

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑳ Anmeldenummer: **89108298.4**

⑤① Int. Cl. 4: **H05G 1/26 , H05G 1/46**

㉔ Anmeldetag: **09.05.89**

㉓ Priorität: **19.07.88 DD 318053**
19.07.88 DD 318054

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.01.90 Patentblatt 90/04

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL SE

㉗ Anmelder: **VEB Transformatoren- und Röntgenwerk "Hermann Matern"**
Overbeckstrasse 48
DDR-8030 Dresden(DD)

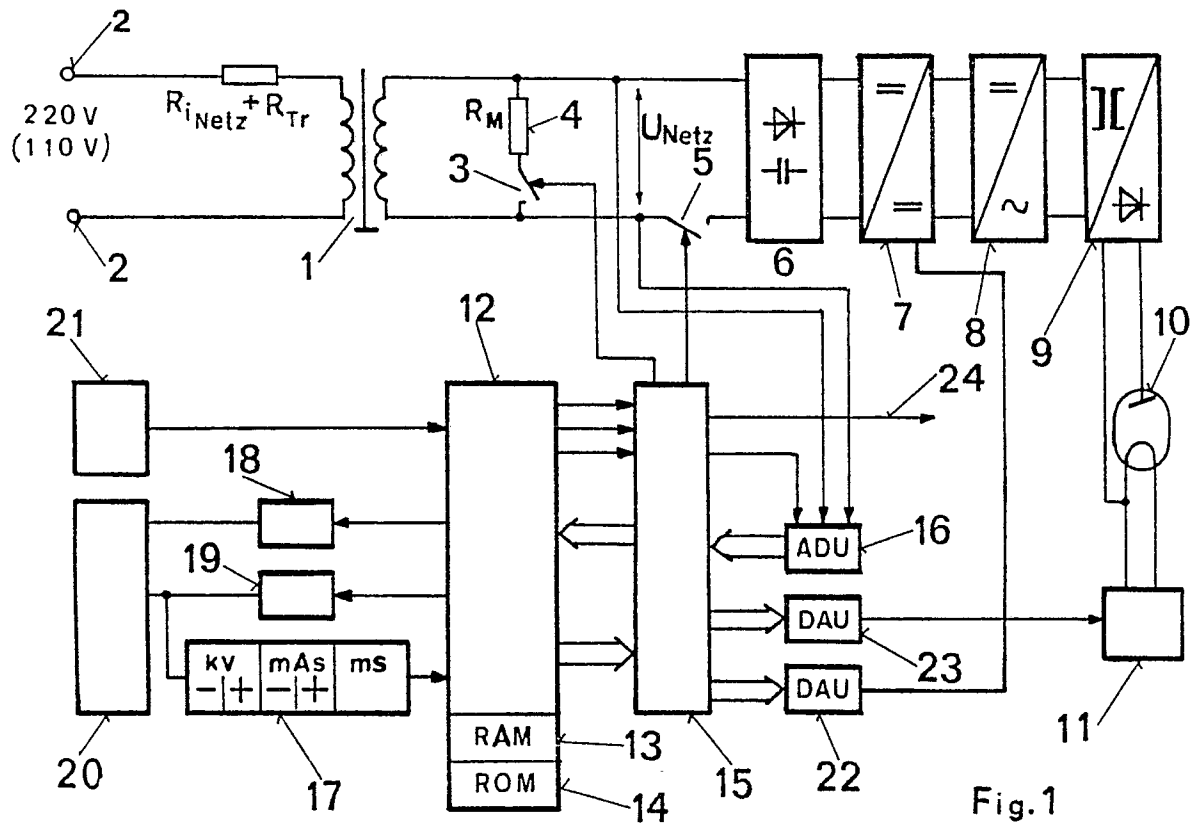
㉘ Erfinder: **Sackmann, Otto**
Nachtflügelweg 12
DDR-8051 Dresden(DD)
 Erfinder: **Reuther, Roland, Dipl.-Ing.**
Elsasser Strasse 7
DDR-8019 Dresden(DD)
 Erfinder: **Heyne, Rainer, Dipl.-Ing.**
Scharfenberger Strasse 40
DDR-8030 Dresden(DD)

㉙ Vertreter: **Patentanwälte Beetz sen. - Beetz jun. Timpe - Siegfried - Schmitt-Fumian-Mayr**
Steinsdorfstrasse 10
D-8000 München 22(DE)

