



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
02.11.95 Patentblatt 95/44

⑤① Int. Cl.⁶ : **H05G 1/46, H05G 1/30,**
H05G 1/54

②① Anmeldenummer : **91105238.9**

②② Anmeldetag : **03.04.91**

⑤④ **Schaltungsanordnung für insbesondere für Diagnosezwecke eingesetzte Röntgeneratoren.**

③⑩ Priorität : **28.04.90 DE 4013703**

⑦③ Patentinhaber : **Bork, Klaus-Peter**
Kardinal v. Galen-Strasse 12
D-33332 Gütersloh (DE)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
06.11.91 Patentblatt 91/45

⑦② Erfinder : **Bork, Klaus-Peter**
Kardinal v. Galen-Strasse 12
D-33332 Gütersloh (DE)

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
02.11.95 Patentblatt 95/44

⑦④ Vertreter : **Meldau, Gustav, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Dipl.-Ing. Gustav Meldau
Dipl.-Phys. Dr. Hans-Jochen Strauss,
Postfach 24 52
D-33254 Gütersloh (DE)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE DK FR GB IT LI NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 001 640
EP-A- 0 063 644
WO-A-86/03363
US-A- 4 811 374
US-A- 4 819 258

EP 0 455 001 B1

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

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Einstellen der Aufnahmeparameter "Hochspannung", "Röhrenstrom" und "Belichtungszeit" für einen Diagnose-Röntgengenerator für eine durchzuführende Untersuchung eines Objektes.

Für die Steuerung von Röntgengeneratoren wird zum einen die Spannung der Röntgenröhre (Röhrenspannung) vorgewählt, um eine für den Anwendungszweck gewünschte, hinreichend weiche oder genügend harte Strahlung sicherzustellen; zum anderen wird der Heizstrom der Glühkathode der Röntgenröhre vorgewählt, um einen gewünschten Kathodenstrom und somit eine bestimmte, auch vom Zustand der Anode abhängige Strahlungsausbeute zu erhalten; schließlich wird noch die Zeitdauer der Strahlung vorgewählt, um bei einer von Härte der Strahlung und Strahlungsausbeute gegebenen Dosisleistung die gewünschte, für Diagnose bzw. Therapie erforderliche Strahlungsdosis applizieren zu können. Bei den bekannten Röntgengeneratoren werden diese Werte am Bedienpult eingestellt, wobei dies durch Vorwahl der Hochspannung am Stelltransformator des Hochspannungsgleichrichters und durch Einstellung des Heizstromes erfolgt. Während der Heizstrom bereits vor dem Zuschalten der Hochspannung fließt (vorgeheizte Kathode) und so die Messung des tatsächlich fließenden Heizstromes mit entsprechenden Wandlern keine Schwierigkeiten verursacht, wird die Hochspannung nur während der Applikationszeit angelegt, sie kann daher nur "kalt" voreingestellt werden, ein Vorgehen, daß von Anlage zu Anlage wegen der Lastabhängigkeit der Hochspannung bei fließendem Kathodenstrom in Abhängigkeit von den überschaubaren Innenwiderständen der Hochspannungsgleichrichter und der nicht überschaubaren Quellwiderstände des Netzes verschieden ist und besonders für angelerntes Personal erhebliche Schwierigkeiten mit sich bringt. Darüber hinaus kann gerade während längerer Applikationszeiten ein Einbruch durch plötzliches Zuschalten eines Verbrauchers oder eine plötzliche Erholung der Netzspannung durch Abschalten eines Verbrauchers eine nicht vorhersehbare Änderung der Hochspannung nach sich ziehen, die die Dosisleistung in nicht vorhersehbarer Weise gravierend verändert.

Aus der WO-A- 8 603 363(HU) ist eine Schaltungsanordnung zum Einstellen der Aufnahmeparameter wie Hochspannung, Röhrenstrom und Belichtungszeit für eine durchzuführende Röntgenuntersuchung bekannt, mit einem Interface, das mit Eingangsports versehen ist, einerseits zum Anschluß eines Personal-Computers und andererseits zur Verbindung mit dem Hochspannungsgenerator der Röntgenanlage zum Aufnehmen elektrischer Signale, durch die diese Aufnahmeparameter gesetzt werden können, wobei dem Hochspannungsgenerator ein

