الفصل التاسع

نظرة عامة على تحديد أعطال و إصلاح تجهيزات التصوير الشعاعي
TROUBLESHOOTING AND REPAIRING RADIOGRAPHIC EQUIPMENT OVERVIEW

عندما تتم صيانة تجهيزات التصوير الشعاعي "النوعية" بشكل صحيح، فإنها توفّر تشغيلاً خالياً من الأعطال نسبيًّا خلال العمر الافتراضي المُعلن عنه للتجهيزات [٢٥]. ولكن في نهاية المطاف، يتعرض بعض مكونات نظام التصوير الشعاعي إلى الفشل بغض النظر عن كمية أو نوعية الصيانة المُقدَّمة. بعد فترة من الاستخدام، تبدأ الأجزاء المتحركة ميكانيكيًّا لتجهيزات الأشعة السينية بالتآكل نتيجة الاحتكاك لدرجة أنها لم تعد قادرة على العمل بشكل صحيح. كما أن المكونات الإلكترونية تفشل في آخر الأمر بعد تعرضها لعدد لا يحصى من دورات التسخين والتبريد التي تحدث مع الاستخدام اليومي ومن التعرض لتقلبات الطاقة الكهربائية.

إن الشركات المصنعة لتجهيزات الأشعة السينية تأخذ هذه العوامل في الاعتبار عند تحديد عدد السنوات المتوقع أن تعمل فيه التجهيزات عند مستوى مقبول من الأداء (أي العمر الافتراضي). وتستند توقعات العمر الافتراضي على مقدار الوقت الذي سيتم استخدام التجهيزات فيه، والذي، بدوره، يرتبط بشكل مباشر بعدد المرضى الذين يتم فحصهم. عند توقع طول عمر التجهيزات، يفترض مُصنِّعي التجهيزات أنه سيتم إجراء الصيانة التي تم التوصية بها بانتظام على التجهيزات.

هناك مع ذلك عامل رئيسي يمكنه إلى حد كبير تغيير أي توقعات لطول عمر التجهيزات وهو "العامل البشري". إن تجهيزات التصوير الشعاعي مُصمَّمة لاستخدامها بطريقة معينة. عند تشغيلها بشكل صحيح، فإنه يتم بسهولة تحقيق العمر الافتراضي المتوقع للتجهيزات. من ناحية أخرى، إذا تم التعامل مع التجهيزات بشكل غير صحيح، فإن متوسط العمر المتوقع ينخفض سريعاً بطريقة غير متوقعة. وعلى الرغم من أن الشركات الصانعة للتجهيزات تأخذ في الاعتبار بعض المعالجة الخشنة في تصاميم تجهيزاتها، إلا أن الاستخدام بإهمال على مدى فترة من الزمن يؤدي إلى ارتفاع معدل الأعطال الميكانيكية. إن الحقيقة الواضحة بأن البشر لا يعملون دائماً بشكل جيد مع الآلات وسوء تعامل المُشغِّل مسؤولان عن العدد الكبير لطلبات الخدمة.

---

(٢٥) يختلف العمر الافتراضي المتوقع لأجهزة الأشعة السينية بين المُصنِّعين. وعندما يتم صيانة التجهيزات بشكل صحيح، فإنه ينبغي لمعظمها توفير تشغيل خالٍ من الأعطال نسبيًّا لمدة ١٠ إلى ١٥ عاماً. وهذا، بالطبع، تعميم واسع النطاق. ويجب أيضاً الأخذ في الاعتبار عدد المرضى الذي يمكنه بشكل كبير تغيير أي توقعات لحياة التجهيزات.

ترجع معظم فترة توقف تجهيزات التصوير الشعاعي في الواقع إلى أعطال ميكانيكية. إن الحدوث المرتفع للأعطال الميكانيكية في تجهيزات التصوير الشعاعي يرتبط ارتباطاً مباشراً بالمعاملة اليومية للتجهيزات من قبل فنيي الأشعة السينية (أو أخصائيي الأشعة). ورغم أن بعض الأجزاء الميكانيكية تُستهلك في نهاية الأمر من خلال المعاملة الطبيعية للتجهيزات، فإن المعاملة بإهمال سوف يزيد إلى حد كبير من معدّل الفشل للتجهيزات، وبالتالي تقصير عمر التجهيزات. وبسبب الطبيعة الحساسة لهذا الموضوع، فإن أي مناقشة لسوء معاملة المُشغِّل للتجهيزات يجب التعامل معها بطريقة حساسة لمنع نشوء الاتهامات الشخصية (انظر الفصل الثالث عشر). ومع ذلك، فإن سوء معاملة التجهيزات هي حقيقة من حقائق الحياة، وينبغي لمهندس الخدمة أن يكون على بينة من حقيقة أنه سوف ينفّذ إصلاحات ميكانيكية في غالبية طلبات الخدمة.

يمكن عرض هذه النقطة بسهولة عندما يراقب المرء حالة التجهيزات في مستشفى تعليمي كبير ويقارنها مع التجهيزات المُركّبة في عيادة صغيرة خاصة. إن الاختلاف في المظهر وحالة التشغيل للتجهيزات لافت للنظر. إن تجهيزات التصوير الشعاعي في العيادة الصغيرة هي دائماً في حالة مادية أفضل بكثير من تلك التي في المستشفى التعليمي الكبير. وهذا صحيح حتى لو كانت التجهيزات في العيادة الصغيرة أقدم بكثير، كما هو الحال غالباً.

يمكن أن يُعزى التفسير لهذا التناقض الواسع إلى حقيقة أن المستشفيات الكبيرة لديها العديد من الفنيين المختلفين، على عدة ورديات (مجموعات)، الذين يقومون بتشغيل التجهيزات. في هذه الحالة غالباً ما يكون من الصعب مراقبة استخدام التجهيزات أو تحديد أولئك الذين يسيئون المعاملة. وعلاوة على ذلك، فإنه من الصعب في بعض الأحيان تدريب كل فني على حدة بشكل شامل على الاستخدام الصحيح للتجهيزات في المرافق الطبية الكبيرة. إن نقص التدريب الملائم للفنيين (أي تدريب المستخدم في الموقع) سوف يؤدي إلى زيادة معدل فشل التجهيزات بسبب سوء الاستخدام.

هناك سبب آخر لهذا التناقض الواسع في حالة التجهيزات ويمكن أن يُعزى إلى حقيقة أنه في المستشفيات الكبيرة، لا يكون الشخص أو الأشخاص الذين يملكون التجهيزات موجودين عادة لمراقبة استخدامها اليومي. وبناءً على ذلك، فقد يشعر الفنيين بأنهم أقل مسؤولية عند استخدام التجهيزات.

من ناحية أخرى، ففي العيادة الصغيرة، قد يقوم فني واحد أو اثنان فقط بتشغيل تجهيزات الأشعة السينية بشكل فعلي. بالإضافة إلى ذلك، فإنه تم شراء التجهيزات على الأرجح من قبل أخصائي الأشعة الذي يملك (ويقوم بتشغيل) العيادة. هذا يعني أن هناك شخصاً يهتم بكيفية استخدام التجهيزات أو سوء استخدامها. وفي هذا الإطار، فإن الكادر أكثر وعياً بالمعاملة الصحيحة للتجهيزات لأنه إذا ما توقفت، فلا يوجد مكان لتمرير اللوم.

يمكن القول إن المستشفى الكبير يفحص مرضى أكثر بكثير من العيادة الصغيرة، وهذا ما يفسر بشكل كاف الفرق في حالة التجهيزات. ولكن المؤلف لا يتفق مع هذا الرأي. على الرغم من أن عدد المرضى له بالفعل تأثير كبير على طول عمر التجهيزات، إلاّ أنه ليس الوحيد المسؤول عن الاختلاف الكبير في الحالات المادية للتجهيزات.

بالتالي، فإن معظم أعطال تجهيزات التصوير الشعاعي هي ميكانيكية في طبيعتها. إن ما يصل إلى ٦٠٪ من طلبات الخدمة الروتينية يشمل إصلاح بنود مثل أزرار التحكم، ومقابض التجهيزات، وصواني الكاسيتات، ومجموعات قيادة المحرك، ومجموعات سطوح الارتكاز الأسطوانية. بالإضافة إلى ذلك، فإن العديد من الأعطال يحدث في الأجهزة الكهروميكانيكية مثل مفاتيح التحويل، والريليهات، والأقفال الكهرومغناطيسية. مرة أخرى، فإن أي جهاز يحتوي على أجزاء متحركة عموماً سوف يكون لديه احتمال أكبر للعطل. تتعطل معظم هذه الأجهزة نتيجة للأجزاء المُستهلكة أو المتضررة، أو من فقدان مكونات ناتج عن المعاملة الروتينية (وسوء المعاملة).

وعلى عكس النسبة العالية للأعطال الميكانيكية، فإن تكرار تعطُّل المكونات الإلكترونية منخفض نسبياً. إن المكونات الإلكترونية عالية الجودة المُستخدمة في لوحات الدارات في تجهيزات الأشعة السينية اليوم ينتج عنها تشغيل موثوق به للغاية. وتُعزى الوثوقية الزائدة أيضاً إلى تقنيات التصنيع المتطورة المُستخدمة في لوحات الدارات. وليس من غير المألوف إيجاد مولدات أشعة سينية عمرها ٢٠ عاماً تعمل على نحو مثالي ولا تزال تحتوي على لوحات داراتها الأصلية (المُركَّبة في المصنع).

مع ذلك، فإن هناك مصادر أخرى للأعطال الإلكترونية في تجهيزات التصوير الشعاعي. إن أحد مصادر الأعطال يحدث مع كابلات التجهيزات. وهذا صحيح بالنسبة لجميع أنواع الكابلات، بما في ذلك كابلات الطاقة وكابلات الإشارة، وكابلات الجهد العالي. غالباً ما تنجم مشاكل الكابلات عن الثني الزائد المتكررة للكبل الذي يحدث أثناء الحركة العادية لتجهيزات الأشعة السينية. إن الإجهاد المستمر المُطبَّق على الكبل يتسبب في نهاية المطاف في اهتراء الفروع الكثيرة للأسلاك في الكبل، وأخيراً تفككها بالكامل إلى قطع[٢٦]

إن الكابلات التي هي أكثر عرضة للإجهاد هي كابلات التوصيل التي تذهب إلى دعامة الأنبوب، لأنه يتم تغيير موقعها بشكل روتيني وفقاً لكل مريض. وتشمل هذه الكابلات كابلات الجهد العالي، وكبل الجزء الدوار، وكابلات محدد الساحة، والكابلات التي تغذّي الأقفال الكهرومغناطيسية. إذا كانت هذه الكابلات مشدودة أثناء حركة الأنبوب الطبيعية، فإن ذلك إشارة إلى أنه لم يتم ثنيها بشكل صحيح عند التركيب (انظر الفصل السادس).

---

(٢٦) كقاعدة عامة، إن كل كبل من الكابلات المُستخدمة في غرفة الأشعة السينية مصنوع من أسلاك نحاسية شعرية (متعددة الفروع). وهذا مُفضَّل كثيراً على الكبل ذي السلك الواحد الصلب المُستخدَم من قبل الكهربائيين ويرجع ذلك أساساً إلى سهولة العمل الكبيرة معه. إن لدى كابلات الإشارة تحجيباً إضافياً موجوداً تحت الغطاء المطاطي.

لذلك ينبغي لمهندس الخدمة، إعادة ثني هذه الكابلات بمجرد الانتهاء من الإصلاح. وهذا سوف يضمن عدم تكرار العطل.

يمكن أن تحدث أعطال إلكترونية أخرى في دارات الطاقة الأولية والثانوية لمولد الأشعة السينية. إن هذه الأعطال هي الأكثر صعوبة للتشخيص بالنسبة لمهندسي خدمة الأشعة السينية وذلك لعدة أسباب. أولاً وقبل كل شيء، فإن هذه الأنواع من الأعطال لا تحدث على أساس منتظم في تجهيزات التصوير الشعاعي. على سبيل المثال، قد يتعطل ملامس (كونتاكتور contactor) الأولي مرة واحدة خلال العمر الكلي لمولد أشعة سينية محدد. وبناءً على ذلك، قد لا يرى مهندس الخدمة هذا النوع من الأعطال إلاّ بضع مرات في حياته المهنية. ونتيجة لذلك، فإن معظم مهندسي الخدمة لديهم خبرة قليلة في هذا النوع من الأعطال.

ثانياً، يجب على المهندس توخي الحذر الشديد عند تحديد عطل الدارات الأولية والثانوية للأشعة السينية وذلك بسبب خطر الصدمة الكهربائية. ولا يمكن في كثير من الأحيان كشف العطل إلاّ بوجود الأقواس عالية الجهد. ونظراً للمخاطر المحتملة التي ينطوي عليها ذلك، فإن هناك حاجة إلى تقنيات تحديد أعطال خاصة عند خدمة هذه الدارات لضمان أن مهندس الخدمة لن يكون عُرضة لجهود كهربائية عالية. ويجب على مهندس الخدمة إيلاء اهتمام دقيق لوضع أجهزة الاختبار ضمن الدارة في دارات الطاقة هذه وإلا فقد يحدث ضرر للتجهيزات (أو المهندس). بالإضافة إلى ذلك، لا بد من تحديد الاختلافات بين مراجع الأرضي والمراجع العائمة في هذه الدارات قبل أن يستطيع المهندس توصيل أجهزة الاختبار إلى المكونات الفردية.

هناك عامل آخر يجعل من الصعب تحديد أعطال دارات الطاقة العالية، وهو أنه لا يمكن اختبار العديد من المكونات الفردية لهذه الدارات باستخدام طرق تحديد الأعطال القياسية. على سبيل المثال، لن تشير قراءات جهاز قياس المقاومة البسيطة إلى ما إذا كانت أنصاف النواقل في هذه الدارات هي المعطوبة. وهذا صحيح أيضاً فيما يتعلق باختبار كابلات الجهد العالي. إن العديد من هذه المكونات يفشل فقط تحت شرط التحميل (أي، عندما يتدفق تيار عالٍ من خلال المكون). ومن ثم، فإن مصادر تحديد العطل لمهندس الخدمة محدودة للغاية في هذا المجال.

ولزيادة تعقيد الأمور، ينبغي للمهندس المحاولة فقط بتعريضات قليلة قدر الإمكان عند محاولة مراقبة عطل الجهد العالي. والسبب في ذلك هو أنه إذا كان هناك قوس عالي الجهد يحدث أثناء العطل، فإنه يمكن إلحاق الضرر بالمكونات الأخرى في النظام. مرة أخرى، يجب على مهندس الخدمة استخدام إمكانياته للقيام بملاحظات سريعة، وذلك لتجنب التسبب في المزيد من الضرر للتجهيزات.