⑤④ **Verfahren zur selbsttätigen Anpassung eines Röntgendiagnostikgenerators an den Speisetz Widerstand und Röntgendiagnostikgenerator.**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur selbsttätigen Anpassung eines Röntgendiagnostikgenerators an den Speisetz Widerstand sowie einen entsprechenden Röntgendiagnostikgenerator, der einen mittels eines Schalters (3) und das Speisetz schaltbaren Belastungswiderstand (4), ein Meßwerterfassungsglied (16) zur Erfassung des Spannungszusammenbruchs und der Leerlaufnetzspannung sowie eine Rechneinheit (12) aufweist, der Einstellmittel für die Röntgenröhrenspannung und das Milliamperesekunden-Produkt zugeordnet sind und die gemäß abgespeicherten Röntgenröhren-Belastungsdaten vor Aufnahmeauslösung jeweils den maximal zulässigen Röntgenröhrenstrom bei kürzester Aufnahmezeit errechnet. Erfindungsgemäß wird von der Rechneinheit (12) der Wert der zusammengebrochenen Spannung ($U_{\text{Netz/Last}}$) sowie der Leerlaufnetzspannung ($U_{\text{Netz/leer}}$) gemessen und daraus der Netzzinnenwiderstand $R_{\text{I/Netz}}$ berechnet, dessen Wert sowie der jeweilige aktuelle Wert der Leerlaufnetzspannung in einem Speicher (13) festgehalten werden, worauf ein Vergleich zwischen einer errechneten, während der Röntgenaufnahme zu erwartenden Netzspannung und dem gespeicherten Wert einer Bezugsnetzspannung durchgeführt und in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis entweder ein Steuersignal zur Freigabe der Röntgenaufnahme gebildet oder ein entsprechend reduzierter Röntgenröhrenstromwert und eine entsprechend verlängerte Aufnahmezeit ausgegeben werden.

EP 0 351 508 A2



Verfahren zur selbsttätigen Anpassung eines Röntgendiagnostikgenerators an den Speisenetzwiderstand und Röntgendiagnostikgenerator

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur selbsttätigen Anpassung eines Röntgendiagnostikgenerators an den Speisenetzwiderstand, wobei der Generator mit einem mittels Schalters an das Speisenetz schaltbaren Belastungswiderstand und mit einem Meßwerterfassungsglied zur Erfassung des Spannungszusammenbruchs und der Leerlaufnetzspannung sowie mit einem Rechner ausgerüstet ist, dem Einstellmittel für die Röntgenröhrenspannung und das Milliamperesekunden-Produkt zugeordnet sind und der gemäß abgespeicherten Röntgenröhren-Belastungsdaten vor Aufnahmeauslösung jeweils den maximal zulässigen Röntgenröhrenstrom bei kürzester Aufnahmezeit errechnet und der auf ein Stellglied für die Röntgenröhrenspannung sowie ein im Heizkreis der Röntgenröhre angeordnetes Stellglied arbeitet. Die Erfindung bezieht sich ferner auf einen entsprechenden Röntgendiagnostikgenerator mit dem dieses Verfahren durchführbar ist.

Da bei Röntgendiagnostikgeneratoren die nutzbare maximale Leistung an der Röntgenröhre vom Innenwiderstand des Speisenetzes abhängt, muß bei Installation eines solchen Generators eine Anpassung vorgenommen werden.

Während bei stationären Röntgengeneratoren die Anpassung an den Netzzinnenwiderstand durch eine einmalige Justierung im Generator erfolgen kann, muß demgegenüber bei mobilen Röntgengeneratoren diese Anpassung nach jedem Neuanschluß, d.h. nach jedem Wechsel der Einspeisung, erneut vorgenommen werden.

Zu diesem Zweck ist es bekannt, die für den Anschluß des mobilen Röntgengenerators vorgesehenen Steckdosen mit einer Beschriftung zu versehen, aus welcher der vorher gemessene Netzzinnenwiderstand hervorgeht, und den Generator mit Einstellmitteln auszustatten, mit deren Hilfe die Anpassung entsprechend dem angegebenen Wert möglich ist. Diese Vorgehensweise ist jedoch umständlich und schließt Fehler nicht aus.

Um Nachteile solcher Art zu vermeiden, ist ein Röntgenapparat angegeben worden, bei dem eine manuelle Anpassung an den Netzzinnenwiderstand entbehrlich ist (DE-A- 2 120 151). Dieser Röntgenapparat enthält eine Meßanordnung für den Netzzinnenwiderstand mit einem Netzbelastungswiderstand und einer Einrichtung zur Bildung eines Steuersignales, welches dem bei Belastung des Netzes mit dem Belastungswiderstand auftretenden Netzspannungsabfall entspricht, und Stellmitteln zur automatischen Anpassung des Röntgenapparates an den Netzzinnenwiderstand. Die Meßanordnung besteht dabei des weiteren aus einem parallel zum Belastungswiderstand geschalteten Kondensator, einem in Reihe zu dieser Parallelschaltung liegenden Schalter eines Zeitschaltgliedes zur Zuführung der Netzspannung zum Belastungswiderstand und einem parallel zu diesem Schalter angeordneten zweiten Kondensator, an dem ein dem Netzzinnenwiderstand entsprechendes Signal abgegriffen wird, wobei der Schalter nach Aufladung des ersten Kondensators zur Trennung des Belastungswiderstandes vom Netz geöffnet wird. Das dem Netzzinnenwiderstand entsprechende Signal wird hierbei den Eingängen mehrerer Kippstufen zugeführt, von denen jeweils eine beim Erreichen einer bestimmten Amplitude des Signals anspricht und der Anpassvorrichtung des Röntgenapparates ein Einstellsignal zuführt. Auswirkungen von Abweichungen der Netz-Leerlaufspannung von der Netznennspannung auf das Steuersignal werden dadurch vermieden, daß dem Belastungswiderstand eine Konstantstromschaltung vorgeschaltet ist.

