



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

230702

(11) (B1)

(22) Přihlášeno 09 04 81
(21) (PV 2719-81)
(32) (31)(33) Právo přednosti od 09 04 80
(848/80) Maďarská lidová republika

(40) Zveřejněno 13 01 84

(45) Vydáno 15 06 86

(51) Int. Cl.³

G 01 T 1/142
A 61 B 6/00

(75)

Autor vynálezu

VÉGH ANDRÁS, MINIK GYÖRGY, BUDAPEST (MLR)

(54) Expoziční měřič záření pro kameru, použitelnou zejména u rentgenových zařízení

Vynález se týká expozičního měřiče záření pro kameru, použitelnou, zejména u rentgenových zařízení, obsahujícího jednotku pro zjišťování vážené intenzity světla, s výhodou fotoelektrický článek nebo fotodiodou, dále zesilovač, integrátor a spínací jednotky.

Tento měřič se hodí pro jednotlivé a sériové snímky v rentgenové technice k řízení expozičních časů a tím k řízení výkonu záření, aby byly na filmu jednotlivé obrázky expozovány stejnou energií a za daných vyvolávacích podmínek bylo zčernání snímků vždy stejné. Expoziční měřiče záření se používají při rentgenovém snímkování.

Rentgenové záření se pro snímkování vytváří pomocí rentgenky, která je napájena z jednotky pro zajišťování expozice a jí ovládaná. Část zařízení vysílá určitým směrem, proniká tělem pacienta a dopadá na fluorescenční fólii, na níž vzniká viditelný obraz. U tradiční techniky je fluorescenční nebo zesilovací fólie v bezprostředním kontaktu s filmem citlivým na záření, který se používá pro snímkování.

Vytvoření a použití zesilovačů rentgenového obrazu umožnilo významné zesílení zářivého výkonu fluorescenčního rentgenového obrazu a tím snížení dávky nutné k prosvícení pacienta, tak zvané zatěžovací dávky pacienta.

Při použití zesilovačů rentgenového obrazu se výstupnímu stínítku přizpůsobuje pomocí optiky kamera a tak lze rentgenový obraz po zesílení jeho intenzity fotografovat.

U známých automatických expozičních měřičů záření se měří dávka, která zasáhla film nebo fluorescenční fólii, pomocí ionizační komory nebo pomocí jiného dosimetrického měřicího přístroje a podle dávky se mění expoziční doba tak, že se jednotka pro zajištění expozice vždy automaticky odpojí, když dávka dosáhla stanovené hodnoty.

230702

Znamé tradiční expoziční měřiče záření se ke zhotovování snímků za použití zesilovačů rentgenového obrazu a s nimi spojené kamery prakticky nehodí. Konverzní činitel zesilovače rentgenového obrazu závisí na vysokém napětí, které napájí elektronku. V důsledku toho vykazuje světelná energie obrazu proměnnou hodnotu i při stejných hodnotách dávek exponovaných při různých vysokých napětích. Vysoké napětí napájející rentgenku nelze obecně měnit v širších mezích, protože změny vedou ke zhoršení kvality snímků. Expoziční měřiče záření s ionizační komorou se vyznačují ještě jedním nedostatkem - mrtvý čas ionizační komory dosahuje relativně velké hodnoty, proto se nedaří použít rychle pracující kamery pro sériové snímky.

Vynález si klade za úkol vyvinout takovou jednotku ke kamerám, u níž se používá k řízení expozičních dob signál úměrný k výkonu světla, které zasáhne film. Tím se dosáhne toho, že zčernání filmu bude závislé jen na podmínkách vyvolání. Dále je žádoucí, aby čidlo jednotky tvořilo lehce nastavitelný přístroj, aby elektrický výstupní signál čidla byl úměrný váženému výkonu záření obrazových prvků obrazu, aby jednotka byla vybavena vysílačem signálu, který by dovedl signalizovat správné nastavení nebo rozdíly od správných hodnot rentgenových parametrů, to jest proudu v miliampérech a napětí v kilovoltech, a aby se jednotka dala jednoduše adaptovat pro různé systémy kamer a rentgenové přístroje.

Vynález spočívá na poznatku, že použitím směrově selektivního optického systému obsahujícího například fotodiodu nebo fotoelektrický článek, lze vytvořit takovou jednotku pro detekci optického zářivého výkonu obrazu vytvořeného na stínítku, jejíž výstupní signál se hodí k řízení provozních parametrů jednotky pro zajištění expozice podle zadání.

