

**characterized in**

**that** each of the energy converters (7) is equipped with a power factor correction, so as to avoid disruptive harmonic and phase shifts on the supply lines (3) by way of regulating energy and supplying energy.

9. The airport lighting installation according to one of claims 1 to 8,

**characterized in**

**that** given one or several of the functional elements (2, 2', 2''), the respectively allocated energy converter (7) has an inverter (14) lying on the secondary side of the respective transformer (4, 4') for generating direct or alternating current varying in frequency or curve modulation as well as varying in currents or voltages.

10. The airport lighting installation according to one of claims 1 to 9,

**characterized in**

**that** given one or several of the functional elements

(2, 2', 2''), the respectively allocated transformer (4, 4') and the allocated energy converter (7) is designed as an electronic component with the functions thereof.

11. The airport lighting installation according to one of claims 1 to 10,  
**characterized in**  
**that** for one or several of the functional elements (2, 2', 2''), the insulation barrier (17), aside from the transformer (4, 4'), also divides the energy converter (7) and energy controller (6) into a respective primary side (7', 6') and a secondary side (7'', 6'').
12. The airport lighting installation according to claim 11,  
**characterized in**  
**that** in each of the universal supplies (13), the primary side (6') of the energy controller (6) controls the primary sides of the transformer (4, 4') and energy converter (7'), and the secondary side (6'') of the energy controller (6) controls the secondary side (7'') of the energy converter (7).
13. The airport lighting installation according to one of claims 1 to 12,  
**characterized in**  
**that** for one or several of the functional elements (2, 2', 2''), the galvanic separation (19) of the controller part (16, 16') in the respective universal supply (13) is a transformational separation with a high information transmission frequency and a low stray inductance still usable for data transmission.
14. The airport lighting installation according to claim 13,  
**characterized in**  
**that** the information transmission frequency is greater than 100 KHz.
15. The airport lighting installation according to one or several of claims 1 to 14,  
**characterized in**  
**that** an additional data transmission is provided, and that two independent data transmissions are designed in such a way that one can replace the other.
16. The airport lighting installation according to one of claims 1 to 15,  
**characterized in**  
**that** given one or several of the functional elements (2, 2', 2''), the respective decentralized energy controller (6) is designed in such a way as to enable a soft start of the respective functional element (2, 2', 2'').
17. The airport lighting installation according to claim 16,  
**characterized in**  
**that** one or several of the functional elements (2, 2', 2'') are LED's, and the respective decentralized en-

ergy controller (6) is set up to simulate an optical starting behavior of halogen lamps for the LEDs.

## 5 Revendications

1. Installation de balisage d'aéroport (1) comprenant
  - des éléments fonctionnels (2) comme des moyens d'éclairage, des affichages, des capteurs, des éléments de surveillance etc. ainsi que
  - des transformateurs (4, 4'),
  - des lignes d'alimentation (3),
  - des commandes d'énergie décentralisées (6),
  - des convertisseurs d'énergie (7) et
  - une commande centrale (5),

dans laquelle une alimentation d'énergie des éléments fonctionnels (2, 2', 2'') avec les lignes d'alimentation (3) s'effectue par les transformateurs (4, 4') qui présentent une séparation galvanique, dans laquelle la fonction opérationnelle des éléments fonctionnels (2, 2', 2'') peut être commandée par le biais de la commande centrale (5) et dans laquelle respectivement une des commandes d'énergie décentralisées (6), un des transformateurs (4) et un des convertisseurs d'énergie (7) sont attribués à un ou un groupe des éléments fonctionnels (2, 2', 2''), dans laquelle chacune des commandes d'énergie décentralisées (6) est conçue pour fournir une forme d'énergie électrique par des commandes de la commande centralisée (5) au moyen du convertisseur d'énergie (7) respectif, qui nécessite l'élément fonctionnel respectif, dans lequel les commandes pour les commandes d'énergie décentralisées (6) sont transmises par le biais des lignes d'alimentation (3, 3') de l'alimentation d'énergie et sont utilisées ou stockées sur le côté primaire du transformateur respectif (4, 4'),  
**caractérisée en ce**

- **que** pour fournir la forme d'énergie électrique nécessaire respective, à savoir du courant continu ou alternatif de fréquence ou de modulation de courbe différente ainsi que de différentes intensités de courant ou tensions pour faire fonctionner l'élément fonctionnel (2, 2', 2'') respectif selon son type, respectivement un des transformateurs (4, 4'), respectivement un des convertisseurs d'énergie (7) et une des commandes d'énergie décentralisées (6) sont ajoutés dans une alimentation universelle (13), et
- **que** chacune des alimentations universelles (13) présente une barrière d'isolation (17) qui a pour effet tant une séparation galvanique (18) d'une partie d'alimentation en énergie (15, 15')