Diese Lösung ist jedoch mit einer Reihe von Nachteilen behaftet. So ist eine optimale Auslastung der Speisequelle nicht möglich, da nur der Netzzinnenwiderstand, nicht aber die momentane Netzspannung Berücksichtigung findet. Darüber hinaus ist eine Anpassung nur in verhältnismäßig groben Stufen möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Einrichtung zur selbsttätigen Anpassung eines Röntgendiagnostikgenerators der eingangs genannten Art an den Speisenetzwiderstand anzugeben, bei dem die herrschenden Netzverhältnisse, d.h. der Netzzinnenwiderstand und die momentane Netzspannung, dahingehend Berücksichtigung finden, daß nicht nur Fehlbelichtungen vermieden werden, sondern auch eine optimale Auslastung der Speisequelle gewährleistet ist.

Die Aufgabe wird anspruchsgemäß gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die durch die Erfindung erzielten Vorteile sind vor allem darin zu sehen, daß sowohl eine selbsttätige Anpassung des Röntgendiagnostikgenerators an den Speisenetzwiderstand als auch eine optimale Auslastung der Speisequelle gewährleistet sind, was insbesondere bei mobilen Röntgendiagnostikgeneratoren von eminenter Bedeutung ist.

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Beispiels und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert werden; es zeigen:

Fig. 1: Das Schaltungsschema eines mobilen MittelfrequenzRöntgendiagnostikgenerators, bei dem

eine automatische Anpassung an den Speisetznetz Widerstand nach dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich ist, und

Fig. 2: Kurvenscharen, die den funktionellen Zusammenhang zwischen Röntgenröhrenstrom und Netzspannung für verschiedene Röntgenröhrenspannungen und Netzzinnenwiderstände darstellen. Der mobile Röntgendiagnostikgenerator gemäß Figur 1 weist einen Eingangstransformator 1 auf, der primärseitig über Klemmen 2 mit dem Speisetznetz verbindbar ist. Sekundärseitig sind an den Eingangstransformator 1 einerseits mit Hilfe eines Schalters 3 ein Meßwiderstand (R_M) 4 und andererseits mittels eines Schalters 5 ein Netzgleichrichter mit Siebkondensator 6 schaltbar. Dem Netzgleichrichter mit Siebkondensator 6 ist ein DC/DC-Stellglied 7 und diesem ein Wechselrichter 8 nachgeschaltet. Der Wechselrichter 8 speist einen Hochspannungstransformator mit Gleichrichter 9, an dem eine Röntgenröhre 10 angeschlossen ist. Im Heizkreis der Röntgenröhre 10 ist ein Stellglied 11 für den Röntgenröhrenheizstrom vorgesehen. Bestandteil des Röntgendiagnostikgenerators ist des weiteren eine Rechneinheit 12, die aus zwei Einchipmikrorechnern mit entsprechenden internen Speichern 13 (RAM) für Daten und externen Speichern 14 (ROM) für das Rechnerprogramm, Konstante sowie Funktionswerte für eine Bezugskurve besteht.

Das erfindungsgemäße Verfahren läuft wie folgt ab: Nach dem Einschalten des Röntgengenerators schließt die Rechneinheit 12 verzögert über ein Koppelinterface 15 den Schalter 3. Damit kann die mit U_{Netz} bezeichnete Netzspannung auf der Sekundärseite des Eingangstransformators 1 unter der Belastung des Messwiderstandes 4 während einer von der Rechneinheit 12 vorgegebenen Umsetzzeit mit Hilfe eines Analog-Digital-Umsetzers (ADU) 16 gemessen werden. Das heißt, der Analog-Digital-Umsetzer 16 erfaßt den Spannungszusammenbruch bei einer vorgegebenen Belastung. Der Start der Umsetzung des Analog-Digital-Umsetzers 16 wird dabei über eine Steuerleitung von der Rechneinheit 12 ausgelöst. In der Folge wird nun aus mehreren Messungen während der Schließzeit des Schalters 3 aus dem vom Analog-Digital-Umsetzer 16 über das Koppelinterface 15 der Rechneinheit 12 zugeführten digitalen Meßwerten in der Rechneinheit 12 der Mittelwert der zusammengebrochenen Netzspannung $U_{\text{Netz/Last/RM}}$ ermittelt. Nach Ablauf des Meßprogrammes unter Belastung wird der Schalter 3 von der Rechneinheit 12 geöffnet und der Schalter 5 geschlossen, so daß der angeschlossene Leistungskreis für die Röntgenröhre 10 mit Spannung versorgt werden kann. Durch erneuten Start der Umsetzung des Analog-Digital-Umsetzers 16 wird nunmehr die Netzspannung im unbelasteten Zustand, d.h. die Leerlaufnetzspannung $U_{\text{Netz/leer}}$, ermittelt. Mit Kenntnis der Größe des Meßwiderstandes 4, beispielsweise $R_M = 18\Omega$, kann von der Rechneinheit 12 aus den beiden Meßwerten der Netzzinnenwiderstand $R_{i/\text{Netz}}$ einschließlich der Impedanz des Eingangstransformators R_{Tr} errechnet und im Speicher 13 abgelegt werden. Die Berechnung erfolgt dabei nach der Gleichung

$$R_{i/\text{Netz}} + R_{Tr} = \frac{U_{\text{Netz/leer}} \times R_M}{U_{\text{Netz/Last/RM}}} - R_M .$$