بالإضافة إلى الأعطال الميكانيكية والإلكترونية، فإن هناك نوعاً آخر من طلبات الخدمة التي يواجه فيها المهندس عادة مشاكل تتعلق بجودة الصورة. يُنظر إلى تحديد أعطال مشاكل التصوير من قبل العديدين على أنه

الأصعب، ولكنه الجانب الأكثر إثارة للاهتمام في الحياة المهنية لمهندس خدمة الأشعة السينية. إن مشاكل التصوير ناتجة عن عطل في مكان ما في سلسلة التصوير يؤدي إلى خسارة في جودة الصورة. وعلى وجه الخصوص، فإن لكل جهاز في غرفة التصوير الشعاعي بعض التأثير على جودة الصورة النهائية. قد يكون من الصعب عزل عطل في سلسلة التصوير دون فهم شامل لعملية تشكيل الصورة (انظر الفصل الثامن).

كما ورد في الفصل السابق، يمكن لحالة فيلم الأشعة السينية، وكاسيتات الفيلم، وجهاز تحميض الفيلم أيضاً أن تؤثر بشكل كبير على جودة الصورة. في الواقع، ترتبط معظم مشاكل التصوير مباشرة بمشكلة في جهاز تحميض الفيلم أو كاسيتات الفيلم وليست ناجمة على الإطلاق عن تجهيزات التصوير الشعاعي. إن مفتاح الحل عند تحديد أعطال مشاكل جودة الصورة يكمن بداية في استبعاد كون الفيلم وتحميض الفيلم هما السبب.

يجب على مهندس الخدمة تطبيق المعرفة لكل جانب من جوانب التصوير الشعاعي عند تشخيص مشاكل جودة الصورة. ونظراً لأن هذا المجال من خدمة الأشعة السينية يتطلب أكبر قدر من الخبرة، فعادة ما تتم هذه الخدمة من قبل مهندسين ذوي خبرة كانوا يعملون في هذا المجال لسنوات عديدة.

هناك مشكلة أخرى متعلقة بالخدمة وهي التي تنتج عن خطأ قام به الفني الذي يشغِّل التجهيزات. يحدث خطأ المُشغِّل عندما لا يكون فني الأشعة السينية معتاداً على الاستخدام الصحيح لتجهيزات الأشعة السينية. من الممكن أنه لم يتم تدريب المُشغِّل في الموقع بشكل صحيح في الوقت الذي تم فيه تركيب الوحدة، أو قد تكون مسألة موظف جديد لم يكن لديه الوقت أبداً لقراءة كتيبات المُشغِّل الطويلة.

بغض النظر عن السبب، فإن خطأ المُشغِّل مسؤول عن عدد كبير من طلبات الخدمة. يمكن لهذا النوع من طلبات الخدمة أن ينعكس سلباً على مهندس الخدمة (والشركة الصانعة للتجهيزات)، ولذا ينبغي تصحيحه في أقرب وقت ممكن. وبسبب طلبات الخدمة التي يسببها خطأ المُشغِّل، ينسى الكادر في المستشفى عادة السبب الفعلي لطلب الخدمة، ومن ثم يلاحظ فقط أن هذه التجهيزات دائما "متوقفة" وأن مهندس الخدمة متواجد بانتظام في الموقع.

مع ذلك، يتم التعرف على خطأ المُشغِّل بسهولة وعادة ما يجعل المهندس غرفة الأشعة السينية جاهزة وتعمل في غضون بضع دقائق. على سبيل المثال، قد يكون سبب المشكلة مفتاح تم الضغط عليه بشكل غير صحيح في منصة التحكم مما يضع الجهاز في النمط الخاطئ للتشغيل. في ذلك الوقت فإن لدى المهندس الفرصة لتصحيح مصدر الخطأ عن طريق عرض الاستخدام الصحيح للتجهيزات. إذا استمر المُشغِّل باستخدام التجهيزات بطريقة غير صحيحة، فقد يحدث ضرراً دائماً للتجهيزات قد يتطلب إجراء إصلاح مُكلف.

وللتوضيح، يتم فيما يلي ذكر الأنواع الأربعة الأكثر شيوعاً لطلبات الخدمة المتصلة بتجهيزات التصوير الشعاعي مرتبة حسب تواتر حدوثها:

١- **الأعطال الميكانيكية** نتيجة لمعاملة التجهيزات (وسوء المعاملة)، أو الأجزاء المُستهلكة، أو فقدان المكونات.
٢- **الأعطال الإلكترونية** نتيجة للمكونات التي تتعرض للحرارة أو اندفاعات الطاقة ومن ضغط الكبل المتكرر.
٣- **مشاكل جودة الصورة** نتيجة لبعض الأعطال في سلسلة التصوير.
٤- **خطأ المُشغِّل** نتيجة للتدريب غير الصحيح في الموقع للكادر أو إضافة موظفين جدد غير معتادين على هذه التجهيزات.

يمكن عادة تنفيذ معظم الإصلاحات الميكانيكية الأساسية من قبل مهندسي خدمة مبتدئين (أي المستوى الأول). ومع ذلك، فإن هناك حاجة إلى المهندسين ذوي المستوى المتوسط (المستوى الثاني) لتحديد أعطال وإصلاح معظم المشاكل الإلكترونية. يستطيع مهندسو المستوى الثاني حل بعض مشاكل التصوير الطفيفة أيضاً. ويمكن معالجة جميع مشاكل التصوير وأصعب الأعطال الإلكترونية بأفضل ما يمكن من قبل المهندسين ذوي المستوى الرفيع (المستوى الثالث).

يغطي هذا الفصل تقنيات تحديد أعطال مختلفة ثبت نجاحها بالنسبة للمؤلف، يليها استعراض للأعطال الشائعة التي تم إيجادها في غرفة التصوير الشعاعي. وباستخدام إجراء تحديد الأعطال الموضَّح في هذا الفصل، يمكن لمهندس الخدمة تشخيص هذه الأعطال الشائعة للأشعة السينية بسرعة وإجراء الإصلاحات بشكل صحيح بحيث لا يكون من الضروري إعادة طلبات الخدمة.

التوثيق الصحيح Proper Documentation

ينبغي أن يكون مهندس الخدمة ذو الخبرة قادراً على حصر سبب عطل الأشعة السينية لمعظم أنواع التجهيزات دون الرجوع إلى وثائق الخدمة، والسبب في ذلك هو أن جميع أنظمة الأشعة السينية متشابهة جداً في وظائفها الأساسية.

ولكن بمجرد حصر المشكلة في منطقة محددة، فإن هناك حاجة عندئذ إلى كتيب خدمة جيد وحديث لتحديد العطل "وصولاً" إلى المكون الفعلي الذي يسبب العطل. وعلى الرغم من أن جميع أصناف تجهيزات الأشعة السينية تحتوي على دارات تؤدي مهام متشابهة، إلاَّ أن تشغيل هذه الدارات يختلف اختلافاً كبيراً بين المُصنِّعين. إن كتيب الخدمة الجيد، مع المخططات التوضيحية الكاملة ونظرية التشغيل وقائمة كاملة لقطع الغيار، هو أداة قيمة ضرورية لتحديد أعطال تجهيزات التصوير الشعاعي.

متى يجب طلب المساعدة When to Call for Help

عندما يصل شخص الخدمة إلى موقع فيه تجهيزات في حالة "توقف"، فإن الهدف الواضح هو جعل الزبون جاهزاً للعمل في أسرع وقت ممكن. وإذا اتبع المهندس تسلسل تحديد الأعطال المبين أدناه، فإن سبب العطل سيتم

تحديده خلال فترة زمنية قصيرة نسبياً، وربما خلال ساعة واحدة. يمكن بعدئذ للمهندس محاولة الإصلاح أو قد يضطر إلى طلب قطع الغيار والعودة في وقت لاحق للإصلاح.

لكن إذا مرت ساعتان ومهندس الخدمة لا يزال لا يملك أي دليل يشير إلى السبب، أو حتى منطقة العطل، فربما يكون الوقت مناسباً عندئذ لطلب المساعدة. في كثير من الأحيان تكون المساعدة عبر الهاتف، من شخص الدعم الفني، هو كل ما يلزم لتوجيه المهندس في الموقع في الاتجاه الصحيح. إذا لم يساعد الدعم عبر الهاتف في حل المشكلة، ينبغي عند ذلك إرسال مهندس خدمة ثانٍ بمنهجية جديدة للمشكلة إلى الموقع.

غالباً ما يكون من الصعب على المهندس الاعتراف بأنه غير قادر على حل مشكلة الأشعة السينية، وخصوصاً في الحالات التي تنطوي على الغرور. يجب كل شخص أن يفكر في أنه معصوم عن الخطأ، ويمكنه حل أي مشكلة تواجهه. إن هذا موقف أحمق من شأنه فقط أن يسبب مشاكل للزبون، وكذلك لمنظمة الخدمة. لا أحد يستطيع معالجة كل مشكلة من مشاكل الأشعة السينية التي يمكن أن تنشأ! في الواقع، ينتج عن الرأي الثاني في كثير من الأحيان طلب خدمة أقصر بكثير. إن المقدرة على طلب المساعدة دون تردد أو تحفظ، ومعرفة الوقت المناسب لطلب المساعدة هي الصفات التي يجب أن تكون لدى أي مهندس خدمة أشعة سينية محترم.

تقنيات تحديد الأعطال
Troubleshooting Techniques

من الصعب عموماً تعليم الطالب مهارات تحديد الأعطال في إطار غرفة التدريس. يتم الحصول على العديد من هذه المهارات من خلال التجربة والخطأ أثناء العمل في هذا المجال. ومن الواضح أن لا شيء يمكنه أن يحل محل الخبرة الفعلية كأفضل معلم لتقنيات تحديد الأعطال. إن الهدف هنا هو توفير طريقة عامة ثبت نجاحها بالنسبة للمؤلف لتحديد الأعطال الشائعة للأشعة السينية. وبإتباع هذه الطريقة، ينبغي أن يكون مهندس الخدمة قادراً على حل معظم مشاكل الأشعة السينية في فترة زمنية قصيرة بشكل معقول.

إن لكل مهندس خدمة مستقل طريقته الخاصة في الهجوم بنجاح على مشكلة خدمة ما، وهذه الطريقة قد تختلف عن الإجراءات الواردة فيما يلي. إن هذا مُتوقع ومقبول تماماً، فهناك دائماً أكثر من طريقة واحدة لسلخ القط!

إن المهمة الأولى لمهندس الخدمة، عندما يصل إلى الموقع، هي معرفة ما حدث بالضبط قبل وبعد تعطُّل التجهيزات. وعند الحصول على معلومات كافية بخصوص العطل، يجب على المهندس عندئذ محاولة ملاحظة العطل وإعادة إنتاجه، إذا كان ذلك ممكناً. إن هذه الخطوة أكثر صعوبة عندما تحدث أعطال متقطعة. بعد أن يتمكن المهندس من إعادة إنتاج العطل، يحصر المهندس عندئذ منطقة العطل من خلال تسلسل معين من الإجراءات. يجب

تنفيذ تسلسل تحديد الأعطال بطريقة مناسبة، بحيث يمكن البدء بأية إصلاحات في أقرب وقت ممكن بالنسبة لطلب الخدمة. وبعد الانتهاء من الإصلاحات، لا بد من اختبار النظام بالكامل لضمان أنه تم تصحيح العطل.

جمع المعلومات عن العطل Gathering Information on the Failure

يجب على مهندس الخدمة أولاً الحصول على معلومات عن متى وكيف حدث العطل. مثل أي محقق، يجب عليه جمع المعلومات المتعلقة بالحادث (أي العطل) من الشهود الذين كانوا حاضرين في وقت وقوع المأساة. هل كانت التجهيزات تعمل بشكل صحيح في الأيام التي سبقت العطل؟ في أي وقت من اليوم حدث العطل؟ هل كانت التجهيزات باردة أو كانت في "حالة عمل" لفترة من الزمن؟ في أي نمط تشغيل كان الجهاز مُستخدَماً في الوقت الذي حدث فيه العطل؟ في أية وضعية كانت الطاولة، ودعامة الأنبوب، وأنبوب الأشعة السينية عندما حدث العطل؟ هل حدث العطل مع مُشغِّل واحد فقط أو تمت ملاحظة نفس العطل من قبل عدة أشخاص؟ هل كان أخصائي الأشعة موجوداً؟ هل كان هناك أية أصوات أو روائح غير عادية مصاحبة للعطل؟ إن هذه ليست سوى بعض الأسئلة الهامة التي ينبغي أن يسألها مهندس الخدمة عندما يصل إلى الموقع.

ينبغي للمهندس أيضاً معرفة متى كانت آخر مرة تم فيها خدمة الوحدة وما هو آخر إصلاح تم القيام به في الوحدة. وفي كثير من الأحيان تعطي الإجابات على هذه الأسئلة نظرة متبصرة على المشكلة الحالية. في الواقع، قد يكون طلب الخدمة متعلق بطلب خدمة سابق أو حتى ناجماً عنه. إن مهندسي الخدمة ليسوا معصومين عن ارتكاب الأخطاء، ولهذا السبب ينبغي أخذ آخر إصلاح في الاعتبار عند تشخيص المشاكل.

بينما يقوم مهندس الخدمة بجمع المعلومات عن العطل، يجب عليه أن يكون على علم بأن الشخص الذي يقدم الوصف يسترجع الأمور من الذاكرة، وبالتالي، فقد يهمل (أو يضيف) تفاصيل مهمة. ونظراً لأن فني الأشعة السينية مشغول بالاعتناء باحتياجات المريض، فإنه لا يركّز فعلاً على التجهيزات في حد ذاتها. بالإضافة إلى ذلك، فإن معظم "فنيي" الأشعة السينية ليسوا موجَّهين فنياً (ليس متطلب وظيفة)، وليس لديهم عادة فهم عميق عن كيفية عمل تجهيزات التصوير الشعاعي فعلاً.