- de l'alimentation universelle (13) qu'une séparation galvanique (19) d'une pièce de commande (16, 16') de l'alimentation universelle (13), de sorte qu'il n'y a de la part des côtés primaires respectifs de la partie d'alimentation en énergie (15) et de la partie de commande (16) aucun court-circuitage vers les côtés secondaires de la partie d'alimentation en énergie (15') et de la partie de commande (16') de l'alimentation universelle (13) respective.
2. Installation de balisage d'aéroport selon la revendication 1,  
**caractérisée en ce**
- **qu'**au moins une des alimentations universelles (13) est conçue pour détecter la valeur initiale de l'énergie électrique du convertisseur d'énergie (7) respectif par un dispositif de mesure (8), et
  - **que** la commande d'énergie (6) de l'élément fonctionnel (2, 2', 2'') respectif ou du groupe d'éléments fonctionnels (2, 2', 2'') est conçue, par comparaison de la valeur initiale à une valeur de consigne prédéfinie, régler de nouveau l'alimentation en énergie de l'élément fonctionnel (2, 2', 2'') respectif ou du groupe d'éléments fonctionnels (2, 2', 2'') pour compenser des modifications de charge ou des oscillations d'une alimentation principale de l'installation de balisage d'aéroport (1).
3. Installation de balisage d'aéroport selon la revendication 1 ou 2,  
**caractérisée en ce**  
**qu'**un logiciel interne de la commande d'énergie décentralisée (6) respective est modifiable pour pouvoir indiquer les paramètres de l'énergie électrique nécessaire qui est conditionnée par le type de l'élément fonctionnel (2, 2', 2'') respectif.
4. Installation de balisage d'aéroport selon la revendication 1, 2 ou 3,  
**caractérisée en ce**  
**que** les lignes d'alimentation (3) sont un circuit en série (3') et les transformateurs (4) sont des transformateurs de circuit en série (4').
5. Installation de balisage d'aéroport selon l'une des revendications 1 à 4,  
**caractérisée en ce**  
**que** les transformateurs (4) sont des transformateurs électroniques.
6. Installation de balisage d'aéroport selon la revendication 5,  
**caractérisée en ce**  
**que** pour les éléments fonctionnels (2, 2', 2'') qui nécessitent le courant alternatif, la transformation de l'énergie électrique en un courant alternatif pour les éléments fonctionnels (2, 2', 2'') s'effectue par un circuit intermédiaire en courant continu du convertisseur d'énergie (7) attribué.
7. Installation de balisage d'aéroport selon la revendication 6,  
**caractérisée en ce**  
**qu'**une conversion CC-CC haute fréquence se raccorde au circuit intermédiaire en courant continu pour une séparation électrique sûre.
8. Installation de balisage d'aéroport selon l'une des revendications 1 à 7,  
**caractérisée en ce**  
**que** chacun des convertisseurs d'énergie (7) est équipé d'une correction de facture de puissance pour éviter des décalages de phase et d'onde harmonique parasites sur les lignes d'alimentation (3) par la régulation de l'énergie et la l'alimentation en énergie.
9. Installation de balisage d'aéroport (1) selon l'une des revendications 1 à 8,  
**caractérisée en ce**  
**que** pour un ou plusieurs des éléments fonctionnels (2, 2', 2''), le convertisseur d'énergie (7) attribué respectif présente un onduleur (14) placé sur le côté secondaire du transformateur (4, 4') respectif pour produire du courant continu ou alternatif de fréquence ou de modulation de courbe différente ainsi que différentes intensités de courant ou tensions.
10. Installation de balisage d'aéroport selon l'une des revendications 1 à 9,  
**caractérisée en ce**  
**que** pour un ou plusieurs des éléments fonctionnels (2, 2', 2''), le transformateur (4, 4') attribué respectif et le convertisseur d'énergie (7) attribué est conçu en tant qu'un composant électronique avec leurs fonctions.
11. Installation de balisage d'aéroport selon l'une des revendications 1 à 10,  
**caractérisée en ce**  
**que** pour un ou plusieurs des éléments fonctionnels (2, 2', 2''), la barrière d'isolation (17), outre le transformateur (4, 4'), divise également le convertisseur d'énergie (7) et la commande d'énergie (6) respectivement en un côté primaire (7', 6') et un côté secondaire (7'', 6'').
12. Installation de balisage d'aéroport selon la revendication 11,  
**caractérisée en ce**  
**que** dans chacune des alimentations universelles (13), le côté primaire (6') de la commande d'énergie

(6) commande les côtés primaires du transformateur (4, 4') et du convertisseur d'énergie (7') et le côté secondaire (6'') de la commande d'énergie (6) commande le côté secondaire (7'') de convertisseur d'énergie (7).