Im folgenden wird nun zyklisch, beispielsweise alle 0,5 Sekunden, die Leerlaufnetzspannung $U_{\text{Netz/leer}}$ durch einen Steuerbefehl der Rechneinheit 12 an den Analog-Digital-Umsetzer 16 gemessen und im Speicher 13 bis zur nächsten Messung gespeichert. Nach dem beschriebenen Einschaltprogramm für die Ermittlung von $R_{i/\text{Netz}} + R_{Tr}$ stellt die Rechneinheit 12 selbständig einen im Speicher 14 programmierten mittleren Einstellwert für die Aufnahmedaten Röntgenröhrenspannung $U_{R\ddot{o}}$ (kV) und Milliampere-sekundenprodukt (mAs) ein. Bis zur ersten Eingabe von Aufnahmedaten an einem der Rechneinheit 12 zugeordneten Tastenfeld 17 werden diese Werte über Segmenttreiber 18 und Stellentreiber 19 auf einem Anzeigetableau 20 multiplex dem Bediener angezeigt. Durch Betätigung der Tasten im Tastenfeld 17 können die Röntgenröhrenspannung (kV) und das Milliampere-sekunden-Produkt (mAs) gestuft erhöht oder verringert werden. Aus den vorgegebenen kV- und mAs-Werten berechnet die Rechneinheit 12 zunächst im Sinne eines Überlastungsschutzes die kürzeste Aufnahmezeit bei maximal zulässigem Röntgenröhrenstrom $I_{R\ddot{o}}$ laut Belastungsdiagramm der Röntgenröhre. Danach wird mit Hilfe der während der Einschaltzeit des Röntgengenerators ständig gemessenen Netzspannung U_{Netz} und des beim Einschalten des Generators errechneten Netzzinnenwiderstandes einschließlich der Impedanz des Eingangstransformators, $R_{i/\text{Netz}} + R_{Tr}$, auf die im folgenden anhand von Figur 2 näher erläuterte Art und Weise von der Rechneinheit 12 berechnet, ob die gewählten Aufnahmedaten mit den momentan vorherrschenden Netzverhältnissen zu realisieren sind. Voraussetzung für die Berechnung ist einerseits die Festlegung einer Mindestnetzspannung U_0 , d.h. einer Netzspannung, bei der die Funktion aller damit versorgten Baugruppen noch gewährleistet ist, und andererseits, daß der Innenwiderstand R_G des Röntgengenerators für die niedrigste einstellbare Röntgenröhrenspannung $U_{R\ddot{o}/\text{min}}$ in Verbindung mit einem realen minimalen Netzzinnenwiderstand $R_{i/\text{Netz}/\text{min}}$

+ R_{Tr} in Form einer Bezugskurve

$$I_{R\ddot{o}} = f(U_{Netz}) \left| \begin{array}{l} U_{R\ddot{o}/min} \\ R_{i/Netz/min} + R_{Tr} \end{array} \right.$$

im Speicher 14 abgespeichert ist. Der Berechnung liegt folgende Ausgangsgleichung zugrunde:

$$U_{Netz/min} = \left[(U_G - U_O) \left(\frac{R_{i/Netz} + R_{Tr}}{R_{i/Netz/min} + R_{Tr}} \right) \left(\frac{U_{R\ddot{o}}}{U_{R\ddot{o}/min}} \right) \right] + U_O \quad (1).$$

Darin bedeuten U_G diejenige Netzspannung, die laut Bezugskurve bei $R_{i/Netz/min} + R_{Tr}$ und $U_{R\ddot{o}/min}$ zur Realisierung des laut Belastungsdiagramm errechneten Röntgenröhrenstroms $I_{R\ddot{o}}$ erforderlich ist, und $U_{Netz/min}$ diejenige minimale Netzspannung, die zur Realisierung des nämlichen Röntgenröhrenstroms $I_{R\ddot{o}}$ bei einer gewählten Röntgenröhrenspannung $U_{R\ddot{o}}$ und dem wirksamen Netzzinnenwiderstand $R_{i/Netz}$ inklusive Eingangstransformatorimpedanz R_{Tr} notwendig wäre. Nach der Bezugsspannung U_G aufgelöst ergibt sich folgende Gleichung:

$$U_G = \left[\frac{(U_{Netz/min} - U_O) \times U_{R\ddot{o}/min} \times (R_{i/Netz/min} + R_{Tr})}{(R_{i/Netz} + R_{Tr})} \right] \times \left(\frac{1}{U_{R\ddot{o}}} \right) + U_O \quad (2).$$