Überwachungsblock vorgeschaltet ist, wobei das Interface eine CPU, ein ROM und ein RAM als Programm- und Datenspeicher zum Speichern von Informationen, die die logischen Bedingungen für die Röntgenbelichtung, die nach den Vorgaben eingehalten sein müssen, festlegen, einen Taktgeber zum Takten der CPU sowie deren Ports mit logischen Zuständen, vorgegeben durch diese CPU, sowie Verbindungsmitteln zwischen diesen Ports und den Eingangs-Ports zum Umsetzen der logischen Zustände in die elektrischen Signale, und einen Datenbus umfaßt, der über die Eingangsports mit dem Personal-Computer verbunden ist, zur Speicherung der Daten, die mit den Parametern des Mikrocontrollers zusammenhängen, wobei das Ausüben der Überwachung zwischen dem Überwachungsblock und dem Personal-Computer derart aufgeteilt ist, daß der Personal-Computer so programmiert ist, daß die Parameter der Röntgenbelichtung im Dialog-Modus vom Bedienungspersonal der Röntgenanlage festgelegt werden, während der Überwachungsblock diese Daten benutzt, um die Signale in der Weise und Folge zu erzeugen, die festgelegt sind durch die Betriebsnotwendigkeiten und -bedingungen der Röntgenanlage. Bei dieser vorveröffentlichten Schaltungsanordnung für eine Röntgenanlage werden zwar Sollwerte vorgegeben, jedoch unterbleibt der weiterführende Schritt, die Istwerte durch eine Rückführung der Meßwerte zu kontrollieren und von dem dadurch möglichen Soll-/Istwert-Vergleich eine Beeinflussung der Istwerte zum Ausgleich derartiger Abweichung zu erreichen. Weiter ist aus der US-PS 4 811 374 eine Schaltungsanordnung zur Steuerung eines Röntgengenerators für Röntgenaufnahmen bekannt, bei der ein Prozessor die für die Aufnahme relevanten Parameter, wie Röhrenspannung, Röhrenstrom, mAs-Wert und Aufnahmedauer, setzt, wobei die durch die Aufnahme bedingte Last Berücksichtigung findet, und wobei die Röntgenröhre vor einer Überlast bei falschen Parametern bewahrt werden soll, wozu der Prozessor einen Start einer Aufnahme, bei der die Röntgenröhre überlastet werden kann, verhindert. Dies wird dadurch erreicht, daß der Prozessor in einem Iterationsverfahren von einem ersten Stromwert ausgehend die Leistung errechnet und mit der sich für die für einen gewünschten Ladungsübergang ergebenden Belichtungszeit die Energie, mit der die Anode belastet wird. Liegt dieser Wert über der Grenze, werden in einem zweiten Schritt Röhrenstrom und Röhrenspannung verringert, die Prozedur wiederholt, geprüft und -wenn die Grenzbelastungs-Energie unterschritten ist- die Aufnahme frei gegeben anderenfalls die Prozedur wiederholt, bis das erste Werte-Triplett gefunden ist, bei dem die Grenzenergie unterschritten bleibt. Dabei werden im Speicher des Processors die funktionell zusammenhängenden Werte für Röhrenstrom und Heizstrom abgelegt. Die Schaltungsanordnung führt zu einer unter der Grenzbelastung liegenden Belich-

tung.

Die EP-A- 0 001 640 betrifft eine radiologische Einrichtung, die insbesondere zur Untersuchung von Patienten vorgesehen ist, und mit der die Bildqualität optimiert und Lebensdauer der Strahlungsquelle maximiert werden sollen. Dazu wird eine Steuerung mit einem Speicherprogramm-Rechner eingesetzt, dessen Anwendungs-Speicher eine Anzahl von Instruktionsprogrammen enthält. Die für eine Aufnahme eingegebenen Faktoren von Röhrenspannung, Röhrenstrom und Aufnahmedauer oder organspezifische Abrufe werden unter Berücksichtigung der Durchstrahlungsrichtung sowie der Alter und Dicke des Patienten werden danach von dem Speicherprogramm-Rechner auf den maximalen Röhrenstrom umgesetzt, um eine minimale Aufnahmedauer zu erreichen; die daraus resultierenden Belastungen werden mit den im Informationsspeicher abgelegten Röntgenröhren-Belastungsdiagrammen verglichen, wobei die Belichtung nur gestattet wird, wenn keine Überschreitung der Grenz-Belastung vorliegt. Liegt eine Überschreitung vor, erniedrigt das Programm den Röhrenstrom bei konstantem Ladungs-Durchfluß (d.h. Zunahme der Aufnahmedauer). Diese neuen Werte werden erneut auf Verträglichkeit mit der Röntgenröhren-Belastung verglichen u.s.f. Damit wird eine Verschlechterung der Bildauflösung in Kauf genommen. Um diese Verschlechterung der Bildauflösung in Grenzen zu halten, kann eine obere Grenze der Aufnahmedauer vorgegeben werden, die nicht überschritten werden darf. Tritt dieser Fall ein, wird die Leistungsabgabe an die Anode reduziert, wobei der Röhrenstrom herabgesetzt und die Röhrenspannung erhöht wird, unter Konstanthaltung des Filmschwärzungsfaktors (weswegen die Abnahme des Röhrenstromes überproportional stärker ins Gewicht fällt als die Steigerung der Röhrenspannung), so daß die Abnahme der an die Anode abgegebene Leistung erreicht wird. Nach der Druckschrift wird dieses Vorgehen mit anderen Parametern (andere Brennfleckgröße, höhere Geschwindigkeit der Drehanode) solange wiederholt, bis entweder ein passendes Wertetriplett gefunden oder die technische Undurchführbarkeit der Aufnahme mit den gewählten oder resultierenden Vorgaben erwiesen ist.

Mit diesen Anordnungen soll erreicht werden, daß die Röntgenanlage auf die für die verschiedenen Aufnahmen notwendigen Parameter so eingestellt werden können, daß Fehlaufnahmen, die die Patienten unnötig belasten und teures Filmmaterial verschwenden, vermieden werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen.