Tato úloha je vyřešena a uvedené nevýhody jsou odstraněny u expozičního měřiče záření podle vynálezu, jehož podstatou je, že mezi výstupem jednotky pro zjišťování vážené intenzity světla a vstupem jednotky pro zajištění expozice, zejména rentgenového generátoru, je sériový obvod, u něhož na výstup jednotky pro zjišťování vážené intenzity světla je připojen vstup zesilovače, na jehož výstup je připojen první vstup integrátoru, na výstup tohoto je připojen první vstup prvního komparátoru, na jehož výstup je připojen vstup generátoru obdélníkových signálů, jehož výstup je připojen k prvnímu vstupu první spínací jednotky, jejíž první výstup je spojen se vstupem jednotky pro zajištění expozice, dále mezi prvním vstupem integrátoru a druhým vstupem prvního komparátoru je zapojen první zdroj referenčního signálu, výstup jednotky pro zajištění expozice je spojen se vstupem druhé spínací jednotky, jejíž první výstup je spojen s druhým vstupem integrátoru a jehož druhý výstup je spojen přes pásmový filtr s druhým vstupem první spínací jednotky, na první vstup integrátoru je připojen první vstup druhého komparátoru, jehož výstup je spojen s výstupem prvního komparátoru, a druhý výstup první spínací jednotky je spojen s prvním vstupem třetího komparátoru, jehož první výstup je spojen s prvním vstupem oscilátoru, jehož výstup je spojen se vstupem vysílače signálu, s výhodou reproduktoru.

Expoziční měřič záření podle vynálezu lze zhotovit v malých rozměrech, měří zářivý výkon a zajišťuje dobré podmínky k řízení expoziční dávky a dává v případě potřeby při práci, která nesplňuje podmínky expozice, vydání jednotce před expozicí zajišťující signál, například pomocí reproduktoru.

Příklad provedení expozičního měřiče záření podle vynálezu je zobrazen na výkrese ve formě blokového schématu.

Vstup expozičního měřiče záření podle vynálezu tvoří jednotka 1 pro zjišťování vážené intenzity světla, přizpůsobená stínítku na obrázku neznázorněnému, která zajišťuje signál úměrný váženému zářivému výkonu stínítka. Tato může být vytvořena jako fotoelektrický prvek nebo fotodioda a na její výstup je připojen vstup zesilovače 2, na jehož výstup je připojen první vstup integrátoru 3, na jehož výstupu je připojen první vstup prvního komparátoru 4, na jehož výstup je připojen vstup generátoru 5 obdélníkových signálů, jehož

výstup je připojen k prvnímu vstupu první spínací jednotky 7, jejíž první výstup je spojen se vstupem jednotky (16) pro zajištění expozice. Mezi prvním vstupem integrátoru 3 a druhým vstupem prvního komparátoru 2 je připojen první zdroj 4 referenčního signálu. Výstup jednotky 16 pro zajištění expozice, například rentgenového generátoru a pomocí je spojen se vstupem druhé spínací jednotky 10, jejíž první výstup je spojen s druhým vstupem integrátoru 3 a jehož druhý výstup je spojen přes pásmový filtr 14 s druhým vstupem první spínací jednotky 7. Na první vstup integrátoru 3 je připojen první vstup druhého komparátoru 2, jehož výstup je spojen s výstupem prvního komparátoru 2 a druhý výstup první spínací jednotky 7 je spojen s prvním vstupem třetího komparátoru 12, jehož první výstup je spojen s prvním vstupem oscilátoru 13, jehož výstup je spojen se vstupem vysílače 15 signálu, s výhodou reproduktoru. Druhý výstup třetího komparátoru 12 je spojen jednak s druhým vstupem oscilátoru 13, jednak s výstupem druhého komparátoru 2. Třetí výstup první spínací jednotky 7 je spojen s druhým vstupem integrátoru 3. Druhý vstup druhého komparátoru 2 je spojen s výstupem druhého zdroje 8 referenčního signálu. Druhý vstup třetího komparátoru 12 je spojen s třetím zdrojem 11 referenčního signálu. Pomocí první spínací jednotky 7 může dostat třetí komparátor 12 signál z druhé spínací jednotky 10 zpracovaný pásmovým filtrem 14.