Wird in diese Gleichung anstelle von $U_{Netz/min}$ die im Moment vorherrschende Netzspannung $U_{Netz/ist}$ eingesetzt, so steht an Stelle der Bezugsspannung U_G die während der Aufnahme zu erwartende Netzspannung $U_{G/ist}$:

$$U_{G/ist} = \left[\frac{(U_{Netz/ist} - U_O) \times U_{R\ddot{o}/min} \times (R_{i/Netz/min} + R_{Tr})}{R_{i/Netz} + R_{Tr}} \right] \times \frac{1}{U_{R\ddot{o}}} + U_O \quad (3)$$

In der Gleichung (3) ist der im folgenden mit K_1 bezeichnete Koeffizient

$$K_1 = \left[\frac{(U_{Netz/ist} - U_O) \times U_{R\ddot{o}/min} \times (R_{i/Netz/min} + R_{Tr})}{(R_{i/Netz} + R_{Tr})} \right]$$

ausschließlich abhängig von den Daten des Speisernetzes mit der aktuellen Netzspannung $U_{Netz/ist}$, die periodisch gemessen wird, und dem beim Einschalten des Generators ermittelten Netzzinnenwiderstand einschließlich Eingangstransformatorimpedanz $R_{i/Netz} + R_{Tr}$. Der Koeffizient

$$K_2 = \frac{1}{U_{R\ddot{o}}}$$

hingegen wird nach jeder Bedienhandlung, d.h. kV- oder mAs-Eingabe berechnet. Damit ist eine Trennung der Berechnung des Netzspannungszusammenbruchs in Abhängigkeit von den Daten des Speisernetzes einerseits und den gewünschten Einstellwerten kV und mAs andererseits gegeben. Der errechnete Wert für $U_{G/ist}$ wird sodann in der Rechneinheit 12 mit dem entsprechenden Bezugsspannungswert U_G verglichen. Nur wenn die Rechnung ergibt, daß der zu erwartende Netzspannungswert $U_{G/ist}$ größer oder gleich dem

Bezugsspannungswert U_G ist, gibt die Rechneinheit 12 die Aufnahme mit den gewählten Aufnahmedaten über eine Leitung 24 frei. Andernfalls wird von der Rechneinheit 12 ein reduzierter Röntgenröhrenstrom $I_{R\ddot{o}}'$ ermittelt, so daß diese Bedingung erfüllt ist, d.h., Ergebnis des Vergleiches zwischen U_0 und $U_{G/ist}$ ist ein maximal möglicher Röntgenröhrenstrom $I_{R\ddot{o}}'$ dessen Wert aus dem Speicher 14 ausgelesen wird und der einen Netzspannungszusammenbruch auf U_G bewirkt. Unter Beachtung weiterer einschränkender Vorgaben wie z.B. einer zulässigen Generatorleistung sowie eines unteren und eines oberen Grenzwertes für den Röntgenröhrenstrom wird der ermittelte Röntgenröhrenstrom $I_{R\ddot{o}}$ zur weiteren Berechnung der Generatorbelastung benutzt. Dabei müssen bei der Berechnung der Aufnahmezeit deren Grenzwerte eingehalten werden. Sollte nach der erläuterten Berechnungsvorschrift auf Grund des Vergleiches von U_G und $U_{G/ist}$ und der Grenzwerte für die Generatorleistung und den Röntgenröhrenstrom keine zulässige Parameterkombination für den Röntgenröhrenstrom $I_{R\ddot{o}}$ und die Aufnahmezeit gefunden werden, wird dem Bedienenden auf dem Anzeigetableau 20 durch Blinken der Anzeige der Hinweis zum Absenken der mAs- oder kV-Einstellung gegeben. Durch einmaliges Drücken der Minus-Taste für kV oder mAs im Tastenfeld 17 wird selbständig auf den maximal möglichen Einstellwert abgesenkt und dieser am Anzeigetableau 20 angezeigt. Wenn schließlich mit einem an die Rechneinheit 12 angeschlossenen Handschalter 21 eine Aufnahme vorbereitet wird, übergibt die Rechneinheit 12 die im Speicher 13 aktualisierten Werte für die Röntgenröhrenspannung $U_{R\ddot{o}}$ und den Röntgenröhrenstrom $I_{R\ddot{o}}$ über das Koppelinterface 15 mit beispielsweise 8-Bit-Wortbreite an Digital-Analog-Umsetzer (DAU) 22 bzw. 23. Daraufhin stellen der Digital-Analog-Umsetzer 22 den analogen Sollwert für die gewünschte Röhrenspannung $U_{R\ddot{o}}$ dem DC/DC-Stellglied 7 und der Digital-Analog-Umsetzer 23 den analogen Sollwert für den Röntgenröhrenstrom $I_{R\ddot{o}}$ dem Stellglied 11 zur Verfügung.

Nach erfolgter Bereitschaftsanzeige am Tastenfeld 17 durch die Rechneinheit 12 kann nunmehr ebenfalls durch den Handschalter 21 die Aufnahme ausgelöst werden. Nach dem Ablauf der Aufnahme bleibt der zuletzt eingestellte kV-bzw. mAs- Wert bis zur nächsten Einstellhandlung erhalten, wobei aber das Verhältnis von Röntgenröhrenstrom und Aufnahmezeit ständig unter Beachtung der momentanen Netzspannung $U_{Netz/ist}$ aktualisiert wird.