Durch den Einsatz eines Personal-Computers wird in einfacher Weise der Anschluß an dessen Steuerungstechnik erreicht; dieser Einsatz setzt allerdings ein besonderes Interface voraus, das die

Verbindung zwischen der Steuerung und dem Personal-Computer PC übernimmt. Dieses Interface ist derart aufgebaut, daß es zum einen die analogen (oder am Geber bereits digital umgewandelten) Rückmeldungen der Zustände der Stellantriebe sowie der elektrischen und/oder strahlungstechnischen Meßwerte dem Personal-Computer übergibt, der daraus unter Berücksichtigung der in seinem Anwendungsspeicher permanent gespeicherten technischen Werte für die Röntgenröhre, für Hochspannungsgenerator und das elektrische Versorgungsnetz, an das der Hochspannungsgenerator angeschlossen ist, die aktuellen Werte für die Röntgenröhre und den vorliegenden Anwendungsfall, wie die bereit zu stellende Heizleistung und die benötigte (wegen der Netzbelastung überhöhte) Hochspannung ermittelt. Dazu wird über die Eingabe dem Personal-Computer mitgeteilt, welcher Anwendungsfall vorliegt, die Auswahl (und ggf. die Änderung) der für diesen Anwendungsfall voreeschlagenen Standard-Werte für die die Strahlungsdosisleistung bestimmenden Werte für Hochspannung und Heizleistung für die Röntgenröhre erfolgt dann im Dialog. Der Dialog wird über einen an den Personal-Computer angeschlossenen Bildschirm geführt; die Eingabe erfolgt über eine an diesen angeschlossene Tastatur. Das dazu notwendige Programm stellt das Bildschirm-Menue bereit, das dem Bediener mit Logo's und Einträgen hinreichende Auswahlmöglichkeiten anbietet. Da der Anwendungsspeicher die Werte für die Standard-Einstellung für diese Anwendungsfälle gespeichert hat, kann so in einfacher Weise und ohne besondere Fachkenntnis die "Einstellung" des Röntgengenerators durchgeführt werden. Daneben sind (bei entsprechender Fachkunde) jederzeit Korrekturen dieser Standard-Werte möglich.

Von besonderem Vorteil dabei ist, daß neue Anwendungsfälle, die auftreten, und die nach den bekannten Einstellverfahren "von Hand" behandelt werden müssen, auch über den Personal-Computer laufen; damit ergibt sich die Möglichkeit, diese Einstellung für die neuen Anwendungsfälle im Anwendungsspeicher abzulegen, zur weiteren Verwendung, wenn solche Fälle wieder auftreten. Damit wird die vorgeschlagene Konfiguration in einem für die Routinepraxis ausreichendem Maße lernfähig. Dies betrifft auch die Korrekturwerte, die der Personal-Computer für den Quellwiderstand des Hochspannungsgenerators einschließlich des Quellwiderstandes des elektrischen Versorgungsnetzes oder aber für den Zustand der Röntgenröhre bereithält: Ändern sich diese vorgehaltenen Werte etwa durch Alterungsprozesse, können die sich ändernden Korrekturen in gleicher Weise im Anwendungsspeicher abgelegt und bei folgenden Anwendungsfällen in berichtigter Weise berücksichtigt werden.

Die ständige Überwachung von Röhrenspannung und Röhrenstrom erfolgt über die gesamte Ap-

plikationszeit. Dadurch wird zum einen ein Wert für die augenblickliche Belastung der Röntgenröhre erhalten, zum anderen aber auch das Zeitintegral dieser Belastung. Daraus lassen sich die für die Applikation notwendigen Strahlungsdosen errechnen und für einen vorgewählten Ladungswert (mAs) die Röhrenspannung so halten, daß die zulässige Maximal-Belastung der Anode nicht überschritten wird, wobei die Applikationszeit ein Minimum ist (letzteres ist für Aufnahmen in der Diagnose bedeutsam, da mit zunehmender Aufnahmedauer bewegungsbedingte Unschärfen die Auswertbarkeit der Aufnahme verschlechtern).

Darüber hinaus sind im Anwendungsspeicher sicherheitsrelevante Betriebswerte der Röntgenröhre abgelegt. Der Personal-Computer vergleicht die aktuellen Betriebswerte ständig mit den sicherheitsrelevanten, als Grenzwerte anzusehenden Werten im Speicher und hält die aktuellen Werte in den durch diese Grenzwerte vorgegebenen Bereich. Sicherheitsprobleme werden somit zwangsläufig vermieden. Das Ablegen dieser Werte gestattet auch ein Anpassen dieser Werte, wenn Änderungen, etwa wegen Änderung des Sicherheitskonzepts, vorgenommen werden müssen. Dies gilt auch für die im Anwendungsspeicher abgelegten anwendungsspezifischen Werte. Während diese ständig durch einfaches Überschreiben oder durch Zufügen aktualisiert werden, bedürfen jene wegen der sicherheitsrelevanten Probleme besonderer Behandlung: Die Dateien sind gegen unberechtigtes Überschreiben zu sichern; vorteilhaft ist der Einsatz von EPROM's, die zum Löschen und Neuschreiben besonderer Behandlung bedürfen (was im Hinblick auf zukünftige Änderungen der Sicherheitsvorschriften besonders bedeutsam ist).