Je-li jako vysílač signálu 15 použit reproduktor, pracuje expoziční měřič záření podle vynálezu u rentgenového zařízení následujícím způsobem.

Výstupní signál jednotky 1 pro zjišťování vážené intenzity světla, který odpovídá příslušné části obrazu stínítka rentgenového zařízení se vede do zesilovače 2. Zesilovač 2 zajišťuje lineárně zesílený obdélníkový signál. Je-li časová konstanta integrátoru 3 T_1 , předvolené napětí U_p , pro danou jednotku 16 pro zajištění expozice nejkratší možná expoziční doba T_{min} , nejvyšší hodnota přijatelného výstupního napětí zesilovače 2 U_{max} a platí-li mezi těmito parametry závislost $T_1 \cdot U_p = T_{min} \cdot U_{max}$, pak následuje překlopení prvního komparátoru 2 v čase T_{min} před uplynutím optimálního expozičního času potřebného ke snímku.

Toto řešení je nutné proto, aby jednotka 16 pro zajištění expozice mohla vypnout generování rentgenového záření pouze se zpožděním rovnajícím se T_{min} . Příslušného překlopení prvního komparátoru 2 se dosáhne tak, že se od referenčního napětí U_r odečte napětí úměrné výstupnímu signálu zesilovače 2. K tomuto účelu slouží první zdroj referenčního signálu 4. Je-li čas T_{min} značně kratší než nejkratší expoziční doba použitá ke snímkování, může být referenční signál velen s konstantní hodnotou U_r .

Při svém překlopení první komparátor 2 zapne generátor 6 obdélníkových signálů, který při určitém výkonu vytváří obdélníkový signál o trvání T_0 . Obdélníkový signál spustí v čase T_0 práci první spínací jednotky 7. V zapnutém stavu vypne první spínací jednotka 7 jednotku 16 pro zajištění expozice přivede nulový stav integrátoru 3 a rozpojí nebo sepe první spínací jednotku 7 mezi pásmovým filtrem 14 a třetím komparátorem 12. Jestliže výstupní signál zesilovače 2 překročí hodnotu výstupního signálu druhého zdroje 8 referenčního signálu, přivede druhý komparátor 2 připojený na výstup zesilovače 2 a výstup druhého zdroje 8 referenčního signálu činnost generátoru 6 obdélníkových signálů, který je s ním odpínatelně spojen a současně poskytuje signál o kmitočtu f , oscilátoru 13, který vybudí reproduktor jako vysílač 15 signálu. Tak je zajišťován signál o kmitočtu f_1 , překročí-li výstupní signál zesilovače 2 dovolenou hodnotu U_{max} . V tomto případě je třeba snížit rentgenové parametry.

Druhý vstup třetího komparátoru 12 je spojen s výstupem třetího zdroje 11 referenčního signálu a první vstup třetího komparátoru 12 je přes druhý výstup první spínací jednotky 7, pásmový filtr 14 a druhý výstup druhé spínací jednotky 10 se zdrojem konstantního signálu (například se zdrojem napájecího napětí). Pomocí navrženého zapojení lze snadno dosáhnout, že druhá spínací jednotka 10 zahájí činnost, je-li první spínací jednotka 7 po dobu T_0 v sepnutém stavu a na vstup třetího komparátoru 12 se nepřivádí žádný impuls. V jiném případě se přivede impuls na třetí komparátor 12, který se tímto impulsem překloupí.

Třetí komparátor 12 je schopen zapínat generátor 6 obdélníkových signálů, který je s ním odpojitelně spojen a současně vyvolává činnost oscilátoru 13 s kmitočtem f_2 . Oscilátor 13 spustí vysílač 15 signálu s kmitočtem f_2 , ukončí-li se rentgenová expozice vlivem vnějšího působení dříve nebo později, než by vyplývalo z činnosti expozičního měřiče záření.

Akustické signály o kmitočtu f_1 a f_2 upozorňují operátora rentgenového zařízení, že rentgenové parametry jsou nastaveny na neodpovídající, to jest nízké nebo vysoké hodnoty, které jsou při vyšetřování pacienta nepřijatelné. Sepnutím spínače lze uvést hysterezi vykazující druhý komparátor 2 nebo třetí komparátor 12 do základního stavu a tím odpojit akustický signál.