Gemäß gewähltem Beispiel beträgt die Mindestnetzspannung $U_0 = 170$ V. Außerdem wird im Beispiel von einem minimalen Netzzinnenwiderstand $R_{i/Netz/min} + R_{Tr} = 0,5\Omega$ und einer niedrigsten einstellbaren Röntgenröhrenspannung $U_{R\ddot{o}/min} = 40$ kV, sowie davon ausgegangen, daß die Bezugskurve über den gesamten Leistungsbereich linear verläuft (Fig. 2). Um bei einer gewählten Röntgenröhrenspannung $U_{R\ddot{o}} = 40$ kV einen Röntgenröhrenstrom $I_{R\ddot{o}} = 40$ mA zu realisieren, ist laut Bezugskurve gemäß Punkt A' eine Netzspannung $U_G = 175$ V erforderlich. Beträgt die Summe aus Netzzinnenwiderstand $R_{i/Netz}$ und Eingangstransformatorimpedanz R_{Tr} hingegen $2,5\Omega$, so wird bei gleichbleibender Röntgenröhrenspannung $U_{R\ddot{o}}$ zur Realisierung des nämlichen Röntgenröhrenstroms eine Netzspannung $U_{Netz/min} = 195$ V notwendig (Punkt A''). Wenn nun in diesem Beispiel die gemessene Netzspannung $U_{Netz/ist}$ nur 190 V beträgt, dann wird die Röntgenaufnahme im Punkt A''', d.h. mit auf 32 mA reduziertem Röntgenstrom $I_{R\ddot{o}}'$ und entsprechend verlängerter Aufnahmezeit realisiert. Bei einer Röntgenröhrenspannung $U_{R\ddot{o}} = 60$ kV ergibt sich ein zu erwartender Netzspannungsabfall von 37,5 V, und es wäre zur Realisierung von 40 mA Röntgenröhrenstrom $I_{R\ddot{o}}$ eine Netzspannung $U_{Netz/min}$ von wenigstens 207,5 V erforderlich (Punkt B). Sollte die momentane Netzspannung $U_{Netz/ist}$ beispielsweise nur 187,5 V betragen, dann wird von der Rechneinheit 12 der Röntgenröhrenstrom auf $I_{R\ddot{o}}'' = 18$ mA reduziert (Punkt B').

In Rahmen der Erfindungskonzeption ist es ferner möglich, abweichend vom gewählten Beispiel, den Eingangstransformator 1 wegzulassen, so daß dessen Impedanz R_{Tr} bei den Berechnungen in Wegfall kommt, oder aber diese Eingangstransformatorimpedanz ebenso wie den Übergangswiderstand der Steckdose, den Kabelwiderstand der Anschlußleitung sowie den Übergangswiderstand der Schützkontakte im Generator als integralen Bestandteil des Netzzinnenwiderstandes anzusehen.

Das Erfindungskonzept umfaßt ferner auch den Fall, daß der funktionelle Zusammenhang zwischen dem Röntgenröhrenstrom $I_{R\ddot{o}}$ und der Netzspannung U_{Netz} und damit die abgespeicherte Bezugskurve nichtlinearen Charakter trägt.

Ansprüche

1. Verfahren zur selbsttätigen Anpassung eines Röntgendiagnostikgenerators an den Speisernetz widerstand, wobei der Generator mit einem mittels Schalters an das Speisernetz schaltbaren Belastungswiderstand und mit einem Meßwerterfassungsglied zur Erfassung des Spannungszusammenbruchs und der Leerlaufnetzspannung sowie mit einer Rechneinheit ausgerüstet ist, der Einstellmittel für die Röntgenröhrenspannung und das Milliampere-sekunden-Produkt zugeordnet sind und die gemäß abgespeicherten

Röntgenröhren-Belastungsdaten vor Aufnahmeauslösung jeweils den maximal zulässigen Röntgenröhrenstrom bei kürzester Aufnahmezeit errechnet und auf ein Stellglied für die Röntgenröhrenspannung sowie ein im Heizkreis der Röntgenröhre angeordnetes Stellglied arbeitet, **dadurch gekennzeichnet, daß**

5 a) zunächst durch Steuerbefehl der Rechneinheit (12) der Schalter (3) geschlossen und der Rechneinheit (12) über das Meßwerterfassungsglied (16) während einer vorgegebenen Zeit der Wert der zusammengebrochenen Spannung ($U_{\text{Netz/Last}}$) und nach Öffnung des Schalters (3) der Wert der Leerlaufnetzspannung ($U_{\text{Netz/leer}}$) zur Errechnung des Netzzinnenwiderstands ($R_{\text{i/Netz}}$) zugeführt wird, wobei durch Steuerbefehl des Rechners (12) im weiteren eine zyklische Messung der Leerlaufnetzspannung ($U_{\text{Netz/leer}}$)
10 vorgenommen wird,