بما أن وصف المُشغِّل للعطل قد يكون غير دقيق، فيجب على مهندس الخدمة أن يقرر ما إذا كان يمكن الاعتماد على المعلومات أم لا. ومن الشائع السماع عن حالات تم فيها توجيه المهندس (لساعات!) في الاتجاه الخاطئ؛ لأن الفني لم يعط وصفاً دقيقاً للعطل. لهذا السبب، إذا كان مهندس الخدمة يزور موقعاً معيناً بشكل منتظم، فإنه ينبغي له تحديد شخص يمكن الاعتماد عليه في وصف التفاصيل الفنية، وينبغي له الطلب من ذلك الشخص التحدث عن تفاصيل العطل. إذا كان الموقع غير مألوف، فيجب على مهندس الخدمة استخدام حكمه بخصوص وثوقية الوصف المُعطى.

هناك سيناريو آخر شائع يتعرض له جميع مهندسي الخدمة مرة واحدة على الأقل في حياتهم المهنية وهو الحالة التي يطلب فيها المهندس من الكادر محاولة إجراء بضع اختبارات سريعة على التجهيزات، أو قد يسأل المهندس عما إذا تم اختبار نمط محدد من التشغيل. إذا أكد الكادر بأنه قام بهذا بالفعل، فإن المهندس، في محاولة لتوفير الوقت، لن يهتم باختبار تلك الوظيفة الخاصة، وسوف ينتقل إلى مناطق أخرى لإيجاد سبب العطل. في نهاية المطاف، وبعد ساعات (أو أيام!)، عندما لا يتم إيجاد سبب المشكلة، يقرر المهندس التحقق من المنطقة التي تم تجاوزها من قبل.

إذا ما تبين في الواقع أن المشكلة كانت في هذه المنطقة، فقد تعلم المهندس درساً قيماً لن ينساه قريباً. إن الخيار الأفضل لمهندس الخدمة هو أن يختبر شخصيًّا جميع المناطق المشكوك فيها وعدم الاعتماد على أحد أعضاء الكادر للقيام بذلك.

مراقبة العطل Observing the Failure

بعد أن يكون مهندس الخدمة قد جمع معلومات كافية بخصوص العطل، فإن المهمة التالية هي محاولة **مراقبة** (أي، إعادة إنتاج) العطل الدقيق، مدوّناً تسلسل الأحداث التي أدت إلى ذلك. إذا كان أحد المكونات معطوباً بشكل واضح، فإنه يتم تبسيط هذه الخطوة وينبغي للمهندس أن يبدأ بعد ذلك مرحلة الإصلاح لطلب الخدمة. ولكن بالنسبة **للأعطال المتقطعة**، يجب على المهندس اتخاذ خطوات معينة لضمان إعادة إنتاج العطل الأصلي.

إن أهم شيء يجب تذكره عند محاولة إعادة إنتاج عطل متقطع هو **عدم تغيير أي شيء في الغرفة** إلى أن يصبح بالإمكان إعادة إنتاج هذا العطل. يدخل العديد من مهندسي الخدمة إلى الغرفة ويتعاملون مع كبل مشكوك فيه أو يغيِّرون مكان موصِّل، أو يقومون بتنظيف تلامس مفتاح ظنوا، من خلال تجربتهم، أنه قد يكون السبب في المشكلة. وفعل هذا بالتحديد **شيء خاطئ**!

إذا تم تغيير الشروط التي تعطلت فيها الغرفة، ولا يمكن إعادة إنتاج العطل أثناء وجود مهندس الخدمة في الموقع، فقد يتم الاستنتاج بشكل غير صحيح أنه قد "عالج" المشكلة. لا توجد وسيلة في الواقع لمعرفة ما إذا كانت الإجراءات التي اتخذها المهندس قد "عالجت" المشكلة بالفعل. إن مهندسي الخدمة الذين يستخدمون هذه التقنية غير الموثوقة لتحديد الأعطال لا يقومون بعملهم بشكل صحيح ويهدرون قدراً كبيراً من وقتهم في طلبات الخدمة الراجعة (أي، إعادة الطلبات) لنفس المشكلة.

إن الطريقة الصحيحة لتحديد العطل هي تشغيل التجهيزات كما يفعل فني الأشعة السينية عادة ورؤية ما إذا كان يمكن إعادة إنتاج العطل. إن أفضل طريقة في الواقع هي ترك فني الأشعة السينية يعرض العطل على مهندس

الخدمة، إذا كان ذلك ممكناً. من خلال القيام بذلك، يمكن للشخص الذي يقوم بالخدمة معرفة ما إذا كان المُشغِّل يفعل شيئاً غير صحيح ليتسبب بالعطل أو إذا كانت التجهيزات معطوبة فعلاً.

تساعد تقنية تحديد الأعطال هذه إلى حد كبير المهندس في تشخيص أعطال الأشعة السينية. بعد أن يصبح بالإمكان إعادة إنتاج العطل، فإن جزءاً رئيسياً من مرحلة تحديد الأعطال يكون قد انتهى. ويمكن لمهندس الخدمة بعد ذلك تنفيذ الخطوات الضرورية اللازمة لعزل سبب المشكلة ومن ثم البدء في اتخاذ الإجراءات الصحيحة.

من السهل أن نرى لماذا اعتبر الكاتب هذه المرحلة من تحديد الأعطال الأكثر صعوبة عندما نأخذ في الاعتبار حدوث الأعطال المتقطعة للغاية. إن الأعطال المتقطعة للغاية هي النوع الأخطر (والمحبط!) من بين الأعطال التي يمكن أن تحدث في أي جهاز ميكانيكي أو إلكتروني. علاوة على ذلك، يبدو أن هذه الأعطال تحدث في أسوأ وقت ممكن عندما يكون المرء في أمس الحاجة للتجهيزات.

ينطبق هذا بشكل خاص على تجهيزات التصوير الطبي لأنه عندما "تتوقف" غرفة التصوير الشعاعي بشكل متقطع، فإن كثيراً من الناس يتأثرون بشكل مباشر. يجب طلب المرضى الذين كان لديهم مواعيد في ذلك اليوم هاتفياً وإعادة جدولة مواعيدهم لوقت آخر. ويجب إرسال أولئك المرضى الذين وصلوا بالفعل إلى العيادة إلى ديارهم، وهذا غالباً ما يخلق مشاكل، خصوصاً إذا كانت لديهم ترتيبات خاصة لوسائل النقل.

بالإضافة إلى ذلك، عندما تكون وحدة الأشعة السينية "متوقفة"، فإن أخصائي الأشعة لا يعاني فقط من خسارة كبيرة في العائدات لأنه لا يستطيع فحص المرضى، ولكن يجب أن يدفع رواتب أعضاء الكادر أيضاً على الرغم من أنهم لا يعملون في الواقع. يجب على الجميع ببساطة انتظار وصول مهندس الخدمة. إن هذا الوضع المحبط مدمر بصفة خاصة لمنشأة طبية ليس فيها إلاّ غرفة أشعة سينية واحدة يمكن الاعتماد عليها.

وبسبب الطبيعة غير المناسبة لهذه الأعطال، فمن الواضح أن المشاكل المتقطعة يمكن أن تكون مصدراً رئيسياً للإزعاج لكل من الكادر ومهندس الخدمة. علاوة على ذلك، فإن ما يحدث في أغلب الأحيان هو أن تعمل التجهيزات بشكل صحيح عند وصول الشخص الذي يقوم بالخدمة إلى الموقع. إذا لم يتمكن مهندس الخدمة من ملاحظة عطل التجهيزات، فإنه يجب عليه عندئذ إبلاغ أسفه لأخصائي الأشعة بأنه لا يمكن إعادة إنتاج المشكلة، ومن ثم لم يتم اتخاذ أي إجراءات تصحيحية، وأن هذا العطل سوف يحدث على الأرجح مرة أخرى. لهذا السبب فمن المهم جداً إتباع تسلسل تحديد أعطال معين في محاولة لإعادة إنتاج العطل المتقطع.

إيجاد العطل المتقطع للغاية Finding the Highly Intermittent Failure

إذا كانت التجهيزات تعمل بشكل صحيح عند وصول مهندس الخدمة إلى الموقع، فإنه غالباً ما يغادر الموقع مباشرة لأن ليس هناك شيء آخر يستطيع القيام به. إن هذه طريقة أخرى غير صحيحة عند تحديد أعطال المشاكل

المتقطعة. ومن خلال الاستفادة من المعلومات المتعلقة بالعطل الذي قدمه الكادر، ينبغي أن يبدأ مهندس الخدمة بفحص جميع المناطق المشكوك فيها.

ينبغي أن يبدأ المهندس أولاً بفحص جميع المناطق المشكوك فيها بالتفصيل للحصول على الإشارات المعتادة للمشاكل المتقطعة. وقد تشمل هذه الإشارات وصلات مفكوكة، أو أغطية كابلات بالية، أو أسلاك مهترئة، أو مكونات تغيَّر لونها، أو حرارة زائدة على مكونات فردية. إذا لم يتم العثور على أي إشارات واضحة، فإنه ينبغي لمهندس الخدمة البدء بانتزاع وسحب الكابلات الفردية بلطف في المناطق المشتبه فيها لمعرفة ما إذا كان يمكن إعادة إنتاج العطل. إن وصلات الكبل المقطوعة هي سبب محتمل للعطل المتقطع. إذا كان هناك وصلة مقطوعة ذات علاقة، فإن تحريك الكابلات هنا وهناك سوف يزيد من مشكلة الوصلة، ومن ثم تتسبب في حدوث العطل.

إذا كانت هذه التقنية لإحداث العطل لا تنتج المشكلة، فإنه ينبغي عندئذ تغيير موقع كل جهاز في المنطقة المشتبه فيها ميكانيكياً ومن ثم اختبارها أيضاً. ويشمل هذا رفع (أو خفض) وإمالة طاولات الأشعة السينية، تحريك أنبوب الأشعة السينية ضمن مجال حركته الكامل، وتغيير موقع الحاملات الجدارية. ومن خلال تغيير موقع الجهاز المشتبه به، فقد تنثني كابلات التجهيزات إلى موضع يزيد من الاتصال المتقطع. وغالباً ما يكون الحال أن هذه التجهيزات سوف تتعطل فقط في وضعية معينة.

إذا لم يحدث العطل بعد اختبار الجهاز المشتبه به في مواضع مختلفة، فينبغي لمهندس الخدمة فصل الكبل المشتبه به وفحص تآكل الأرجل الفردية أو انفكاك الوصلات المثنية. ويمكن أيضاً اختبار استمرارية الأسلاك الفردية للكابلات. إذا كان كل شيء يبدو على ما يرام، فإنه يمكن الاستنتاج بأن العطل لا علاقة له بالكبل المعطوب. يجب أن ينظر المهندس عندئذ إلى ما إذا كان العطل المتقطع يحدث في لوحات الدارات.

عند فحص لوحات الدارات، فإنه ينبغي فحص المكونات لمعرفة الأضرار كما ينبغي فحص مفاصل الالتحام بشكل بصري لمعرفة الوصلات الثابتة. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي "هز" المكونات الفردية بلطف من أجل إيجاد الوصلات السيئة التي لا يمكن رؤيتها عادة. وغالباً ما يكون من المفيد استخدام عدسة مكبرة عند فحص الوصلات على لوحات الدارات.

إذا لم يظهر سبب العطل حتى الآن، فإنه ينبغي للمهندس أن يلاحظ إذا ما حدث العطل عند بداية تشغيل التجهيزات وكانت "باردة". إذا حدث العطل في ذلك الوقت، ينبغي إطفاء التجهيزات وتركها تبرد. عندما يتم تبريد المكونات بما فيه الكفاية، فإنه ينبغي تشغيل الوحدة مرة أخرى وينبغي الاستمرار في تسلسل تحديد الأعطال. إذا حدث العطل بعد تشغيل الوحدة لفترة من الوقت، فقد يكون العطل مرتبط بالحرارة ولذلك ينبغي إجراء تحديد الأعطال عندما تصل الوحدة إلى درجة حرارة التشغيل العادية.

تجدر الإشارة إلى أنه مع الأعطال المتقطعة للغاية، فقد يستغرق الأمر بعض الوقت قبل ظهور العطل مرة أخرى. إن السلك المقطوع (المجدول) جزئياً أو الوصلة المفكوكة قد لا تظهر أثناء وجود مهندس الخدمة في الموقع وقد تبقى تعمل لمدة أسابيع أو أشهر قبل أن تتعطل في النهاية مرة أخرى. قد تتعطل الوصلة أيضاً بشكل يمكن تصوره مرة واحدة فقط أثناء قيام المهندس بتحديد العطل، وبعد ذلك تعمل بشكل صحيح بالنسبة لبقية الوقت الذي يكون فيه المهندس في الموقع. لهذه الأسباب، يجب أن يبقى مهندس الخدمة مستمراً في البحث عن مصدر المشكلة.

إذا تعطلت الوصلة المتقطعة، فيجب على المهندس أن يكون متيقظاً لجميع الأحداث التي وقعت قبل وأثناء العطل. إن معظم مهندسي الخدمة الجيدين يقظون جداً ويلاحظون وجود صوت غير عادي أو عمل ترافق مع العطل. ثمة طريقة جيدة وهي مراقبة عدة نقاط اختبار رئيسية في الدارة المعنية بحيث يكون مهندس الخدمة قادراً على حصر المشكلة في منطقة محددة عند حدوث العطل.

إذا لم يتم ملاحظة العطل حتى الآن، وذلك بعد أن قام المهندس بتنفيذ تسلسل تحديد الأعطال المذكور أعلاه، فإن الوقت قد حان لمسار مختلف للعمل. وعندما تمر عدة ساعات دون حدوث العطل، فينبغي للمهندس الاستنتاج بأن العطل المتقطع "للغاية" لن يتم العثور عليه على الأقل في ذلك اليوم بالذات.

لا تنطبق قواعد الحس السليم و المنطق دائماً على العطل المتقطع للغاية. يمكن أن يكون سبب العطل بعض العيوب في المواد المُستخدَمة في الجهاز الميكانيكي أو العنصر الكهربائي. وقد لا يتم اكتشاف هذا النوع من العيوب أبداً. بالتالي، يجب على المهندس استخدام إستراتيجية جديدة كملاذ أخير. باختصار: **قُم بتغيير عنصر في الدارة التي يُشتبه أنها تسبب العطل**. يجب على مهندس الخدمة القيام ببعض التغيير (الواضح) في الدارة أو الجهاز المعني. فقد يقرر المهندس تغيير ريليه مشكوك فيه، أو ترانزستور، أو لوحة الدارة كاملة. يقوم المهندس في الواقع "بتخمين" بارع للسبب المحتمل للمشكلة.