Druhá spínací jednotka 10 je řízena jednotkou 16 pro zajištění expozice a udržuje integrátor 3 ve vynulovaném stavu před a po expozici, zajišťuje otevřený nebo zavřený stav výstupu mezi zdrojem konstantního signálu a pásmovým filtrem 14. Během snímku zůstává integrátor 3 volný a kontakt mezi zdrojem konstantního signálu s pásmovým filtrem 14 v rozepnutém nebo sepnutém stavu.

Expoziční měřič záření podle vynálezu pracuje takto:

Dosáhla-li jednotka 16 pro zajištění expozice stavu vhodného k expozici, sepne druhou spínací jednotku 10, která pomocí signálu na prvním výstupu odblokuje integrátor 3 a pomocí druhého výstupu dodává do pásmového filtru 14 konstantní signál nebo cestu tomuto signálu uzavře.

Při sepnutí generuje jednotka 16 pro zajištění expozice rentgenové záření. Vzniklý rentgenový obraz zachytí fotodioda jednotky 1 pro zjišťování vážené intenzity světla, která detekuje zářivý výkon rentgenového obrazu a dodá do zesilovače 2 signál úměrný tomuto výkonu. Výstupní signál zesilovače 2 je integrátorem 3 integrován podle času a způsobí překlopení prvního komparátoru 2 při dostavení se referenčního napětového signálu. První zdroj 4 referenčního signálu odečte od konstantní hodnoty, například napětí U_1 , signál úměrný výstupnímu signálu zesilovače 2 a tímto způsobem vytvoří referenční signál.

První komparátor 2 nastavuje generátor 6 obdélníkových signálů, který zajišťuje pomocí obdélníkového signálu určitého výkonu a trvání T_0 v době T_0 zapnutý stav první spínací jednotky 7. První spínací jednotka 7 způsobí svým prvním výstupem odpojení jednotky 16 pro zajištění expozice, otevře kontakt mezi pásmovým filtrem 14 a třetím komparátorem 12 a jeho třetí výstup vynuluje integrátor 3.

Druhý komparátor 2 provádí kontinuální porovnání výstupního signálu druhého zdroje 2 referenčního signálu a okamžitého výstupního signálu zesilovače 2. Je-li hodnota výstupního signálu zesilovače 2 větší než hodnota referenčního signálu, překloupí se druhý komparátor 2 a tento způsobí zapnutí generátoru 6 obdélníkových signálů, popřípadě pomocí signálu o kmitočtu f_1 oscilátoru 13 způsobí vybuzení jednotky 16 pro zajištění expozice.

Překročí-li hodnota výstupního signálu zesilovače 2 přípustnou hodnotu, vyšle expoziční měřič záření operátoru výstupní signál o kmitočtu f_1 . V tomto případě je třeba zmenšit zářivý výkon, popřípadě snížit rentgenové parametry.

Po expozici se vrátí druhá spínací jednotka 10 řízená jednotkou 16 pro zajištění expozice do základního stavu a předá svým druhým výstupem signál pevné hodnoty na vstup pásmového filtru 14. Pásmový filtr 14 dodá současně odpovídající složky signálu na zvolený výstup první spínací jednotky 7. Je-li tento výstup uzavřen, prochází signál první spínací jednotkou 7 a způsobí překlopení třetího komparátoru 12. Je-li výstup první spínací jednotky 7 otevřen, k překlopení nedojde. Otevřený stav tohoto výstupu první spínací jednotky 7 nastane v tom případě, jestliže generátor 6 obdélníkových signálů přivodí v době T_0 činnost první spínací jednotky 7. Jinak je tento výstup uzavřen.

Třetí komparátor 12 spíná jednak generátor 6 obdélníkových signálů, jednak při kmitočtu f_2 oscilátor 13. Oscilátor 13 vybudí vysílač 15 signálu. Akustický signál o kmitočtu f_2 upozorní obsluhu na to, že expozice ve srovnání s dobou určenou expozičním měřičem záření bude ukončena dříve nebo později. V tomto případě je třeba zkoumat, zda délka expozice není příliš krátká a není-li tomu tak, je nutno zvýšit jiné rentgenové parametry (proud, napětí). Hodnota kmitočtu f_2 může být stanovena značně nižší než hodnota než hodnota kmitočtu f_1 ; taková volba usnadňuje rozlišení signálů.