Da die Strahlungsausbeute der Röntgenröhre vom Zustand ihrer Anode abhängt und dieser sich mit zunehmendem Alter verändert, ist eine ständige oder von Zeit zu Zeit erfolgende Kontrolle der Strahlungsausbeute notwendig. Diese wird mit einem in den Strahlengang geschalteten Meßgerät vorgenommen, das bei Erreichen des gewünschten Dosiswertes den Lastschalter auslöst und damit die Hochspannung abschaltet. Dieser Abschaltimpuls wird auch als Quitungsimpuls für den Personal-Computer PC verwendet und über das Interface diesem zugeleitet. Damit wird dem Personal-Computer mitgeteilt, daß die Applikation abgeschlossen ist. Diese Mitteilung bewirkt einen Schaltzustand, der z.B. eine erneute Applikation ohne Bestätigung ausschließt. Dies ist notwendig, um bei Aufnahmen Doppelbelichtungen auszuschließen; die Notwendigkeit für eine derartige Sperrschaltung ergibt sich auch aus sicherheitstechnischen Anforderungen.

Der Personal-Computer weist neben seiner Schnittstelle zur Eingabetastatur und zum Bildschirm weitere Schnittstellen auf, von denen eine als

Drucker-Schnittstelle benutzt wird, an die als weitere Ausgabeeinheit ein Drucker angeschlossen wird. Mit Hilfe dieses Druckers ist der Personal-Computer in der Lage, für jede Applikation ein Protokoll über den Verlauf von Röhrenspannung und Röhrenstrom sowie der Dosisleistung und der Applikationsdauer auszugeben. Damit können diese Ausdrücke für Dokumentationszwecke z.B. in der Patientenakte gesammelt werden. Es versteht sich von selbst, daß auch eine elektronische Speicherung vorgenommen und erst bei Bedarf ein Ausdruck davon hergestellt werden kann. Mit dieser oder einer weiteren Schnittstelle ist auch eine Verbindung zu einem übergeordneten Rechner (Host) möglich. Dieser übergeordnete Rechner kann dabei die Anwendungsdaten für die ausgewählte Applikation übermitteln, er kann die sicherheitsrelevanten Daten enthalten und er kann schließlich auch die Aufgabe des Speichers für die zu dokumentierenden Daten übernehmen.

Das Wesen der Erfindung wird an Hand des in der Figur 1 beigefügten Blockschaltbildes näher erläutert.

Der Personal-Computer - hier als Rechner "PC" bezeichnet - weist mindestens drei Schnittstellen auf, von denen eine mit einer Eingabeeinheit, der "Tastatur", und eine andere mit der Ausgabeeinheit, dem "Bildschirm" belegt ist. An die dritte Schnittstelle ist das "Interface" angeschlossen, mit dem die Verbindung zu den einzelnen Komponenten des Röntgen-generators hergestellt wird. Die den Anschluß des "Interface" aufnehmende dritte Schnittstelle ist als IN/OUT Port eingerichtet, über sie laufen sowohl Stellungsrückmeldungen und Meßwertsignale sowie Quitungssignale zum Rechner, als auch Stellbefehle an die angeschlossenen Komponenten.

Ist über die Eingabeeinheit "Tastatur" mit Hilfe eines entsprechenden vom Programm zur Verfügung gestellten Menue's die gewünschte Applikation ausgewählt, und hat der Rechner ebenfalls aufgrund dieses Programmes die notwendige Hochspannung und die für den notwendigen Röhrenstrom benötigte Heizleistung berechnet, gehen die dazu gehörigen Stellbefehle von dem Teil "Röhrenspannung" des Interface an den "Stelltransformator" und von dem Teil "Röhrenstrom" des Interface an den "Stufenschalter für Heizung", deren Stellglieder daraufhin die Stellbefehle ausführen. Die von PC gewählte Hochspannung steht daraufhin am "Lastschalter" an, mit einem entsprechend der zu erwartenden Absenkung unter Last überhöhten Wert.

Die Heizung wird mit einer Unterspannung als Vorheizung in Betrieb genommen, der Umschalter "Vorheizung/Heizung" ist noch in der (nicht dargestellten) Stellung "Vorheizung mit unstabiler Spannung". Die von PC berechnete Dosisleistung wirkt sich auch auf die Anodenbelastung aus, sie sollte auch überwacht werden.

Um die Anodenbelastung unterhalb der zulässi-

gen Grenzlast zu halten, wird über den Teil "Dosisautomat" des Interface die Drehanode aktiviert, die Strahlbündelung über "Fokus" in gewünschter bzw. notwendiger Weise eingestellt und schließlich über die "Dosissteuerung" die Rückmeldung der Meßkammer aufgenommen, die den PC für weitere Applikationen ohne eine erneute Bestätigung sperrt. Eine derartige Rückmeldung erfolgt auch nach Anlauf der Drehanode, wobei ohne diese Rückmeldung das Einschalten des Lastschalters und damit das Anlegen der Hochspannung an die Röntgenröhre ausgeschlossen ist. Dabei ist der an das Interface angeschlossene Dosisautomat selbst im allgemeinen nicht Bestandteil des Röntgengenerators, sondern ist als autonom arbeitender Teil der Röntgenanlage zu sehen.

Der Teil "Lastschalter" des Interface aktiviert den Hochspannungs-Lastschalter, wobei damit gekoppelt die Umschaltung von "Vorheizen mit unstabiler Spannung" auf "Heizen mit stabiler Spannung" umgeschaltet wird. Durch die Verwendung einer stabilisierten Spannung ist die gewünschte Heizleistung und damit die für einen bestimmten Röhrenstrom notwendige Temperatur der geheizten Kathode sichergestellt. Eine Umschaltung im Heizstromkreis gestattet ein Anpassen an die unterschiedlichen Anforderungen z.B. für Aufnahme oder Durchleuchtung.