يتم إنجاز اثنين من الأهداف الهامة عن طريق إجراء تغيير واضح في الدارة. أولاً، قد يقوم المهندس بمحض الصدفة بإصلاح المشكلة، والعطل المتقطع لن يحدث مرة أخرى. يحدث هذا في كثير من الأحيان وهذا هو السبب في أن تقنية تحديد الأعطال هذه مفيدة للغاية، على الرغم من أنها ملاذ أخير. ثانياً، إذا وقع العطل مرة ثانية، يكون مهندس الخدمة قد تخلص من أحد العناصر المحتملة، ويمكنه تحديد العطل بأرجحية أفضل قليلاً.

عندما يصل المهندس إلى نقطة استبدال كل عنصر في الدارة "بتهور" (دون منهجية) على أمل حل المشكلة، فقد يصبح الإصلاح مكلفاً بشكل لا مبرر له. لا ينبغي استخدام هذه التقنية اليائسة لتحديد الأعطال، ويُطلق عليها اسم الإصلاح من غير منهجية (تبديل العناصر عشوائياً) (shotgunning)، من قبل مهندس خدمة الأشعة السينية.

عزل (حصر) سبب العطل Isolating the Cause of the Failure

إذا كان مهندس الخدمة قادراً على إعادة إنتاج العطل، فإن الخطوة التالية في تحديد الأعطال هي عزل المنطقة الفعلية للمشكلة. ويتم هذا عادة من خلال تقسيم الدارات المعنية إلى قسمين أو "صندوقين (blocks)" متميزين ومن ثم حصر العطل في إحدى هذين الصندوقين. يبيّن الشكل رقم (٣٦) مخططاً صندوقياً نموذجياً لدارة أشعة سينية.

في معظم الأجهزة الإلكترونية، يتم إرسال أمر تحكم من قسم التحكم بالجهاز يؤدي بدوره إلى حدوث إجراءات محددة. يمكن أن تكون إشارة التحكم أمراً بسيطاً مُرسَلاً من مفتاح أو ريليه، أو سلسلة من الأوامر أكثر تفصيلاً مُرسلة من لوحة المعالجات الصغرية. على سبيل المثال، يجب على محرك الإمالة، في طاولة التصوير الشعاعي القابلة للإمالة، استقبال أمر القيادة قبل أن يبدأ المحرك فعلاً بإمالة الطاولة. وفي مثال آخر، يجب على مولد الأشعة السينية استقبال الأمر من دارة التحكم بالتعريض قبل البدء بالتعريض.

الشكل رقم (٣٦). المخطط الصندوقي لدارة أشعة سينية نموذجية.

يبين المخطط الصندوقي بالشكل رقم (٣٦) صندوقاً **لقفل النظام** يقع في المنتصف بين صندوق التحكم وصندوق العمل. وكقاعدة عامة، فإن معظم دارات الأشعة السينية تستخدم **أقفال سلامة** لضمان تشغيل الجهاز دون المخاطرة بتعريض التجهيزات، أو المريض، أو الكادر للخطر. قد يقع القفل في منطق التحكم، أو يقع فعلياً في الجهاز نفسه. تستخدم أنابيب الأشعة السينية **الأقفال الحرارية**، وعلى سبيل المثال، تلك التي تمنع التعريض إذا أصبحت درجة حرارة غلاف الأنبوب زائدة. بالإضافة إلى ذلك، فإن **أقفال الجزء الدوار**، الموجودة في كافة وحدات التحكم بالجزء الدوار، سوف تحجب التعريض إذا كان المصعد لا يدور. يحتوي مولد الأشعة السينية على **أقفال للتعريض** لا تسمح بحدوث التعريض إذا لم يتم تحقيق شروط معينة: مثل ما إذا كان باب غرفة التصوير الشعاعي مغلقاً أم لا؛ أو ما إذا كان هناك فيلم في المستقبل أم لا، أو إذا كان الأنبوب موضوعاً بشكل صحيح. وأخيراً، تحتوي طاولات الأشعة السينية التي يتم تحريكها بواسطة محرك على أقفال سلامة (أي، حساسات اصطدام) لا تسمح للمحرك بالتحريك إذا كان هناك شيء ما في مسار الطاولة.

من الناحية الفنية، تتألف معظم أقفال السلامة من مجموعة من تلامسات الريليه تم توصيلها بأسلاك على التسلسل مع مسار التحكم بالإشارة، بحيث "يفتح" مسار إشارة الأمر إذا لم يتم تحقيق شرط السلامة، ونتيجة لذلك، لن يكون هناك إمكانية للإشارة في الوصول إلى الجهاز المقصود. ونظراً لأن الأقفال تقوم بتعطيل وظائف المفاتيح بشكل فعال في تجهيزات التصوير الشعاعي، فإن هذا مكان واضح للبدء منه في تحديد الأعطال. وتلبية لطلب خدمة، ينبغي لمهندس الخدمة أولاً التحقق من أن جميع أقفال السلامة تعمل بشكل صحيح وأنها لا تسبب العطل في الواقع!

إذا لم يكن القفل سبب العطل، فيجب على المهندس أن يقرر ما إذا كان العطل بسبب وجود مشكلة في دارة التحكم أو مشكلة في دارة العمل. وعلى حد تعبير العديد من مهندسي الخدمة ذوي الخبرة "هل تم أمر الجهاز بالعمل أم لا؟" للقيام بذلك، ينبغي للمهندس البدء بأمر محدد ومن ثم التحقق لمعرفة ما إذا كان هذا الأمر قد وصل إلى الجهاز المناسب. وفي حالة الطاولة القابلة للإمالة، فإن الطريقة الجيدة لمهندس الخدمة قد تكون في تفعيل مفتاح الميلان بينما يراقب جهد محرك الإمالة وملاحظة ما إذا كان الأمر قد وصل هناك بالفعل. ومن خلال هذه الطريقة، يمكن عزل منطقة العطل في غضون دقائق قليلة.

إذا كانت الإشارة، في الواقع، تُقاس على المحرك، فإنه يتم عندئذ إلغاء جزء كبير من تلك الدارة ويستطيع المهندس البدء باختبار قسم قيادة المحرك. ولكن إذا كان الجهد غير موجود على المحرك، فيجب على المهندس عندئذ إيجاد النقطة التي تم قطع الإشارة فيها في مسار إشارة التحكم. في هذه الحالة، فإن هناك عدة طرق لتحديد الأعطال تعمل جيداً بالتساوي. يمكن لمهندس الخدمة البدء في القياس عند مصدر إشارة التحكم (أي، حيث يتم توليد إشارة الأمر)، ومن ثم إتباع مسار الإشارة على التسلسل حتى يتم فقدان الإشارة.

هناك طريقة أخرى تستخدم تكتيك "فرِّق تَسُدْ". يتم في هذه الطريقة فحص نقطة اختبار في الدارة تقع في المنتصف بين المحرك و "المصدر" لمعرفة ما إذا كانت الإشارة موجود هناك أم لا. إذا كانت موجودة، فقد تم إلغاء نصف الدارة بسرعة. والخطوة التالية هي إيجاد نقطة تقع في المنتصف بين نقطة الاختبار الجديدة والمحرك. وتستمر هذه العملية حتى يتم العثور على العنصر المعطوب. مرة أخرى، تعمل كل من هاتين الطريقتين بشكل جيد وتأخذ عادة نفس المقدار من الوقت.

إن إجراء تحديد الأعطال آنفاً واضح ومباشر نوعاً ما، ويمكن استخدامه لمعظم أجهزة العمل البسيطة الموجودة في غرفة التصوير الشعاعي، مثل الأجهزة التي لديها محركات أو أقفال كهرومغناطيسية. ولكن مولد الأشعة السينية أكثر تعقيداً من حيث التصميم ويتطلب إشارات دخل متعددة قبل أن يستجيب للعمل الصحيح (أي إنتاج إشعاع الأشعة السينية). ولإنتاج إشعاع الأشعة السينية، فإنه يجب تطبيق جهد الفتيل على الأنبوب، ويجب أن

يكون الجهد الأولي الصحيح موجوداً، ويجب أن تكون جميع شروط أقفال السلامة للمولد مُحققة. ويجب تحقيق هذه الشروط قبل "إطلاق" أمر التعريض من منطق التحكم بالتعريض. بعد أن يتم تحقيق شروط منطق التعريض، يتم إرسال أمر التعريض إلى دارة التحكم بالمؤقت الذي يشير، بدوره، إلى بدء التعريض.

إذا كان مولد الأشعة السينية يستخدم التحكم الرقمي، فلا بد من التحقق من إشارات دخل منطق التحكم بالتعريض لمعرفة ما إذا كانت موجودة أم لا. ويجب على مهندس الخدمة بعد ذلك التحقق لمعرفة ما إذا كان منطق التعريض يعطي على خرجه الإشارة الصحيحة لبدء التعريض. يتطلب تحديد أعطال هذه الدارات المعقدة معرفة مُعمَّقة بمولدات الأشعة السينية، ومن ثم ، يتم القيام به عادة بمساعدة من مهندس خدمة ذي خبرة.

هناك حالات أخرى من أعطال التجهيزات في غرفة التصوير الشعاعي التي تتطلب مهندساً ذا خبرة. على سبيل المثال، هناك أوقات تحدث فيها عدة أعطال في وقت واحد في دارات مختلفة، وتنتج نفس الأعراض. مع هذا النوع من الأعطال المتعددة، فإن أحد الأسباب التي تسهم في العطل قد لا يكشف عن نفسه حتى يتم تصحيح العطل الآخر أولاً. إن العطل الأول في الواقع "يحجب" العطل الثاني. إن تحديد وعزل هذا النوع من الأعطال المُركَّبة هو بالطبع أكثر صعوبة، ويمكن أن يكون محبطاً جدًّا لمهندس الخدمة. وعلى الرغم من أن الأعطال المتعددة تستغرق وقتاً طويلاً جداً، إلاّ أن المهندس يشعر بقدر كبير من الارتياح عندما يكون قادراً على حل مشاكل الأشعة السينية هذه الأكثر تعقيداً.

التحقق من سبب العطل Verifying the Cause of the Failure

عندما يكون الجهاز أو العنصر المُشتبه فيه بأنه السبب في العطل قد تم إيجاده، فلا بد أولاً من تنفيذ مهمة هامة قبل أن يستطيع المهندس البدء بالقيام بأية إصلاحات. يجب عليه أولاً التأكد من أن هذا العنصر بالذات هو، في الواقع، السبب المطلق للعطل. وينبغي ألا يكون هناك أي شك، على الإطلاق، في ذهن مهندسي الخدمة بأن إصلاح (أو استبدال) تلك العناصر بالذات سوف يحل، في الواقع، المشكلة تماماً.

لتحقيق هذا المستوى العالي من الثقة، يجب على المهندس أن يحاول محاكاة وظيفة العنصر المُشتبه أنه السبب في العطل باستخدام بعض "حيل" تحديد الأعطال الإلكترونية الشائعة. وهنا، "يُقلِّد" المهندس إلكترونياً الوظيفة الدقيقة للمكّون المعطوب باستخدام "حيل" تحديد الأعطال هذه لمعرفة ما إذا كانت الدارة تعمل بشكل صحيح. إذا عادت الدارة إلى العمل بشكل طبيعي، يمكن للمهندس أن يكون واثقاً بأن العنصر المُشتبه به معطوب بالفعل. تعمل تقنية تحديد الأعطال هذه بشكل جيد مع معظم المكونات الفعالة مثل المفاتيح، والريليهات، والترانزستورات، والبوابات المنطقية.

إن إحدى الحيل شائعة الاستخدام في مجال الإلكترونيات هي استخدام أسلاك التجسير (العبور jumper) (مع مساري ذات مشابك) لتجاوز العنصر المُشتبه به تماماً. من خلال وضع سلك تجسير على طرفي نقاط اتصال العنصر المتضرر (أي على التوازي)، فإن المهندس "يحتال على" الدارة بحيث يبدو العنصر وكأنه يعطي على خرجه الإشارة المطلوبة. تعمل هذه التقنية بشكل جيد مع المفاتيح، وتلامسات الريليه، وأية أقفال يتم فحصها. إذا بدأ الجهاز بالعمل بشكل صحيح عندما يكون سلك التجسير في مكانه، فإنه يتم التأكيد بدرجة عالية من الثقة على أن العنصر معطوب.

كما تبين آنفاً، فإن سلك التجسير البسيط يمكن أن يكون أداة تحديد أعطال قيِّمة (وغير مكلفة) لمهندس الخدمة. هناك "حيلة" أخرى مُستخدمة من قبل المهندسين ذوي الخبرة وهي حقن الإشارة الصحيحة بشكل اصطناعي عند مدخل أو مخرج العنصر المشتبه به. تجعل هذه التقنية العنصر المشتبه به يبدو وكأنه يعمل بحيث يمكن اختبار بقية الدارة. يستخدم مهندسو الخدمة هذه التقنية بنجاح لتحديد الأعطال عند اختبار الدارات المنطقية الرقمية.

على سبيل المثال، بفرض أنه يجب على بوابة منطقية إعطاء إشارة "عالية" المستوى على خرجها (على سبيل المثال، +٥ فولت مستمر أو +١٥ فولت مستمر) لتمكين الدارات الأخرى من العمل. ولكن بدلاً من ذلك، تعطي البوابة على خرجها إشارة "منخفضة"، وبالتالي، فهي مشتبه بها. يستطيع المهندس، في هذه الحالة، حقن إشارة عالية المستوى في الواقع عند خرج البوابة. إذا بدأت الدارة تعمل بشكل صحيح، فإنه يتم التأكيد على أن العنصر المشتبه به معطوب، وبالإضافة إلى ذلك، سوف يعرف المهندس أن بقية الدارة تعمل. عند استخدام هذه التقنية، يقول مهندسو الخدمة أنهم يجعلون نقطة الاختبار عالية. وعلى العكس، يتم الإشارة إلى حقن إشارة "منخفضة" على أنه يتم جعل نقطة الاختبار منخفضة.

لإجبار دخل أو خرج على تغيير حالاته، يستطيع مهندس الخدمة استخدام سلك التجسير اليدوي مرة أخرى. ولجعل الخرج "عالي"، يشبك المهندس أحد جوانب سلك تجسير الاختبار إلى التغذية +٥ فولت (أو +١٥ فولت) ومن ثم يلامس الجانب الآخر من سلك تجسير الاختبار مع رجل خرج العنصر الذي يتم فحصه. يتم في العديد من لوحات الدارات وبشكل مريح توفير نقطة اختبار +٥ فولت مستمر (أو +١٥ فولت مستمر) لأغراض الاختبار. يتم استخدام نفس التقنية للحصول على حالة منطقية منخفضة، إلاّ أنه يتم وصل مسرى التجسير الآن إلى نقطة الصفر فولت أو نقطة الأرضي.