Expoziční měřič záření podle vynálezu má následující výhody: provádí korekci zpoždění jednotky 16 pro zajištění expozice, zajišťuje nezávislost energie přiváděné na film z vysokého napětí přiloženého na rentgenku, protože neměří intenzitu dávky, ale zářivý výkon, zabezpečuje ochranu pacienta před přetížením při prosvícení, protože každý z prvního až třetího komparátoru 2, 9, 12 může zajistit přerušení expozice, je vyrobitelný v malých rozměrech, hodí se ke zhotovení jak jednotlivých snímků, tak sériových snímků rychlostí až do 12 obrázků za sekundu a konečně signalizuje obsluze závadu, a sice při přeexpozici vyšle akustický signál o kmitočtu f_1 ; v tomto případě vážený zářivý výkon rentgenového obrazu překračuje určitou mezní hodnotu, to jest, expozice je kratší než určená minimální hodnota T_{min} ; takové nastavení znamená například, že parametry rentgenového zařízení jsou pro pacienta příliš vysoké nebo v cestě paprsků není žádný pacient nebo zesílení signálu nebylo správně nastaveno; při podexpozici vyšle naopak akustický signál kmitočtu f_2 ; v tomto případě zůstává vážený zářivý výkon rentgenového obrazu pod určitou mezní hodnotou; to jest, expozice je delší než určená přípustná maximální hodnota; takové nastavení znamená například, že parametry rentgenového zařízení nestačí k prosvícení pacienta nebo neexistuje rentgenový paprsek nebo na zesilovač rentgenového obrazu nebylo přivedeno napájecí napětí nebo obsluha nastavila expoziční dobu jednotky 16 pro zajištění expozice omylem na nižší hodnotu než na tu, která je pro zařízení určena.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Expoziční měřič záření pro kameru, použitelnou zejména u rentgenových zařízení, obsahující jednotku pro zjišťování vážené intenzity světla, například fotoelektrický článek nebo fotodiodu, dále zesilovač, integrátor a spínací jednotky, vyznačující se tím, že mezi výstupem jednotky (1) pro zjišťování vážené intenzity světla a vstupem jednotky (16) pro zajištění expozice, zejména rentgenového generátoru, je sériový obvod, u něhož na výstup jednotky (1) pro zjišťování vážené intenzity světla je připojen vstup zesilovače (2), na jehož výstup je připojen první vstup integrátoru (3), na jehož výstup je připojen první vstup prvního komparátoru (5), na jehož výstup je připojen vstup generátoru (6) obdélníkových signálů, jehož výstup je připojen k prvnímu vstupu první spínací jednotky (7), jejíž první výstup je spojen se vstupem jednotky (16) pro zajištění expozice, dále mezi prvním vstupem integrátoru (3) a druhým vstupem prvního komparátoru (5) je zapojen první zdroj (4) referenčního signálu, výstup jednotky (16) pro zajištění expozice je spojen se vstupem druhé spínací jednotky (10), jejíž první výstup je spojen s druhým vstupem integrátoru (3) a jehož druhý výstup je spojen přes pásmový filtr (14) s druhým vstupem první spínací jednotky (7), na první vstup integrátoru (3) je připojen první vstup druhého komparátoru (9), jehož výstup je spojen s výstupem prvního komparátoru (5), a druhý výstup první spínací jednotky (7) je spojen s prvním vstupem třetího komparátoru (12), jehož první výstup je spojen s prvním vstupem oscilátoru (13), jehož výstup je spojen se vstupem vysílače (15) signálu, například reproduktoru.

2. Expoziční měřič paprsků podle bodu 1, vyznačující se tím, že druhý výstup třetího komparátoru (12) je spojen s druhým vstupem oscilátoru (13) a s výstupem druhého komparátoru (9).

3. Expoziční měřič paprsků podle bodu 1 nebo 2, vyznačující se tím, že třetí výstup první spínací jednotky (7) je spojen s druhým vstupem integrátoru (3).

4. Expoziční měřič paprsků podle některého z bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že na druhý vstup druhého komparátoru (9) je připojen druhý zdroj (8) referenčního signálu a na druhý vstup třetího komparátoru (12) je připojen třetí zdroj (11) referenčního signálu.

1 výkres

230702