Schließlich weist das Interface noch Meßwerteeingänge auf, die zum Teil über die A/D-Wandler des "Meßwert-Wandlers" und zum anderen Teil direkt über die "Aufnahmevorbereitung" dem Interface zugehen. Die eingehenden Meßwerte dienen zum einen der Überwachung des Verlaufs der gesamten Applikation, zum anderen aber geben die Meßwerte Rückmeldungen z.B. über Änderungen des Quellwiderstandes des Hochspannungsgleichrichters (einschließlich des elektrischen Anschlußnetzes) und somit über die ohne Last einzustellende Überspannung oder des Emissionsvermögens der Kathode in Abhängigkeit von der Temperatur der Kathode und somit der Kathode zugeführten Heizleistung. Gleiches gilt auch für die Rückmeldung der Meßkammer, deren Meßwert in Abhängigkeit von Röhrenspannung und Röhrenstrom ein Maß für die Strahlungsausbeute der (sich im Betrieb aufrauhen) Anode liefert. Abweichungen dieser Werte deuten auf plötzliche oder dauernde (oft auch schleichend einsetzende) Veränderungen, die der PC als Referenzwerte im Anwendungsspeicher ablegt und die der PC fortan bei den periodisch vorgeschriebenen Konstanzprüfungen der Röntgenanlage berücksichtigt und mit den bei der Abnahmemessung der Röntgenanlage gewonnenen Ausgangswerten vergleichen kann.

Die Steuerung erfolgt über den Personal-Computer PC, der mit einem Programm geladen ist, dessen Struktur in dem als Figur 2 beigefügten, auf eine Röntgenaufnahme abgestellten Flußdiagramm ent-

nommen werden kann. Nach dem Start wird unter "INIT" ein Systemtest durchgeführt und alle variablen Werte in Ausgangsstellung gebracht. Danach ist das System bereit, unter "Eingabe" die für die vorliegenden Gegebenheiten bestimmten Werte anzunehmen. Diese Werte werden unter "Verify" auf ihre Schlüssigkeit geprüft und in der folgenden JA/NEIN - Entscheidung unter "Start" wird bei gegebenem Startbefehl der weitere Programmablauf ausgelöst. Sind die Vorgaben nicht schlüssig, oder ist der Startbefehl nicht gegeben, springt das System zurück auf Eingabe und erlaubt so auch eine Eingabekorrektur.

Ist "Start" freigegeben, wird zunächst bei schlüssigen Vorgaben in der nächsten Stufe "Check" geprüft, ob alle Parameter der Vorgabe im gültigen Bereich liegen. Bei außerhalb liegenden Parametern erfolgt Rücksprung zur "Eingabe", um Korrekturen zu ermöglichen. Werden die Eingaben als im Bereich liegend anerkannt, erfolgt unter "Anlauf" der eigentliche Start des Einstellens der vorgegebenen Parameter, deren Einstellungen überprüft werden, wobei bei der Einstellung auftretende Fehler zu einer mit Rücksprung zu "Eingabe" verbundenen Fehlermeldung führen.

Bei Fehlerfreiheit startet unter "Belichtung" die Belichtungsautomatik, wobei während der Aufnahme die Hochspannung an der Röhre, der Röhrenstrom, der Heizstrom und die Expositionszeit gemessen werden. Auftretende Fehler, d.h. Abweichungen gegenüber den Vorgaben, werden vom System identifiziert und als Fehler gemeldet, ggf. erfolgt Abbruch und Rücksprung zu "Eingabe". Während der Belichtung wird diese Prüfung ständig durch Abfrage der Parameter in einer Schleife wiederholt. Nach Zeitablauf, d.h. nach Ende der Belichtungszeit werden die Meßwerte zur Anzeige gebracht, und zwar einschließlich des für die Dosis wesentlichen Strom-Zeit-Produktes in mAs, das darüber hinaus auch dokumentiert werden kann, ggf. durch Übermittlung an einen übergeordneten Rechner, der den Personal-Computer PC als Host aufgenommen hat. Danach springt das System zurück auf "Eingabe" und ist bereit, neue Parameter anzunehmen.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Einstellen der Aufnahmeparameter "Hochspannung", "Röhrenstrom" und "Belichtungszeit" für einen Diagnose-Röntgengenerator für eine durchzuführende Untersuchung eines Objektes, mit einem Interface zur Übergabe elektrischer Signale, durch die Aufnahmeparameter gesetzt werden können, und zur Führung von Rückmeldungen und über dessen Aus- und Eingänge einerseits ein Personalcomputer (PC) und andererseits ein Hochspannungsgleichrichter mit Stelltransformator, ein ein-