يجب تنفيذ تقنية حقن الإشارات هذه فقط من قبل شخص خدمة ذي خبرة وخلفية قوية بالإلكترونيات. وبسبب التكلفة العالية للوحات الدارات وحساسية المكونات المُستخدمة في اللوحات، ينبغي اتخاذ الحذر الشديد عند حقن الإشارات. ويمكن لحقن الجهد عند النقطة الخاطئة أن يلحق الضرر أيضاً بالمكونات الأخرى في الدارة.

بالإضافة إلى ذلك، قد تكون هناك مشاكل متعددة في لوحة الدارة والتي من شأنها أن تفسد النتيجة التي تم الحصول عليها باستخدام تقنية تحديد الأعطال هذه. على سبيل المثال، يمكن أن يتضرر عنصر ثان في اللوحة، مما يؤدي إلى إظهار خرج العنصر الذي يتم فحصه وكأنه لا يعمل بشكل صحيح. مرة أخرى، فإن مهندس الخدمة ذا الخبرة هو وحده القادر على حل المشاكل المُركّبة من هذا النوع.

إن الاختبار الحقيقي الذي يؤكد على أنه تم العثور على سبب العطل هو عندما يستبدل مهندس الخدمة العنصر بالفعل. ومن خلال العنصر الجديد في مكانه، ينبغي للمهندس ملاحظة تغيير جذري في عمل الدارة. وإذا كانت الدارة تتصرف بطريقة مشابهة بعد تركيب العنصر الجديد، فإن هذا يشير إلى أنه تم استبدال العنصر الخطأ وينبغي للمهندس الاستمرار بتحديد عطل الدارة. يجب على المهندس مراقبة عمل الدارة قبل وبعد الإصلاح ليؤكد فعلاً أنه قام بتشخيص المشكلة بنجاح.

تنفيذ الإصلاحات Performing Repairs

عندما يتم تحديد العطل بشكل صحيح وتكون قطع الغيار، إذا لزم الأمر، "في متناول اليد"، يمكن للمهندس البدء في إصلاح التجهيزات. وكقاعدة عامة، ينبغي للإصلاح أن يكون الجزء الأسهل في طلب الخدمة. ينبغي للمهندس الذي لديه مهارات إلكترونية جيدة، وإمكانية ميكانيكية مناسبة، وقدرة على التفكير السليم أن يكون قادراً على تنفيذ معظم الإصلاحات. وبعد الانتهاء من العمل، فإن إجراء اختبار إضافي سوف يؤكد أنه تم تنفيذ الإصلاح بشكل صحيح.

ينبغي لجميع مهندسي الخدمة معرفة كيفية تنفيذ الإصلاحات على مستوى العنصر. وهنا، فإن تقنية اللحام/فك اللحام الجيدة ضرورية بالفعل من أجل أن يكون الإصلاح فعالاً. وفي كثير من الأحيان، يمكن للعنصر الذي يتم استبداله أن يتضرر إذا تم تسخينه لفترة من الزمن بواسطة جهاز اللحام. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لحرارة جهاز اللحام بسهولة إلحاق الضرر بأرضية لوحات الدارات أو إذابة المادة العازلة للأسلاك الموجودة في منطقة الإصلاح. وبما أن هذا يأتي بنتائج عكسية على الإصلاح، فإنه ينبغي للمهندس أن يكون دائماً على علم بمقدار الحرارة التي يتم تطبيقها على العنصر أو الدارة. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي استخدام المصارف الحرارية، وقواعد الدارات المتكاملة (IC) عند استبدال المكونات الإلكترونية الحساسة.

هناك مناسبات يضطر فيها مهندس الخدمة إلى **تعديل** دارة خلال عملية الإصلاح من أجل تشغيل الجهاز. إن التعديل الميداني هو تغيير مادي للدارة الأصلية يتم تنفيذه في الموقع. يضطر المهندس عموماً إلى تعديل دارة إذا كان لا يستطيع الحصول على قطع الغيار اللازمة لإصلاح الجهاز. وقد يقوم المهندس أيضاً بتعديل دارة قرر أنه ليس هناك حاجة لها من أجل تركيب معين، أو قد يقوم بتعطيل دارة "لم تعمل أبداً بشكل صحيح فعلاً".

بالإضافة إلى ذلك، إذا كانت تكلفة قطع الغيار باهظة، فقد يقرر أخصائي الأشعة عدم إصلاح الجهاز وأنه ببساطة لن يستخدم تلك الوظيفة الخاصة من وظائف الأشعة السينية بعد الآن. في هذه الحالة، يجب على المهندس تجاوز الدارة المعنية تماماً.

وبالتالي، يقوم مهندسو الخدمة بتنفيذ التعديلات الميدانية على أساس منتظم. هناك تحذير ينبغي ذكره فيما يتعلق بتعديلات التجهيزات. لأسباب كثيرة ومهمة، يجب إخطار معظم مُصنِّعي تجهيزات التصوير الشعاعي قبل إجراء أي تعديلات على تجهيزاتهم. وكقاعدة عامة، فإن أي تعديلات ميدانية غير موافق عليها يتم إجراؤها على التجهيزات الجديدة سوف يبطل فوراً ضمان المُصنِّعين لتلك التجهيزات. وعلاوة على ذلك، إذا ما أصيب المريض أو أحد أعضاء الكادر أثناء استخدام التجهيزات المُعدَّلة، فإن الصانع لن يكون مسؤولاً قانونيًّا عن الأضرار ويمكن مقاضاة مهندس الخدمة الذي قام بتنفيذ التعديل بدون موافقة خطية.

يجب على مهندس الخدمة أن يكون على بينة من العواقب التي يمكن أن تنجم عن هذا التعديل الميداني. بعد أن يتلقى المهندس الموافقة المكتوبة على التعديل الميداني (للتجهيزات الجديدة) أو يقرر بأنه يمكن إجراء التعديل دون أي تخفيض في الأداء (أو السلامة!)، فإنه يستطيع عندئذ إجراء التعديل. عند الانتهاء من التعديل، يجب على المهندس القيام بتسجيل ما تم فعله للجهاز بالضبط.

إذا عدَّل المهندس إحدى الدارات، فإنه يجب عليه توثيق التعديل في كتيبات الخدمة. يتضمن التوثيق الصحيح وصفاً كاملاً للتغيير مع الرسوم التفصيلية المرافقة له. ومن خلال توثيق تعديل الدارة، فإن المهندس ينفِّذ عمله على نحو مسؤول بحيث يكون أي شخص يحاول خدمة هذه التجهيزات في المستقبل على علم بأن هذه التجهيزات قد تم تعديلها في الواقع.

بدون التوثيق الصحيح، فإن مهندس الخدمة (غير الشخص الذي أجرى "التعديل") لن يكون قادراً على القيام بتحديد العطل بشكل صحيح لأن المخططات التوضيحية الأصلية لم تعد صحيحة. وفي كثير من الأحيان، يحاول المهندس تحديد عطل الدارة لعدة ساعات لأنه يبدو أنها لا تعمل بشكل صحيح، ليكتشف فقط في وقت لاحق أنه تم تعديلها، وأنها تعمل بالطريقة المطلوبة منها. يجب على مهندس الخدمة المُحبَط للغاية البدء بعدئذٍ بتحديد عطل المشكلة الأصلية من جديد.

اختبار التجهيزات Equipment Testing

عند الانتهاء من الإصلاح، يجب على مهندس الخدمة اختبار وظائف نظام الأشعة السينية بشكل كامل. لا ينبغي أن يقتصر الاختبار النهائي فقط على الجهاز الذي تم إصلاحه؛ لأن معظم الأجهزة الفردية في الغرفة متصلة مع بعضها بعضاً لتشكيل نظام الأشعة السينية. ينبغي أن يؤكد الاختبار صحة تشغيل الجهاز الذي تم إصلاحه،

بالإضافة إلى أقفال النظام التي قد تكون ذات صلة بوظائف الجهاز. على سبيل المثال، إذا تم إصلاح دارة قيادة محرك البوكي، فإنه ينبغي للمهندس اختبار تشغيل البوكي باستخدام تعريضات أشعة سينية للتأكد من أن أقفال التعريض تعمل بشكل صحيح.

إن القدر الأكبر من الطلبات المتكررة للخدمة سببه مهندس الخدمة الذي لم يختبر النظام بشكل كامل بعد إجراء الإصلاح. إن السبب في اختبار جميع وظائف نظام الأشعة السينية بعد الإصلاح، بما في ذلك تلك الوظائف التي لا علاقة لها على الإطلاق في الدارة التي تم إصلاحها، هو جزئياً نتيجة للتصميم المُدمج لتجهيزات التصوير الشعاعي الحالية. إن الحقيقة بأن المكونات الداخلية موضوعة بجانب بعضها بعضاً بشكل قريب جداً كثيراً ما تجعل من الصعب تنفيذ الإصلاحات.

يجب عادة تحريك أو فصل مجموعة من الأسلاك للكشف عن الدارة التي يجب إصلاحها. وفي الواقع بالنسبة لبعض الإصلاحات، فقد يجب نزع مجموعة رئيسية بالكامل من خزانة الجهاز قبل التمكن من الوصول إلى العنصر المعطوب. علاوة على ذلك، عند العمل في مساحات ضيقة، يمكن للمهندس عن غير قصد تعطيل دارة لا علاقة لها دون أن يدري.

ينبغي لهذه المعلومات أن لا تفاجئ قارئ هذا الكتاب. إن المشاكل التي يسببها المهندس (أي، "المشاكل الناجمة عنه") تحدث بانتظام في مجال خدمة الأشعة السينية، كما هو الحال في جميع المهن الخدمية الأخرى. ومع ذلك، إذا فحص المهندس كل وظيفة في نظام الأشعة السينية قبل أن يغادر الموقع، سيتم اكتشاف معظم هذه المشاكل الثانوية وتصحيحها فوراً. وعلى الرغم من أن اختبار جاهزية العمل قد يستغرق عدة دقائق لإنجازه، إلا أن العديد من المهندسين لا يقومون بإجراء هذه الفحوصات. ونتيجة لذلك، يقوم نفس هؤلاء المهندسين أيضاً بتنفيذ الكثير من طلبات الخدمة المتكررة.

تسلسل تحديد الأعطال Troubleshooting Sequence

باختصار، إن تسلسل تحديد الأعطال الذي يجب أن يتبعه مهندس الخدمة من أجل حل أعطال الأشعة السينية بنجاح هو على النحو التالي:

١- اجمع أكبر قدر من المعلومات الممكنة عن العطل.
٢- أعد إنتاج العطل.
٣- حدد العطل على مستوى العنصر.
٤- تحقق من أن العنصر المشتبه به معطوب بالفعل.
٥- تأكد من أن العنصر الجديد يعمل بشكل صحيح.
٦- اختبر جميع وظائف نظام الأشعة السينية.

obeikandi.com

الأعطال الشائعة في تجهيزات التصوير الشعاعي
Common Failures With Radiographic Equipment

هناك العديد من الطرق المختلفة التي قد يتعطل من خلالها جهاز التصوير الشعاعي. إن أية محاولة لوصف الأعطال العديدة التي يمكن أن تحدث في تجهيزات التصوير الشعاعي قد تملأ مجلدات عديدة طويلة وشاقة وببساطة لن يكون عملياً. ومع ذلك، بما أن أحد الأهداف الرئيسية لهذا الكتاب هو إعداد الطالب الذي سيبدأ قريباً وظيفة في هذا المجال، فإنه سيتم وصف بعض الأمثلة المحددة عن أعطال التجهيزات في الصفحات التالية.

إن الأعطال "العامة" (generic) الموضحة أدناه تحدث عادة في جميع أصناف تجهيزات التصوير الشعاعي وكل مهندس خدمة سيواجه في أوقات مختلفة معظم هذه الأعطال خلال حياته المهنية. إن هذه المعلومات، بالإضافة إلى أسس الأشعة السينية والتصوير التي تم تقديمها ضمن هذا الكتاب، تجعل مهندس الخدمة قادراً على تحديد الأعطال بثقة وإصلاح أي عطل يمكن أن يحدث في تجهيزات التصوير الشعاعي.

أعطال وحدة التحكم بالأشعة السينية Failures with the X-ray Control

تنظم وحدة التحكم بالأشعة السينية إنتاج إشعاع الأشعة السينية. كما تتحكم بالعديد من الوظائف الأخرى في غرفة التصوير الشعاعي. على سبيل المثال، إن دارات سلامة الأنبوب، وجميع أقفال الأشعة السينية، والتحكم بالجزء الدوار، والـ AEC هي وظائف يتم القيام بها من قبل وحدة التحكم بالأشعة السينية. إنها "دماغ" مولد الأشعة السينية. ومن ثم ، فإن الأعطال التي يمكن أن تحدث في وحدة التحكم قد تؤثر على العديد من الأجهزة الأخرى في النظام. ولكن النقاش هنا سوف يكون مقتصراً على أعطال محددة في إشعاع الخرج والتي تنتج عن عطل في وحدة التحكم بالأشعة السينية.

إن العطل الأكثر تدميراً لوحدة التحكم هو عندما لا يكون هناك إشعاع يتم إنتاجه، ولذا فإننا سوف نبدأ مناقشتنا من هنا. من أجل إنتاج إشعاع الأشعة السينية، فإن هناك حاجة إلى ثلاثة عناصر (على افتراض أن أنبوب الأشعة السينية جاهز للعمل): الجهد العالي، أو الـ kVp؛ تيار الأنبوب، أو الـ mA؛ وإشارة بدء التعريض. إذا كانت إحدى هذه الإشارات مفقودة، فإن إنتاج الأشعة السينية لن يحدث. وسندرس أولاً أعطال الـ kVp.

الأعطال الشائعة للـــ kVp

تستخدم جميع مولدات الأشعة السينية محولاً آلياً للتحكم بالـ kVp. يأخذ "المحول الآلي" جهد الخط الوارد المُقدَّم من شركة الكهرباء، ويعطي " نقاط خروج taps" متعددة لجهد الخرج يتم استخدامها لتغيير الجهد الأولي. يختار المُشغِّل إعدادات الـ kVp المطلوبة على منصة التحكم التي، بدورها، تقوم بتفعيل نقطة الخرج المطلوبة في "المحول الآلي". ترسل نقطة الخرج التي تم اختيارها الجهد الأولي المناسب إلى محول الجهد العالي لإنتاج الـ kVp المطلوب.