b) der errechnete Wert für den Netzzinnenwiderstand ($R_{\text{i/Netz}}$) und der jeweils aktuelle Wert der Leerlaufnetzspannung ($U_{\text{Netz/ist}}$) gespeichert werden,

c) von der Rechneinheit (12) ein Vergleich zwischen einer für den berechneten maximal zulässigen Röntgenröhrenstrom ($I_{\text{Rö}}$) anhand der aktuellen Netzspannung ($U_{\text{Netz/ist}}$), des Netzzinnenwiderstandes ($R_{\text{i/Netz}}$)
15 und der gewählten Röntgenröhrenspannung ($U_{\text{Rö}}$) errechneten, während der Röntgenaufnahme zu erwartenden Netzspannung ($U_{\text{G/ist}}$) und dem für den nämlichen Röntgenröhrenstrom ($I_{\text{Rö}}$) gespeicherten Wert einer Bezugsnetzspannung (U_{G}) durchgeführt wird, wobei die Bezugsnetzspannung (U_{G}) anhand gespeicherter Werte einer den Innenwiderstand des Röntgengenerators für eine vorgegebene, minimale einstellbare Röntgenröhrenspannung ($U_{\text{Rö/min}}$) in Verbindung mit einem realen minimalen Netzzinnenwiderstand
20 ($R_{\text{i/Netz/min}}$) repräsentierenden Bezugskurve für den Röntgenröhrenstrom ($I_{\text{Rö}}$) als Funktion der Netzspannung (U_{Netz}) ermittelt wird, und

d) je nach Ergebnis des von der Rechneinheit (12) durchgeführten Vergleiches entweder ein Steuersignal zur Freigabe der Röntgenaufnahme gebildet wird oder ein entsprechend reduzierter Röntgenröhrenstromwert ($I_{\text{Rö'}}$) und eine entsprechend verlängerte Aufnahmezeit ausgegeben und freigegeben
25 werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Ergebnis des von der Rechneinheit (12) durchgeführten Vergleiches für den Fall der Überschreitung von gespeicherten Grenzwerten für den Röntgenröhrenstrom, die Aufnahmezeit und die Röhrenleistung von der Rechneinheit (12) ein Steuersignal gebildet wird, welches an einem den Einstellmitteln (17) für die Röntgenröhrenspannung (kV) und das
30 Milliamperesekunden-Produkt (mAs) zugeordneten Anzeigetableau (20) ein optisches Signal erzeugt.

3. Röntgendiagnostikgenerator mit automatischer Anpassung an den Speisetzinnenwiderstand, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, mit einem mittels eines Schalters an das Speisetzinnen schaltbaren Belastungswiderstand, einem Meßwerterfassungsglied zur Erfassung des Spannungszusammenbruchs und der Leerlaufnetzspannung sowie einer Rechneinheit, der Einstellmittel für die
35 Röntgenröhrenspannung und das Milliamperesekunden-Produkt zugeordnet sind und die gemäß abgespeicherten Röntgenröhren-Belastungsdaten vor Aufnahmeauslösung jeweils den maximal zulässigen Röntgenröhrenstrom bei kürzester Aufnahmezeit errechnet und auf ein Stellglied für die Röntgenröhrenspannung sowie ein im Heizkreis der Röntgenröhre angeordnetes Stellglied arbeitet, dadurch gekennzeichnet, daß

a) der Schalter (3) von der Rechneinheit (12) gesteuert ist,

40 b) das Meßwerterfassungsglied ein Analog-Digital-Umsetzer (16) ist,

c) der Rechneinheit (12) über den Analog-Digital-Umsetzer (16) während einer von der Rechneinheit (12) vorgegebenen Umsetzzeit zunächst der Wert der zusammengebrochenen Spannung ($U_{\text{Netz/Last}}$) und nach Öffnung des Schalters (3) der Wert der Leerlaufnetzspannung ($U_{\text{Netz/leer}}$) zur Errechnung des Netzzinnenwiderstandes ($R_{\text{i/Netz}}$) zugeführt ist, wobei durch Steuerbefehl der Rechneinheit (12) eine
45 zyklische Messung der Leerlaufnetzspannung ($U_{\text{Netz/leer}}$) vorgesehen ist,

d) der Rechneinheit (12) ein Speicher (13) zur Speicherung des errechneten Wertes für den Netzzinnenwiderstand ($R_{\text{i/Netz}}$) sowie des jeweils aktuellen Wertes der Leerlaufnetzspannung ($U_{\text{Netz/ist}}$) zugeordnet ist,

e) ein weiterer Speicher (14) vorgesehen ist, in dem Werte für die den Innenwiderstand des Röntgengenerators für eine vorgegebene, minimale einstellbare Röntgenröhrenspannung ($U_{\text{Rö/min}}$) in Verbindung mit einem realen minimalen Netzzinnenwiderstand ($R_{\text{i/Netz/min}}$) repräsentierende Bezugskurve für den Röntgenröhrenstrom ($I_{\text{Rö}}$) als Funktion der Netzspannung (U_{Netz}) gespeichert sind,
50