stellbarer Heizspannungsgenerator mit Stufenschalter sowie eine mit dem Hochspannungsgleichrichter verbundene Röntgenröhre angeschlossen sind, wobei der PC Mittel zum Überwachen der Aufnahmeparameter sowie einen Anwendungsspeicher zum Speichern von Informationen aufweist, die zum einen die sicherheitsrelevanten Grenzwerte für den Betrieb der Röntgenröhre betreffen und zum anderen die nach Vorgaben einzuhaltenden Aufnahmeparameter festlegen, und wobei der Personalcomputer (PC) zunächst für eine Röntgendosis gewünschter Härte Röhrenspannung und Heizleistung berechnet, wobei über das Interface ständig während der Belichtungsdauer gemessene aktuelle Werte von Röhrenspannung und Röhrenstrom dem Personalcomputer (PC) zugeführt werden, wobei der Personalcomputer diese gemessenen Werte ständig mit den sicherheitsrelevanten Grenzwerten vergleicht und die aktuellen Werte in dem durch diese Grenzwerte vorgegebenen Bereich hält, wobei eine daraus resultierende Einstellung des Hochspannungsgleichrichters sowie des Heizspannungsgenerators unter Berücksichtigung der Grenzbelastung der Röntgenröhre an den Stelltransformator des Hochspannungsgleichrichters und das Stellglied des Heizspannungsgenerators so abgegeben wird, daß die Belichtungsdauer unter Einhaltung eines vorgewählten Wertes für den Ladungswert (mAs) minimiert wird.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß für das ständige Überwachen von Röhrenstrom und Röhrenspannung eine Programmschleife vorgesehen ist, wobei nach Ablauf der Belichtungsdauer die Meßwerte zur Anzeige gebracht und dokumentiert werden.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Strahlengang dem Objekt nachgeschaltet ein Strahlungsmeßgerät angeordnet ist, zur Messung der von der Röntgenröhre abgegebenen Dosis, wobei ein Lastschalter bei Erreichen des gewünschten Dosis-Wertes den Röntgengenerator in an sich bekannter Weise abschaltet.
4. Schaltungsanordnungen nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß Abweichungen der Rückmeldung der Meßkammer, deren Meßwert in Abhängigkeit von Röhrenspannung und Röhrenstrom ein Maß für die Strahlungsausbeute der Anode liefert, im Anwendungsspeicher als Referenzwerte abgelegt und bei künftigen Konstanzprüfungen der Röntgenanlage dadurch berücksichtigt werden, daß der Personal-Computer

(PC) diese Werte mit den bei der Abnahmemessung der Röntgenanlage erzielten Ausgangswerten vergleicht.

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß an einen Druckerausgang des Personal-Computers (PC) in an sich bekannter Weise ein Drucker angeschlossen ist, zur Ausgabe eines gesamten Protokolls der aktuellen Untersuchung mit Angaben über Verlauf der tatsächlichen Werte von Röhrenspannung und Röhrenstrom sowie Dosisleistung und Belichtungsdauer.

Claims

1. Circuit arrangement for setting the exposure parameters "high voltage", "tube current" and "exposure time" for a diagnostics X-ray generator for an examination to be carried out on an object, comprising an interface for transferring electric signals which can be used to set these exposure parameters and for sending feedback signals, via the outputs and inputs of which there are connected a personal computer (PC) on the one hand and a high-voltage rectifier having a regulating transformer, a presettable heating voltage generator having a step switch, and an X-ray tube connected with the high voltage rectifier on the other hand, the PC including means for monitoring the exposure parameters as well as an application memory for storing information relating on the one hand to the safety-relevant limit values for the operation of the X-ray tube and on the other hand determining the exposure parameters to be adhered to according to the specification, and wherein the personal computer (PC) first calculates the tube voltage and the heating performance for an X-ray dose of a desired severity, the personal computer (PC) being continuously fed via the interface with actual values of tube voltage and tube current during the time of exposure, the personal computer continuously comparing said measured values with the safety-relevant limit values and keeping the actual values within the range predefined by said limit values, a setting resulting therefrom of the high-voltage rectifier and of the heating voltage generator being provided under consideration of the limit load of the X-ray tube to the regulating transformer and the actuator of the heating voltage generator, so that the exposure time is minimized, while a preselected value for the load value (mAs) is maintained.
2. Circuit arrangement as claimed in Claim 1, characterized in that a program loop is provided for

the continuous monitoring of the tube current and the tube voltage, the measured values being displayed and documented upon expiration of the exposure time.

3. Circuit arrangement as claimed in Claim 1 or 2, characterized in that a radiation measuring device is arranged in the beam path downstream of the object for measuring the dose irradiated by the X-ray tube, a power circuit breaker switching the X-ray generator off in a manner known per se once the desired dose value has been reached. 5
4. Circuit arrangement as claimed in Claim 3, characterized in that deviations in the feedback signals from the measuring chamber, the measuring value of which provides under consideration of the tube voltage and the tube current a standard for the radiation yield of the anode, are stored in the application memory as a reference value and are taken into account for future constancy checks of the X-ray apparatus such that the personal computer (PC) compares these values with the initial values obtained during the acceptance measurement of the X-ray apparatus. 10 15 20 25
5. Circuit arrangement as-claimed in any one of Claims 1 to 4, characterized in that a printer output of the personal computer (PC) is connected to a printer in a manner known per se, for outputting a complete log of the actual examination, providing information on the course of the actual values of tube voltage and tube current as well as of dose rate and exposure time. 30