وكما ورد في الفصل الثالث، يتم تركيب مفتاح خاص يسمى الموصِّل (كونتاكتور) الأولي (primary contactor)، على التسلسل مع الدارة الأولية. يتم إغلاق الموصِّل الأولي عند بدء التعريض لتقديم الجهد الأولي الذي تم اختياره إلى الملفات الأولية لمحول الجهد العالي. إن الموصِّل النموذجي مصنوع من اثنين من الـ SCR (مقوِّم ذو تحكم سيليكوني) "الموصولة بعكس بعضها"، على الرغم من أن بعض مولدات الأشعة السينية القديمة قد لا تزال تستخدم "الموصِّل" الضخم ذا الريليه أو الثيراترونات (thyratrons) لتحويل الأولي.

يتم تشغيل الموصِّل الأولي من خلال أمر بدء التعريض. إن أمر بدء التعريض الذي ينشأ من القبضة اليدوية (handswitch) للمُشغِّل، يمر عبر منطق التحكم ودارات المؤقت، وأخيراً إلى الموصِّل الأولي. وعلى الرغم من أن الدارة الأولية بسيطة جداً من حيث التصميم، إلاّ أنها تعاني من بعض الأعطال الشائعة بسبب سنوات الاستخدام.

ونظراً لأنه يمكن أن يمر ما يقارب الـ ٣٠٠ أمبير (بشكل لحظي) من خلال مكونات الدارة الأولية، فمن المعقول الافتراض أنها ستعاني من الأعطال مع مرور الوقت. عند حدوث عطل في هذه الدارة، فإن العديد من مشاكل الجهد العالي سوف تنتج.

عند تحديد الأعطال، ينبغي للمهندس فحص المكونات الفعالة في الدارة الأولية. ويشمل هذا: **موصِّل الخط؛ موصِّل السلامة، والمفاتيح الميكانيكية للـ kVp الرئيسي والـ kVp الثانوي، ودارة الموصِّل الأولي**. بالإضافة إلى ذلك، يجب التحقق من سلامة كافة التوصيلات في الدارة الأولية من قبل المهندس. يشكل السلك الأولي المفكوك وصلة مقاومة بشكل متقطع تؤثر بشكل مباشر على الجهد الأولي، وبالتالي على خرج الأشعة السينية.

يتم تغذية موصِّل الخط بالطاقة عند تشغيل وحدة الأشعة السينية، ويبقى في حالة تغذية على مدار اليوم حتى يتم إطفاء الوحدة. وبناءً على ذلك، سوف تظهر علامات الاستهلاك بعد بضع سنوات من الاستخدام. وعلى وجه التحديد فإن التلامسات المُستخدمة في خط الموصِّلات تصبح محروقة ومُحفَّرة نتيجة التعرض لتيارات الدارة الأولية العالية للغاية. تصبح التلامسات المتضررة مقاومة بشكل متقطع، وتؤدي إلى تأرجحات في الجهد الأولي. وإذا تأرجح الجهد الأولي، فسوف يتأرجح الـ kVp بطريقة مماثلة.

ينبغي للمهندس فحص هذه التلامسات بشكل روتيني أثناء الصيانة الوقائية. إذا تم الاكتشاف بأن هذه التلامسات تعاني من أضرار طفيفة، فإنه يمكن إصلاحها بسهولة. ويمكن للمهندس صقل، أو تلميع وتنظيف التلامسات بعناية لتجديد سطوح التلامس. وإذا كانت التلامسات مُحفَّرة بشدة، فإنه ينبغي استبدالها وذلك لتجنب المزيد من المشاكل.

يمكن لنفس النوع من عطل التلامس أن يحدث مع **موصِّل السلامة والمفاتيح الميكانيكية لنقاط خروج الـ kVp**. يوجد موصِّل السلامة في معظم وحدات التحكم بالأشعة السينية ويتم تركيبه مباشرة على التسلسل مع

الموصّل الأولي. يفتح موصِّل السلامة الدارة الأولية إذا تم اكتشاف عطل في دارة السلامة. كما تقوم حالات العطل مثل الـ **mA الزائد للأنبوب** (تيار الأنبوب)، أو **التقنية التي تتجاوز معدل طاقة المولد**، أو **عطل الفتيل** بتفعيل موصِّل السلامة، ونتيجة لذلك، سوف يمنع إنتاج الأشعة السينية. يخضع موصِّل السلامة لنفس التيارات بالضبط التي يخضع لها الموصِّل الأولي، وبالتالي يتعطل بنفس الطريقة.

تصبح التلامسات الداخلية لمفاتيح نقاط خروج الـ kVp، التي يتم استخدامها بشكل شائع في المولدات أحادية الطور، محروقة ومُحفَّرة أيضاً مع مرور الوقت. عادة ما يظهر العطل أولاً على قيمة الـ kVp الأكثر استخداماً فقط. إذا راقب المهندس خرج هذه المفاتيح (أي الجهد الأولي)، فسوف يلاحظ انخفاضاً كبيراً في الجهد الأولي عند اختيار نقطة الخرج (أو لن يكون هناك جهد على الإطلاق). عندما تتعطل مفاتيح نقاط الخروج، فإنه لا يمكن إصلاحها في الموقع، ومن ثم ، يجب استبدالها.

هناك عطل آخر شائع في الدارة الأولية يحدث مع موصِّلات الـ SCR الأولية. يمكن لدارة الـ SCR أن تتعطل بعدة طرق لتسبب مشاكل مختلفة للـ kVp. إذا أصبح أحد الـ SCR's الموصولين بعكس بعضهما بعضاً مقصوراً، فسوف يكون هناك جهد عالٍ على الأنبوب فوراً عند إغلاق موصِّل السلامة. وبما أنه لا يمكن التحكم بالتعريض من خلال SCR مقصور، فسيتم إصدار إشعاع من أنبوب الأشعة السينية إلى أن "يفتح" موصِّل السلامة.

قد تؤدي هذه الحالة الخطيرة بالمريض إلى الحصول على كمية زائدة من الإشعاع. ولمعالجة هذه المشكلة، يقوم العديد من المُصنِّعين بإدراج دارة لكشف عطل الـ SCR في مولدات الأشعة السينية الخاصة بهم. يراقب منطق التعريض في هذه الدارات باستمرار حالات قصر الـ SCR's. فإذا انهار أحد الـ SCR's، يقوم المنطق بمنع التعريض.

إذا كان أحد الـ SCR's "مفتوحاً" فإن نصف دورة فقط من كل دورة AC (تيار متناوب) سوف يصل إلى أولي محول الجهد العالي. ينتج عن هذا العطل حالة تُسمى **التموج النصفي** (half-waving). إذا كان أولي محول الجهد العالي (HVT) يتلقى على التتابع فقط التغيرات الموجبة (أو السالبة) لدورة الـ AC (أي نصف الموجة الجيبية)، فسوف يتدفق تيار زائد من خلال المحول مما يتسبب في انهيار قاطع الخط.

ينتج التيار الزائد عن ظاهرة تحدث في كل المحولات ذات النواة الصلبة، وتدعى **تشبُّع النواة**. ينبغي عموماً لنواة المحول، المصنوعة عادة من الحديد، أن تستقبل نبضات متتالية متعاكسة في القطبية- على سبيل المثال، نبضة موجبة تليها نبضة سالبة- لتعمل بشكل صحيح. إذا استقبل المحول نبضتين متتاليتين لهما نفس القطبية، فسوف تصبح النواة مُشبَّعة ولن يعمل المحول بشكل صحيح. إن الوظيفة الوحيدة لدارات ذاكرة النواة، التي تقع في دارات المؤقت، هي التأكد من أن كل تعريض يبدأ عند القطبية الصحيحة (انظر الفصل الأول).

إن سبب إشباع النواة له علاقة بالتيارات الدوَّارة (eddy) التي تتدفق خلال نواة المحول. عندما تكون النواة مُشبَّعة، تصبح ناقلة للغاية، مما يسبب تدفق تيارات زائدة خلال النواة، بدلاً من تدفقها خلال الملفات الثانوية. يقوم التيار العالي المتدفق خلال النواة بتحميل خط الطاقة بشكل كبير مما يؤدي إلى حدوث تعريض غير منتظم. ولكن في معظم الأوقات، يؤدي التحميل الكبير ببساطة إلى فصل قاطع دارة الخط الرئيسي.

هناك علامة منبهة للمحول بأنه يعاني من إشباع النواة وهي صوت أزيز عالٍ جداً يمكن سماعه قادماً من المحول. ومع ذلك، يتم التعرف بسهولة على التموج النصفي من خلال مراقبة الجهد الأولي في المحول بواسطة راسم إشارة (راسم ذبذبات). عندها يكون إما نصف الموجة الموجب أو السالب لدورة الـ AC مفقوداً من شكل الموجة على الراسم.

هناك عطل آخر في دارة الموصِّل الأولي يحدث في دارة التحكم ببوابات الـ SCR's. يتم إرسال نبضات البوابة من وحدة التحكم بالمؤقت لتشغيل الـ SCR's لبدء التعريض. يجب أن تشير الـ SCR's على وضع "تشغيل "on"" من خلال منطق التحكم بالزمن لبدء التعريض. ومن ثم ، فإن العطل في دارة التحكم بالبوابة يسبب العديد من أعطال الأشعة السينية.

إن العطل الكامل لدارة التحكم بالبوابة، حيث لا يتم إنتاج نبضات توقيت، لن ينتج عنه حالة تعريض. يتم تشخيص هذا العطل بسهولة بواسطة راسم إشارة موصول إلى خرج دارة نبضات البوابة. يحدث العطل الآخر للتحكم بالبوابة والذي غالباً ما يكون أكثر صعوبة للتشخيص عندما تكون نبضات البوابة موجودة، ولكنها ذات مطال أو عرض نبضة خاطئ، أو موقوتة بشكل غير صحيح. يصبح هذا أكثر أهمية أيضاً في الوحدات ثلاثية الطور وذات التردد العالي.

الأعطال الشائعة للميلي أمبير (mA)

يتم إنجاز التحكم بالـ mA من خلال توفير جهد مُنظَّم إلى حد كبير إلى الملفات الأولية لمحول الفتيل، الذي يقع في وحدة محول جهد العالي. يقوم **المحول المثبت لتيار الفتيل** الموجود في خزانة التحكم بالأشعة السينية بتوفير هذه التغذية المُنظَّمة.

عندما يتم اختيار قيمة للـ mA، يتم إرسال جهد محدد من "مثبت التيار" من خلال مقاومات ضبط الـ mA، إلى الملف الأولي لمحول الفتيل. يكون تيار الملف الثانوي للفتيل، خلال التعريض، في المجال من ٤- ٥,٥ أمبير، وهو ما يمثل حملاً كبيراً على التغذية. يتم استخدام المحول المثبت للتيار لضمان بقاء جهد الفتيل، و بالتالي تيار الفتيل ثابتاً خلال التعريض. يضع الحفاظ على هذا الخرج المُنظَّم مطلباً كبيراً على مثبت التيار. ومن ثم ، يمكن للمحولات المُثبِّتة لتيار الفتيل أن تتعطل خلال فترة من الزمن ويجب استبدالها.

أعطال التحكم بالزمن

تؤدي دارات التحكم بالزمن عدة وظائف. إنها تعطي بداية التعريض من خلال **أمر بدء التعريض**، وتتحكم بزمن التعريض، كما إنها تراقب تغيرات الخط لدارات ذاكرة النواة. وكقاعدة عامة، فإن لوحة المؤقت في أي مولد لديها معدل أعطال منخفض جداً ونادراً ما يتم إصلاحها. على عكس أعطال دارات ذاكرة النواة التي تتسبب في ظاهرة التموج النصفي المذكورة أعلاه، فإن المؤقت يمكن أن يتعطل ولكن هذا نادر الحدوث.

أعطال وحدة محول الجهد العالي Failures with the High Voltage Transformer Unit

إن الوظيفة الرئيسية لوحدة محول الجهد العالي هي "رفع" الجهد الأولي الوارد الذي تم اختياره إلى جهد عالٍ يتم بعد ذلك تقويمه (تحويله إلى تيار مستمر (DC)) وتطبيقه على أنبوب الأشعة السينية. والوظيفة الثانية المهمة هي خفض الجهد الأولي الذي تم اختياره للفتيل إلى المستوى الذي يمكن فيه تطبيقه على فتائل أنبوب الأشعة السينية. وهكذا، فإن العناصر الرئيسية داخل وحدة محول الجهد العالي هي **محول الجهد العالي** (رفع)، **وديودات (ثنائيات) المقوِّم**، **ومحول الفتيل** (خفض).

يمكن لأي من هذه المكونات أن يتعطل خلال حياة تجهيزات الأشعة السينية. وعلى الرغم من أن هناك عدداً قليلاً فقط من العناصر ذات الصلة، إلاّ أن الأعطال هنا غالباً ما تكون صعبة التشخيص والإصلاح. علاوة على ذلك، فإن تقنيات تحديد الأعطال للمهندس محدودة للغاية، بسبب الجهود الخطيرة الكامنة الموجودة في وحدة المحول. ولتعقيد الأمور إلى أبعد من ذلك، فإن العناصر في وحدة المحول مغمورة تماماً بزيت عازل داخل خزان محكم الإغلاق. وبناء على ذلك، فإن خدمة المكونات الداخلية لوحدة المحول هي ليست ممارسة شائعة في طلب الخدمة الروتيني.

ولذلك يجب على المهندس الاعتماد على القياسات التي يتم إجراؤها من الخارج لتشخيص المشاكل في هذه المنطقة. إن المفتاح لحل مشاكل الجهد العالي هو امتلاك القدرة على التعرف على الأعراض المختلفة لأعطال وحدة محول نموذجية. يجب على المهندس بسرعة أيضاً استبعاد أية تأثيرات لأنبوب الأشعة السينية أو كابلات الجهد العالي من أجل عزل وحدة المحول كسبب للعطل (انظر الأقسام التالية).

إن العنصرين المعنيين مباشرة في إنتاج الجهد العالي في وحدة المحول هما محول الجهد العالي (HVT) وديودات قضيب التقويم. ونظراً لأن محول الجهد العالي، في حدِّ ذاته، نادراً ما يتعطل، فقد يكون آخر عنصر يتم الشك فيه عند تشخيص عطل الجهد العالي. ولكن ديودات "قضيب" التقويم تتعطل عادة بطريقتين.

openkandil.com

إن "قضيب" التقويم مصنوع من عدة ديودات جهد عالي ملحومة مع بعضها البعض على التسلسل على لوحة دارة تشبه في مظهرها مسطرة قياس اليارد العامة. تشكل أربعة من هذه "القضبان" دارة مقوِّم جسري لموجة كاملة في المولدات أحادية الطور. عندما تتعطل، يصبح قضيب التقويم إما "مفتوحاً" و إما "مقصوراً".