5

13. Installation de balisage d'aéroport selon l'une des revendications 1 à 12,

**caractérisée en ce**

**que** pour un ou plusieurs des éléments fonctionnels (2, 2', 2'') dans l'alimentation universelle (13) respective, la séparation galvanique (19) de la partie de commande (16, 16') est une séparation transformatrice avec une fréquence de transmission d'information élevée et une inductance de fuite faible encore utilisable pour la transmission de données.

10

15

14. Installation de balisage d'aéroport selon la revendication 13,

**caractérisée en ce**

**que** la fréquence de transmission d'information est supérieure à 100 KHz.

20

15. Installation de balisage d'aéroport selon l'une des revendications 1 à 14,

25

**caractérisée en ce**

**qu'**une transmission de données supplémentaire est prévue et que deux transmissions de données indépendantes sont ainsi conçues qu'une peut remplacer l'autre.

30

16. Installation de balisage d'aéroport selon l'une des revendications 1 à 15,

**caractérisée en ce**

**que** pour un ou plusieurs des éléments fonctionnels (2, 2', 2''), la commande d'énergie décentralisée (6) respective est conçue pour permettre un démarrage en douceur de l'élément fonctionnel (2, 2', 2'') respectif.

35

40

17. Installation de balisage d'aéroport selon la revendication 16,

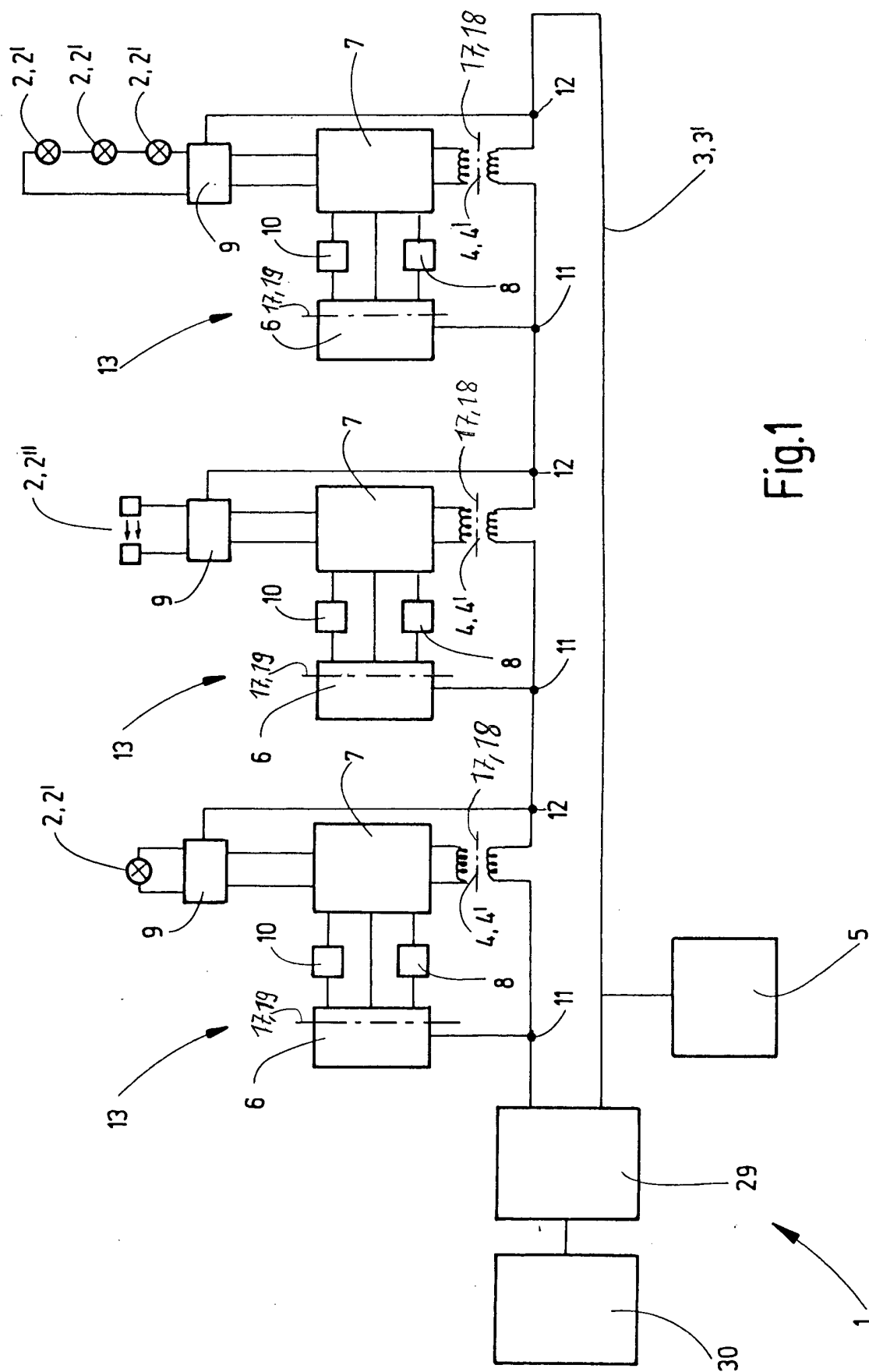
**caractérisée en ce**

**qu'**un ou plusieurs des éléments fonctionnels (2, 2', 2'') est/sont des LED et la commande d'énergie décentralisée (6) respective est conçue pour reproduire un comportement de démarrage optique de lumières halogène pour les LED.