Revendications

1. Montage pour régler les paramètres de prise de vues "haute tension", "courant du tube" et "durée d'exposition" pour un générateur de rayons X de diagnostic pour l'examen devant être effectué d'un objet, comportant une interface pour le transfert de signaux électriques, au moyen de laquelle ces paramètres de prise de vues peuvent être positionnés, et pour l'envoi de signalisation en retour et, par l'intermédiaire des sorties et des entrées duquel sont raccordés d'une part un ordinateur personnel (PC) et d'autre part un redresseur haute tension comportant un transformateur de réglage, un générateur réglable de la tension de chauffage comportant un commutateur à gradins ainsi qu'un tube à rayons X relié au redresseur haute tension, et dans lequel l'ordinateur personnel comprend des moyens pour contrôler les paramètres de prise de vues, ainsi qu'une mémoire d'utilisation pour la mémorisation d'informations, qui d'une part concernent les valeurs li-

mites, importantes pour la sécurité, pour le fonctionnement du tube à rayons X et d'autre part fixent les paramètres de prise de vues devant être respectés en fonction de prescriptions, et dans lequel l'ordinateur personnel (PC) calcule tout d'abord la tension du tube et la puissance de chauffage pour une dose de rayons X présentant une dureté désirée, et dans lequel des valeurs actuelles, mesurées pendant la durée d'exposition, de la tension et du courant du tube sont envoyées en permanence, par l'intermédiaire d'une surface, à l'ordinateur personnel (PC), et dans lequel l'ordinateur personnel compare en permanence ces valeurs mesurées aux valeurs limites importantes pour la sécurité et conserve les valeurs actuelles dans la gamme prédéterminée par ces valeurs limites, et dans lequel un réglage, qui en résulte, du redresseur haute tension ainsi que du générateur de haute tension est appliqué, en tenant compte de la charge limite du tube à rayons X, au transformateur de réglage du redresseur haute tension et au circuit de réglage du générateur de haute tension de sorte que la durée d'exposition est réduite tout en respectant une valeur présélectionnée pour la valeur de charge (mAs).

2. Montage selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour le contrôle permanent de la tension du tube, il est prévu une boucle de programme, les valeurs de mesure étant affichées et recensées après le déroulement d'une durée d'exposition.
3. Montage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que dans le trajet du faisceau est monté, en aval de l'objet, un appareil de mesure de rayonnement servant à mesurer la dose délivrée par le tube à rayons X, un interrupteur de charge débranchant de façon connue en soi le générateur de rayons X, lorsque la valeur désirée de dose est atteinte. 35
4. Montage selon la revendication 3, caractérisé en ce que des écarts de la signalisation en retour de la chambre de mesure, dont la valeur de mesure fournit, en fonction de la tension et du courant du tube, une mesure du rendement de rayonnement de l'anode, sont mémorisés en tant que valeurs de référence dans la mémoire d'utilisation et sont pris en compte, lors de contrôles ultérieurs de constance de l'installation à rayons X, par le fait que l'ordinateur personnel (PC) compare ces valeurs aux valeurs de sortie obtenues lors de la mesure de contrôle de l'installation radiologique.
5. Montage selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'une imprimante est raccordée de façon connue en soi à une sortie d'imprimante

de l'ordinateur personnel (PC), pour la délivrance d'un protocole global de l'examen actuel avec des indications concernant la variation des valeurs effectives de la tension et du courant du tube ainsi que de la puissance de dose et de la durée d'exposition. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