f) von der Rechneinheit (12) in Abhängigkeit vom Ergebnis des Vergleiches zwischen einer für den berechneten maximal zulässigen Röntgenröhrenstrom ($I_{\text{Rö}}$) anhand der aktuellen Netzspannung ($U_{\text{Netz/ist}}$), des Netzzinnenwiderstandes ($R_{\text{i/Netz}}$) und der gewählten Röntgenröhrenspannung ($U_{\text{Rö}}$) errechneten, während der Röntgenaufnahme zu erwartenden Netzspannung ($U_{\text{G/ist}}$) und dem für den nämlichen Röntgenröhrenstrom ($I_{\text{Rö}}$) gespeicherten Wert der Bezugsnetzspannung (U_{G}) entweder ein Steuersignal zur Freigabe der Röntgenaufnahme gebildet wird oder ein entsprechend reduzierter Röntgenröhrenstromwert ($I_{\text{Rö'}}$) und eine
55

entsprechend verlängerte Aufnahmezeit ausgegeben und freigegeben werden.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzwerte für den Röntgenröhrenstrom ($I_{R\ddot{o}}$), die Aufnahmezeit und die zulässige Röhrenleistung in einem der der Rechneinheit (12) zugeordneten Speicher (13, 14) gespeichert sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

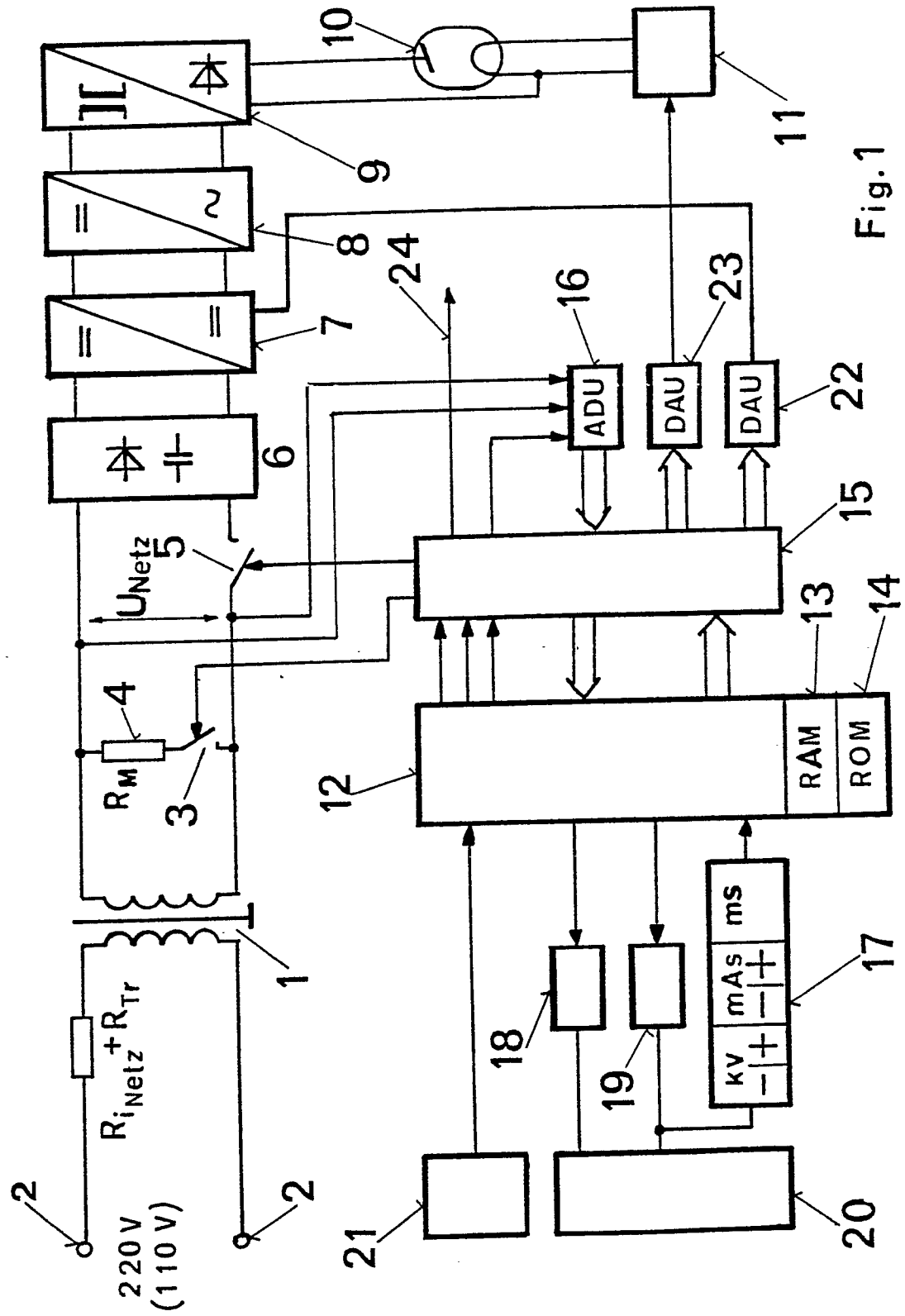


Fig. 1