يتم اكتشاف قضيب التقويم المقصور بسهولة بسبب التأثيرات الشديدة التي يسببها. إن أية محاولة تعريض مع قضيب تقويم مقصور تنتج دويّاً عالياً جداً ينشأ من داخل المحول. وفي الواقع، فقد تهتز وحدة المحول بأكملها فعلاً إذا كانت تقنية التعريض عالية بما فيه الكفاية. والسبب وراء رد الفعل الشديد هو أن القضيب المقصور سوف يسبب قِصراً مباشراً على طرفي ثانوي محول الجهد العالي خلال إحدى نصفي موجة الجهد الأولي المتناوب. بعد ملاحظته، وهناك حاجة لمحاولة تعريض واحدة فقط، يستطيع مهندس الخدمة وقف تحديد الأعطال وإعداد طلب لمجموعة جديدة من القضبان (ينبغي تجاهل أنبوب الأشعة السينية والكابلات على أنهما السبب في هذه المرحلة). ينبغي استبدال المجموعة الكاملة لديودات المقوِّم لأن الديودات الأخرى قد تكون تضررت خلال العطل.

إذا كانت الديودات في القضيب "مفتوحة"، فإنه يتم ملاحظة أعراض مختلفة تماماً. في هذه الحالة، يصل نصف موجة فقط من دورة الـ AC إلى أنبوب الأشعة السينية. خلال التموج النصفي لأنبوب الأشعة السينية، فإنه يتم فقط تحقيق نصف الـ mA الذي تم اختياره. ولن يكون هناك أي صوت أو عمل يمكن ملاحظته للإشارة إلى أن أحد القضبان مفتوح. يقوم أخصائي الأشعة بإعداد طلب خدمة يشكو فيه من أفلام أقل تعريضاً عند استخدام تقنية تعريض يدوية.

يمكن لمهندس الخدمة التعرف بسهولة على القضيب المفتوح بواسطة طريقتين. إن الطريقة الأبسط للمهندس هي مراقبة مقياس الـ mA في لوحة التحكم بالأشعة السينية. إذا كان معروفاً أن الوحدة مُعايَرة، فإن قراءة لنصف الـ mA الذي تم إعداده بالضبط يمكن أن تشير إلى قضيب مفتوح. ولتأكيد هذه الحقيقة، ينبغي للمهندس رؤية شكل موجة الجهد العالي للتحقق من التموج النصفي.

وقبل الاستنتاج بأن القضيب مفتوح فعلاً، ينبغي للمهندس القيام باختبار آخر. يمكن أن يكون العطل ذا صلة بمشكلة في الدارة الأولية للتحكم بالأشعة السينية (انظر أعطال التحكم بالأشعة السينية). إذا كان الأولي صحيحاً، يستطيع المهندس عندئذ أن يطلب بثقة قضيب تقويم جديد.

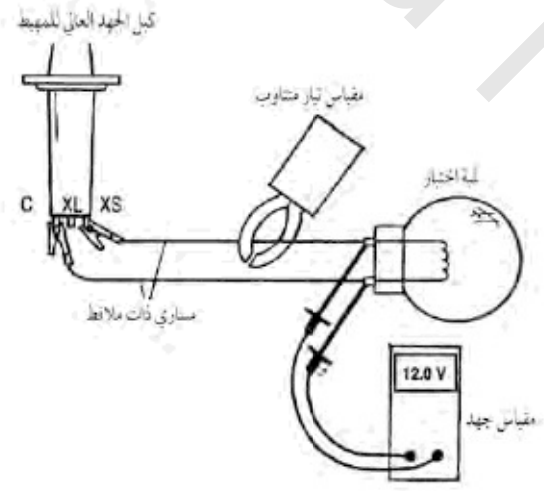
إن العنصر الرئيسي الآخر الذي يمكن أن يتعطل في وحدة المحول هو **محول الفتيل**. ينبغي أن يعطي محول الفتيل على خرجه جهداً في المجال من ٨- ١٢ فولت، اعتماداً على نوع الأنبوب المُستخدم والـ mA الذي يتم اختياره في لوحة التحكم. إن مخطط معدل طاقة الأنبوب المُقدَّم مع أنبوب الأشعة السينية يذكر هذه الجهود. والأهم

من ذلك، يجب أن يكون تيار ثانوي المحول في المجال من ٤- ٥,٥ أمبير، اعتماداً مرة أخرى على إعداد الـ mA المطلوب لإنتاج الإشعاع.

إذا كانت الفتائل لا "تتوهج" فينبغي للمهندس التحقق أولاً من وجود الجهد الأولي للفتيل. يتم توفير نقاط اختبار مريحة، تقع على سطح وحدة محول الجهد العالي، من أجل إجراء هذه القياسات: XL للمحرق الكبير، و XS للمحرق الصغير، و XC لمشترك الفتيل. إذا اتضح أن الجهد الأولي صحيح، يمكن للمهندس عندئذ إدخال أجهزة اختبار إلى دارة الثانوي، والتحقق من أنه يتم إنتاج الجهود الصحيحة على الخرج.

لإجراء هذه القياسات، يجب أن يسحب المهندس كبل المهبط (الكاثود) من بئر أنبوب الأشعة السينية. يجب عليه بعد ذلك وصل لمبة اختبار لمحاكاة تحميل الفتيل[٢٧]. يتم وضع مقياس جهد على طرفي لمبة الاختبار، ويتم وصل مقياس تيار (لمبة تيار متناوب) حول أحد مساري اللمبة (الشكل رقم ٣٧). يمكن للمهندس الآن البدء بالإعدادات (فقط الوضعية الأولى على القبضة اليدوية!)، وإجراء قياسات دقيقة لجهد وتيار الفتيل. إذا كان الخرج غير صحيح، فقد يكون كبل الجهد العالي به خلل (انظر فيما يلي)، أو محول الفتيل سيئاً في الواقع.

ينبغي أيضاً استخدام إعداد الاختبار هذا عند استبدال أنبوب الأشعة السينية الذي يحتوي على فتيل "مقطوع" (أي مفتوح). إن سبب القيام بذلك هو أن الفتيل المفتوح في الأنبوب الأصلي قد يكون ناجماً عن تيار زائد (أكثر من ٦ أمبير) في ثانوي الفتيل. وإذا تم تركيب أنبوب جديد من دون إجراء هذا الاختبار أولاً، فإنه يمكن للفتائل في الأنبوب الجديد أن تتضرر بشكل دائم.



الشكل رقم (٣٧). إعداد اختبار الفتيل. تُستخدم هذه الدارة للتحقق من صحة كل من جهد وتيار الفتيل.

(٢٧) ينبغي أن يكون للمبة الاختبار خصائص مشابهة لخصائص الفتائل الفعلية في أنبوب الأشعة السينية. وبالقيام بذلك، يمكن للمهندس الحصول على قياسات واقعية. وكقاعدة عامة، ينبغي دائماً اختبار هذه الدارة تحت الحمل.

openkandi.com

أعطال أنبوب الأشعة السينية Failures with the X-ray Tube

تتعطل أنابيب الأشعة السينية عادة في طرق عديدة. على سبيل المثال، قد يكون الفتيل مفتوحاً، أو قد يحدث قوس عالي الجهد في الغلاف الخارجي للأنبوب أو داخل زجاج الأنبوب نفسه، أو قد يتعطل المصعد الدوار، أو يمكن لخرج إشعاع الأنبوب الانخفاض بشكل كبير، أو قد تتغير دقة التمييز (أي المحرق) للأنبوب، أو يمكن أن يصبح المصعد مُحفَّراً مما يسبب تعريضات غير منتظمة، أو قد ينكسر الغلاف الزجاجي أو تتضرر مانعة الغلاف الخارجي مما يسبب تسريب الزيت، أو يمكن لمأخذ أن يتضرر، ونظراً لأن أنابيب الأشعة السينية غالية جداً (كلفتها ٥٠٠٠ دولار تقريباً وأكثر)، فلا بد لمهندس الخدمة من إظهار عناية كبيرة عند تركيبها أو التعامل معها. ينبغي للمهندس أيضاً التأكد من أن الأنابيب تعمل ضمن حدود السلامة المحددة حتى يتسنى لها تقديم تشغيل خالٍ من المشاكل لسنوات عديدة.

الضرر الناتج عن التعامل

ينبغي للمهندس إظهار عناية كبيرة كلما تعامل مع أنابيب الأشعة السينية. ولضمان عدم حدوث ضرر، فإنه ينبغي إعادة وضع أنابيب الأشعة السينية في علب شحنها الكرتونية الأصلية عند نقلها إلى الموقع. عادة ما يؤدي التعامل مع الأنبوب بإهمال إلى تشقق الغلاف الزجاجي مما يجعل الأنبوب عديم الفائدة. عند تركيب أنبوب، ينبغي للمهندس التأكد من أن الأنبوب مُركَّب بأمان (باستخدام قفل محلزن، مثل الـ Locktite)، وأن جميع التوصيلات في الأنبوب مُثبَّتة بعناية. إذا، على سبيل المثال، تضررت أسلاك الجزء الدوار (أو مواقع النهايات) لأنبوب الأشعة السينية أثناء التركيب، فيجب إعادة إرسال الأنبوب إلى منشأة إعادة التجهيز للإصلاح.

علاوة على ذلك، ينبغي أخذ الحيطة والحذر عند شد براغي إحدى كابلات الجهد العالي في آبار الأنبوب. إذا تم عن غير قصد شد برغي الكبل بقوة في حلزون (threads) بئر أنبوب الأشعة السينية، فقد يتضرر الحلزون بشكل دائم ويجب إعادة إرسال الأنبوب إلى منشأة إعادة التجهيز للإصلاح.

الأعطال المتعلقة بالحرارة

إذا تم تركيب أنبوب الأشعة السينية على النحو الصحيح ومعايرته بانتظام، يمكن للمهندس أن يتوقع عمر أنبوب مقداره ١٠ سنوات تقريباً في بيئة التصوير الشعاعي. إن هذه الحياة الطويلة للأنبوب ترجع جزئياً إلى تحسين ممارسات تصنيع الأنابيب وحقيقة أن أزمنة التعريض هي أقصر بكثير بالنسبة لمعظم الفحوصات التي يتم إجراؤها اليوم. إن أزمنة التعريض القصيرة هي نتيجة لاستخدام تركيبات فيلم/شاشة أسرع، وأيضاً بسبب استخدام المولدات عالية التردد.

إنها لحقيقةٌ أن معظم أعطال أنابيب الأشعة السينية هي نتيجة مباشرة للأضرار الناجمة عن الحرارة. عندما تتجمع الحرارة داخل الأنبوب، فإنها تبدأ بالتسبب بأضرار داخلية من شأنها تسريع عملية تقادم أنبوب الأشعة السينية. ومن خلال إجراء تعريضات قصيرة، فإن الفني يخفّض بشكل فعال كمية حرارة الأنبوب، وبالتالي زيادة عمر الأنبوب.

إن سطوح ارتكاز (رولمانات) مصعد أنبوب الأشعة السينية ذي المصعد الدوار مُعرَّضة جداً لتأثيرات الحرارة. تتسبب الحرارة مع مرور الوقت في انهيار زيت رولمانات الجزء الدوار الداخلي، ونتيجة لذلك، يبدأ المصعد بإنتاج صوت مسموع متميز أثناء الدوران. يصبح هذا الصوت أعلى بشكل متزايد مع مرور الوقت، وعند نقطة ما "تتوقف" الرولمانات ولن يدور المصعد بعد ذلك.

يمكن للحرارة الزائدة أيضاً إلحاق الضرر بالغلاف الخارجي للأنبوب. يتم تركيب مانعة مطاطية، تدعى المنفاخ (bellows)، خصوصاً في نهاية المهبط لجميع أنابيب الأشعة السينية للسماح بتمدد الزيت الناجم عن الحرارة. وبسبب القيود التي يفرضها الحجم، يستطيع المنفاخ تعويض مقدار محدد فقط من تمدد الحرارة. ومن ثم، إذا تجمع الكثير من الحرارة في الأنبوب، فسوف تنفجر المانعة.

أعطال المصعد Anode Failures

نظراً لأنه يتم ضرب مادة هدف المصعد باستمرار بإلكترونات ذات سرعة عالية، فإنها تبدأ في نهاية المطاف بإظهار علامات التلف. إذا تم تركيب أنبوب الأشعة السينية بشكل صحيح ومعايرته بانتظام، واتبع المُشغِّل **إجراءات "إحماء" الأنبوب** اليومية بدقة، فإنه ينبغي للهدف البقاء في حالة جيدة لسنوات عديدة. تنشأ المشاكل فقط عندما لا يتم اتباع المعيار المذكور آنفاً.

إذا تم ضرب هدف بارد (أي لأنبوب لم يتم استخدامه لعدة ساعات) بتعريض ذو تقنية عالية، فقد يؤدي الإجهاد الحراري الناجم عن درجات الحرارة المتباينة على سطح الهدف إلى تشويه الهدف، وجعله غير صالح للاستعمال بعد ذلك. يمكن للإجهاد الحراري أيضاً أن يسبب حفراً أو شقوقاً على سطح الهدف. إذا كان الهدف مُحفَّراً (أو متشققاً)، فسوف تحدث تعريضات غير منتظمة في معظم الأحيان.

مع ذلك فإن معظم مشاكل المصعد هي نتيجة مباشرة **لمشاكل دوران المصعد**. يجب أن يدور مصعد أنبوب الأشعة السينية ذو المصعد الدوار عند السرعة (والاتجاه) الصحيحين بحيث يمكن الوصول إلى معدلات التعريض القصوى للأنبوب بأمان. في الواقع، إن معدلات التعريض لأنبوب ذي مصعد دوار محدودة مباشرة وفقاً لسرعة دوران المصعد. ينتج تيار الإلكترونات الذي يؤثر على المصعد كمية كبيرة من الحرارة أثناء التعريض (نذكّر أن ٩٩٪

من الطاقة المستخدمة لإنتاج الأشعة السينية تتبدد على شكل حرارة). يتم تدوير المصعد خصيصاً لتبديد الحرارة بشكل متساو عبر كامل سطح المصعد.