8

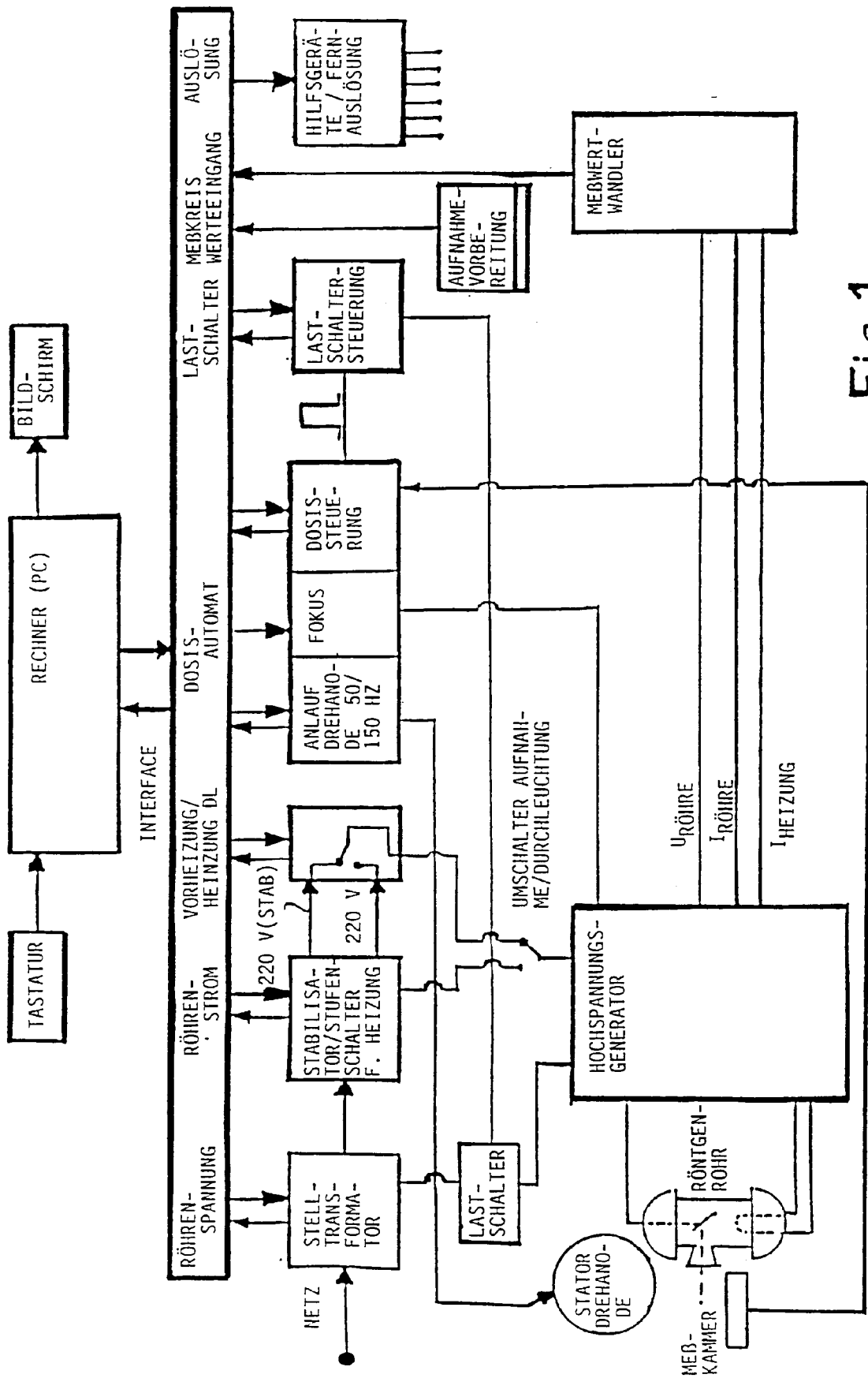


Fig.1

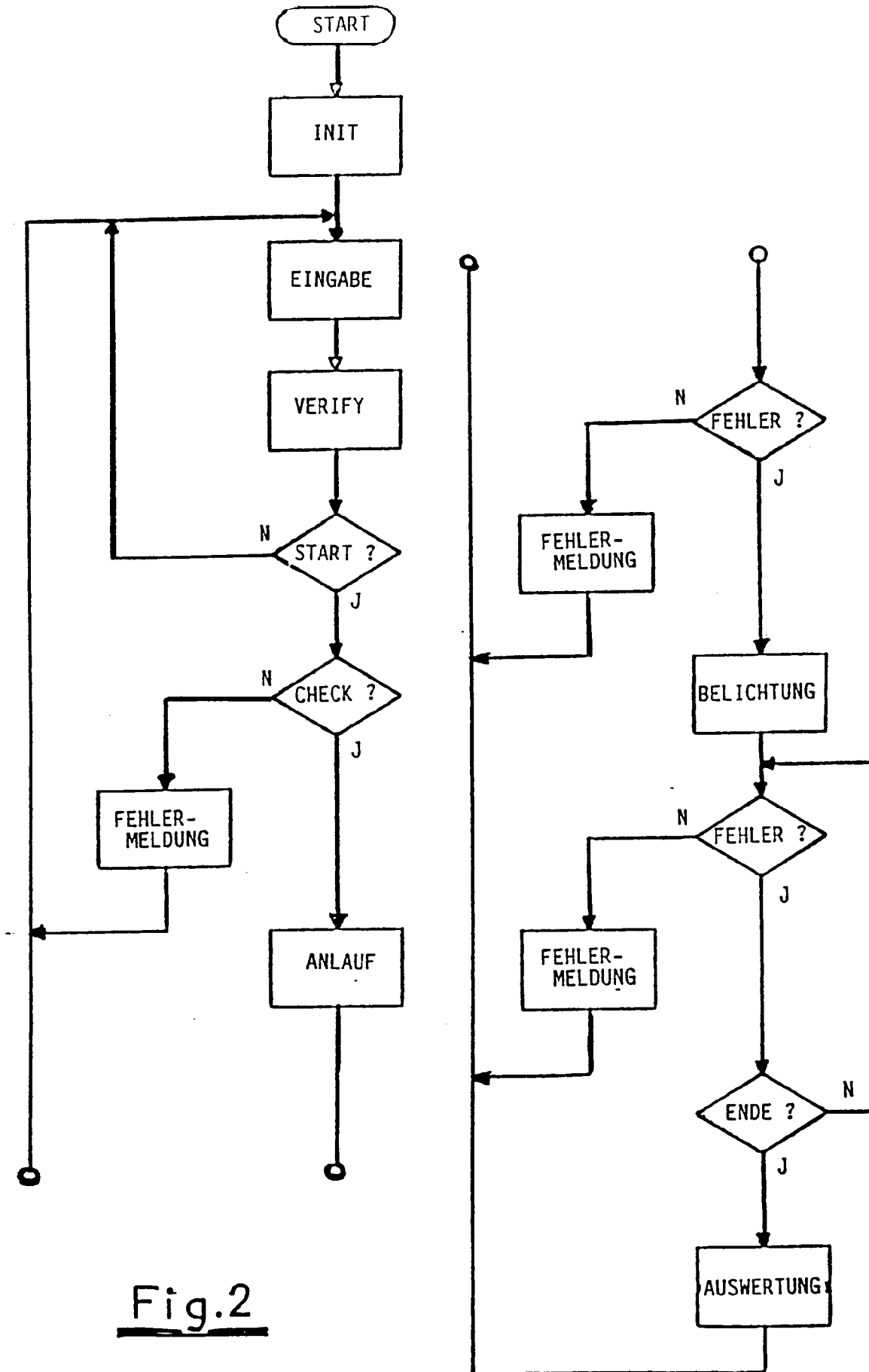


Fig.2