45

50

55



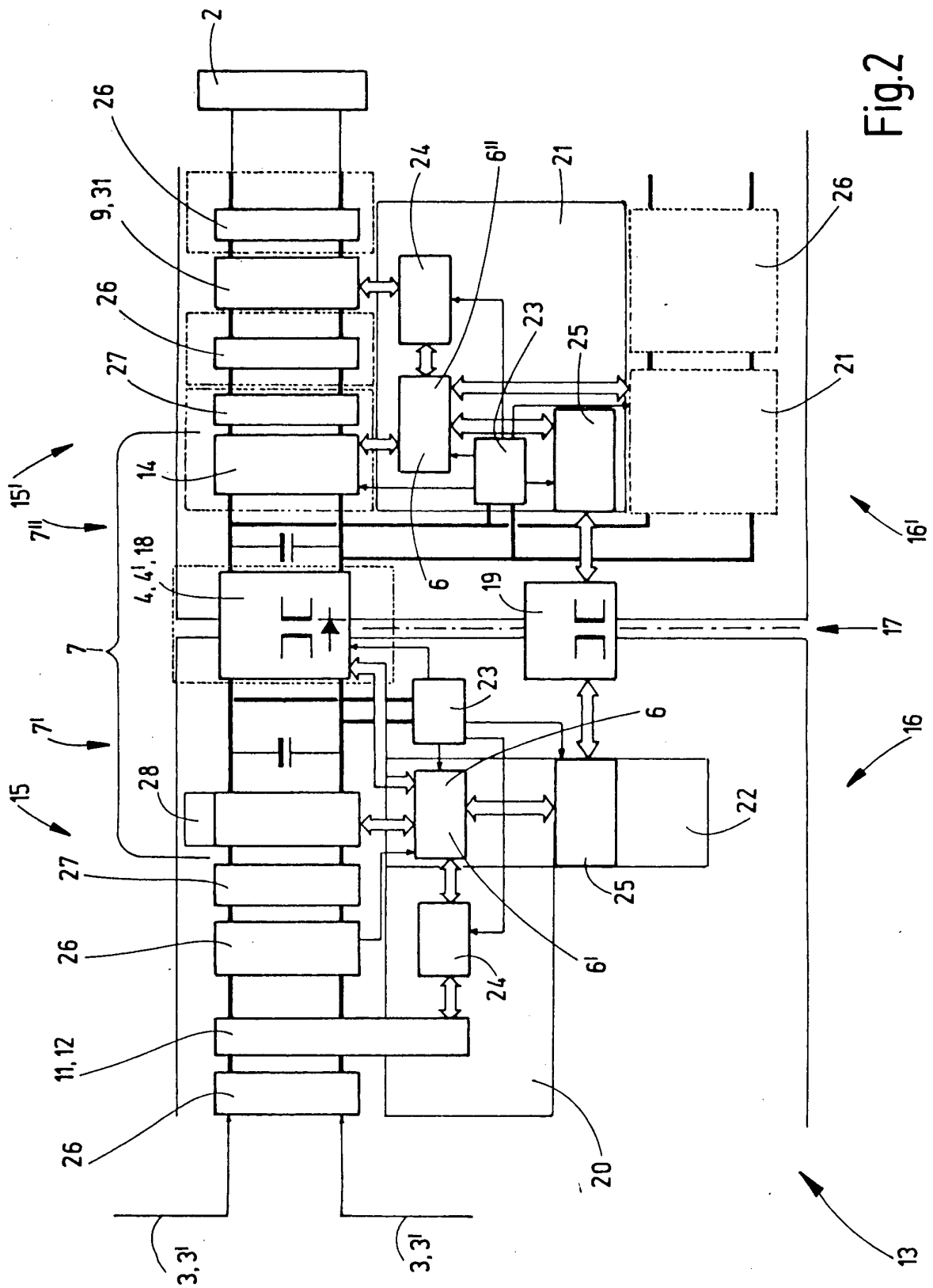


Fig.2

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10026923 B4 [0005]
- EP 0491790 B1 [0005]
- US 5926115 A [0006]
- DE 19649371 C1 [0008] [0009]
- US 20050030192 A1 [0009]
- US 20080137182 A1 [0010]
- DE 29811913 U1 [0013]