إذا فشل المصعد في الدوران، فإن أنبوب الأشعة السينية سوف يتضرر بشكل دائم. إن منطقة التأثير على سطح الهدف للمصعد المتوقف عادة ما تذوب بالفعل وتصبح مشوهة بشكل دائم. وحتى لو قام المهندس بإصلاح مشكلة دوران المصعد، فسوف يبقى الأنبوب غير قابل للاستخدام. إن السبب في ذلك هو أنه في كل مرة تؤثر الإلكترونات في المنطقة المتضررة من الهدف، فإن الإشعاع الناتج لن يكون بالإمكان التنبؤ به وسوف يكون غير منتظم، مما يسبب حالات تعريض غير متناسقة.

يمكن أن تحدث أعطال دوران المصعد إذا توقفت رولمانات الجزء الدوار (بسبب الضرر الحراري) أو إذا كان هناك عطل في وحدة التحكم بالجزء الدوار. يمكن للمهندس بسرعة حصر العطل عن طريق إزالة غطاء نهاية أنبوب الأشعة السينية (نهاية المصعد)، ووصل مساري راسم إشارة إلى أقطاب إزاحة الجزء الثابت و مشترك الجزء الثابت. وينبغي وصل مجس (بروب) ثانٍ إلى القطب الرئيسي للجزء الثابت.

ينبغي أن يكون الجهد المتناوب (AC) موجوداً في الأنبوب خلال دورة الرفع والتشغيل. ينبغي أن يكون جهد الرفع من أجل سرعة دوران منخفضة نحو ٢٠٠ فولت متناوب وجهد التشغيل ينبغي أن يكون في حدود ٦٠ فولت متناوب. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن يكون الجهد الرئيسي وجهد الإزاحة للجزء الثابت مختلفين بالطور عند عرضهما على راسم الإشارة. تعتمد درجة إزاحة الطور على مكثف الإزاحة المُستخدم في وحدة التحكم بالجزء الدوار ونوع أنبوب الأشعة السينية المُستخدم.

إذا كانت الجهود صحيحة، عندئذ تكون مجموعة رولمانات المصعد على الأرجح قد توقفت ولا بد بناءً على ذلك من استبدال الأنبوب. إذا لم يكن هناك جهد، أو أن الجهد الموجود غير صحيح، فإن المشكلة هي في وحدة التحكم بالجزء الدوار. تقع معظم وحدات التحكم بالجزء الدوار للسرعة المنخفضة داخل وحدة التحكم بالأشعة السينية. وهي تتألف أساساً من وحدة تغذية، وريليه، ودارة توقيت للتحكم بتأخير الزمن بين دورة الرفع ودورة التشغيل. وينبغي للمهندس فحص هذه المكونات لمعرفة سبب العطل.

إذا كان المصعد يدور، ينبغي قياس سرعة الدوران (في دورة في الدقيقة (rpm)) بواسطة مقياس سرعة دوران سهمي مهتز (انظر الفصل السادس). إن المصعد الذي يدور بسرعة أبطأ بكثير من سرعته المُقدَّرة سوف يتعطل أيضاً قبل الأوان. في هذه الحالة، يراكم المصعد حرارة زائدة لن يكون قادراً على تبديدها بشكل صحيح. ومع مرور الوقت، يصبح المصعد مشوهاً أو مُحفَّراً مما يؤدي إلى تعريض غير منتظم، ووجوب استبدال الأنبوب.

أعطال الفتيل

بالإضافة إلى أعطال المصعد، فإن مهبط أنبوب الأشعة السينية يعاني أيضاً من بعض الأعطال. وتحدث هذه الأعطال في أغلب الأحيان في فتائل أنبوب الأشعة السينية. عادة ما يصبح سلك الفتيل إما "مفتوحاً" و إما "مقصوراً". يتم تسخين الفتائل أثناء التعريض، وبدورها، تصدر الإلكترونات. بالإضافة إلى إصدار الإلكترونات، فإنه يتم تحرير كمية صغيرة من مادة التنغستين أيضاً في عملية تسمى تبخر الفتيل. يترسب التنغستين المتبخر على الجدار الداخلي للغلاف الزجاجي. ويمكن أن تؤدي ترسبات التنغستين الزائدة إلى نشوء الأقواس ضمن الغلاف الزجاجي للأنبوب (أنظر أدناه).

يؤدي تبخر الفتيل على مدى فترة من السنين إلى جعل أسلاك الفتيل "أرفع" وهشة جدًّا تدريجيًّا. تمامًا كما هو الحال مع لمبة محدد الساحة، عندما يتعرض فتيل هش جدًّا إلى تدفق تيار عالي، فإنه "ينقطع" مفتوحاً.

في حالة الفتيل المفتوح، فإن أخصائي الأشعة يُبلغ عادة أنه لا يحصل على تعريض على كلا المحرقين الكبير والصغير. يستطيع عادة مهندس الخدمة التأكيد بسهولة أنه قد تم "فتح" الفتيل، في الواقع، عن طريق إزالة محدد الساحة والنظر مباشرة إلى منفذ أنبوب الأشعة السينية، أولاً عندما يكون المولد مُغذّى بالطاقة. ينبغي أن يكون واضحاً للغاية أن سلك الفتيل مقطوع. إن هذه الطريقة من الملاحظة المباشرة هي الطريقة الأكثر وثوقية لتشخيص سلك فتيل مفتوح.

ولكن إذا كانت ترسبات التنغستين على منفذ الأنبوب تحجب رؤية الفتائل جزئياً، فإنه يمكن للمهندس قياس مقاومة الأسلاك. ينبغي إجراء قياس المقاومة على أرجل بئر مهبط أنبوب الأشعة السينية [٢٨]. مرة أخرى، ينبغي أن يكون الفتيل السيئ واضحاً، كما يتضح من قراءة المقاومة العالية للغاية. إذا حصل المهندس على قراءات متشابهة بين المحرق الكبير والصغير، قد تكون المشكلة في مكان آخر (انظر أعطال كبل الجهد العالي).

يستطيع المهندس أيضاً فحص الفتائل عندما يكون المولد في حالة تشغيل. ينبغي للمهندس، عندما تكون التغذية موصولة، الاختيار بالتناوب بين المحرق الكبير والصغير، وتأكيد أن أحد الفتائل لا يضئ. ينبغي للمهندس بعد ذلك "تجهيز" مولد الأشعة السينية من أجل مراقبة الفتائل تحت التحميل. في هذه الحالة هناك حاجة إلى اثنين من المهندسين، أحدهما يقوم بتشغيل القبضة اليدوية للأشعة السينية والآخر ينظر من خلال منفذ الأنبوب. الأهم من ذلك، أنه يجب على مهندس الخدمة النظر إلى الفتائل من خلال مرشح ضوئي لحماية عينيه من الضوء الشديد الذي

---

(٢٨) بما أنه من الصعب الوصول إلى هذه الوصلات، فإنه يمكن صنع موصّل اختبار من كبل جهد عالٍ احتياطي قديم. يتم قطع الكبل ست إنشات بعيداً عن الموصّل الرئيسي، وينبغي تجريد النواقل الثلاثة إلى الخلف للكشف عن السلك العاري. ومن أجل الاختبار، يقوم المهندس بإدخال موصّل الاختبار في بئر الأنبوب (التغذية في حالة إطفاء!) الآن باستخدام النواقل العارية للكبل من أجل قياسات المقاومة.

ينبعث من الفتائل! إذا كان المرشح غير متوفر، فإنه يمكن استخدام قطعة من فيلم أشعة سينية تم تعريضه وتحميضه كمرشح.

تحذير: يجب أن يكون الأنبوب "مُجهَّزاً" فقط (أي الوضعية الأولى على القبضة اليدوية). إذا تم إجراء تعريض عن غير قصد خلال هذا الاختبار، فسوف يتعرض المهندس في الغرفة لكميات خطيرة من الإشعاع!

هناك طريقة أخرى تتعطل من خلالها الفتائل، وهي أنه يمكن أن تصبح مقصورة مع كأس التركيز للمهبط. ومن خلال الفتيل "المقصور"، سيواجه أخصائي الأشعة حالة تحميل زائد للمولد عند محاولة إجراء تعريض. عندما يكتشف المولد حالة تحميل زائد، فإن دارات التحكم تقوم آلياً بإطفاء المولد تماماً. إن التحميل الزائد هو نتيجة لتيار الأنبوب الزائد الذي يسببه الفتيل المقصور. يسحب الفتيل المقصور تيار فتيل زائد يخلق بدوره شحنة فراغية كبيرة جداً تُنتج تيار الأنبوب العالي.

من السهل نسبياً أيضاً إثبات أن الفتيل "مقصور". يستطيع المهندس في كثير من الأحيان النظر مباشرة في منفذ أنبوب الأشعة السينية خلال وضع الاستعداد (standby) (أي ليس هناك إشعاع)، ورؤية الفتيل المقصور، "يتدلى"، ويلامس فعلاً كأس التركيز لأنبوب الأشعة السينية. وهناك طريقة أخرى لإثبات أن الفتيل مقصور وهي عن طريق إجراء قياسات المقاومة.

إذا كان الفتيل مقصوراً بالفعل، فإنه يجب على المهندس البحث عن سبب هذا العطل. قد يكون السبب أن أنبوب الأشعة السينية قديم جداً، وأن الفتيل تعطل نتيجة لعملية التقادم الطبيعية. وإذا كان سبب العطل التيارات الزائدة في دارة الفتيل، فيجب على المهندس تصحيح هذه المشكلة قبل تركيب أنبوب جديد.

خرج الإشعاع المنخفض

إن عطل أنبوب الأشعة السينية المتعلق بخرج إشعاع الأنبوب، على الرغم من أنه نادر جدًّا، ناجم عن وجود مشكلة في الفتائل. يكتشف المهندس هذا العطل خلال معايرة روتينية، أو بناء على طلب خدمة للشكوى من الأفلام المضيئة. لا يمكن هنا الوصول إلى الـ mA المطلوب، بغض النظر عن مقدار تيار الفتيل الموجود. يؤدي خرج الـ mA المنخفض إلى خرج إشعاع منخفض. يحدث هذا النوع من الأعطال في الغالب في الأنابيب القديمة جداً، أو في الأنابيب التي تم استخدامها بكثافة. إنه لمن النادر إيجاد هذا العطل في أنبوب جديد.

إن العطل واضح ومباشر جداً. لإنتاج تيار أنبوب محدد (mA) عند kVp مُعطى، يتم تسخين الفتيل إلى مستوى معين من خلال تطبيق جهد الفتيل المطلوب. وفي الواقع، فإن الجهد الأمثل (والتيار) اللازم لإنتاج mA مُعطى يمكن قراءته مباشرة من **مخطط إصدار الفتيل** لذلك الأنبوب الخاص. وإذا كان تحقيق القيمة الفعلية للـ mA

غير ممكن عند جهد الفتيل المحدد، أو حتى لو تم استخدام جهد أعلى، فإن الأنبوب على الأرجح متضرر ويجب استبداله.

إن السبب في هذا النوع النادر من أعطال الفتائل هو الاستخدام المفرط أو الطويل لأنبوب الأشعة السينية. نتيجة لذلك، تحدث كمية كافية من تبخر الفتيل إلى النقطة التي لم يعد فيها الفتيل قادر على تحرير ما يكفي من الإلكترونات للحصول على قيم خرج أعلى للـ mA. عادة ما يتعطل الأنبوب بطريقة أخرى قبل وصوله إلى هذه النقطة.

نشوء الأقواس في أنبوب الأشعة

إن نشوء الأقواس الداخلية هو طريقة أخرى شائعة يمكن من خلالها أن يتعطل أنبوب الأشعة السينية. يمكن أن يحدث قوس الجهد العالي من خلال وسيلتين: (١) ممر بديل للتوصيل داخل الغلاف الزجاجي و (٢) انهيار أو انخفاض الزيت العازل داخل الغلاف الخارجي للأنبوب. وفي كلتا الحالتين، فإن نشوء الأقواس الذي يحدث داخل الغلاف الخارجي للأنبوب خطير بشكل محتمل على الأشخاص الذين قد يكونون على مقربة من أنبوب الأشعة السينية.

علاوة على ذلك، فإن أقواس الجهد العالي غالباً ما تسبب أضرارا إضافية للدارات الأخرى في منظومة الأشعة السينية. عادة ما ينتقل القوس عائداً من خلال النظام مسبباً أضراراً لبعض المكونات الأخرى في مولد الأشعة السينية. إن العديد من البوابات الحساسة للغاية، وذاكرات القراءة فقط القابلة للبرمجة (proms) (Programmable Read Only Memory)، والأدوات ذات الحالة الصلبة المُستخدمة في مولدات الأشعة السينية غالباً ما تتضرر من النبضات القصيرة عالية الجهد [٢٩]. وهذا هو سبب أهمية تشخيص أعطال نشوء أقواس الجهد العالي في أسرع وقت ممكن.

تنشأ أقواس الجهد العالي في معظم الأحيان في الغلاف الزجاجي لأنبوب الأشعة السينية. وكما ذُكر في وقت سابق من هذا الفصل، تتجمع رواسب التنغستين في نهاية المطاف على طول الجدران الداخلية للغلاف الزجاجي. ومع مرور الوقت، تخلق الرواسب الزائدة ممراً ناقلاً يسلكه شعاع الإلكترونات. ونظراً لأن شعاع الإلكترونات ينتقل عادة خلال فراغ أنبوب الأشعة السينية الذي تم تخليته من الهواء (مقاوم للغاية)، فإن ممراً من معدن التنغستين سيوفّر ممراً أقل مقاومة للإلكترونات.

يوفّر التنغستين، في الواقع، عملية قصر مباشرة من مصعد إلى مهبط أنبوب الأشعة السينية. وتسبب دارة القصر تيار أنبوب زائد يخلق حالة تحميل زائد. تقوم معظم حالات التحميل الزائد للأنبوب بإطفاء المولد تماماً.

---

(٢٩) هذا هو السبب في أن المهندس يجب عليه ارتداء طوق مؤرض حول المعصم واستخدام لبادة مضادة للكهرباء الساكنة عند تغيير الدارات المتكاملة (IC's). إن تفريغ الشحنة الكهربائية الساكنة هو، في الواقع، نبضة قصيرة عالية الجهد، كما يتبين من خلال "الفرقعة" المصاحبة التي يتم سماعها.

من السهل جدًّا اكتشاف أقواس الأنبوب الداخلية ويمكن تشخيصها في غضون دقائق. إن العلامة الواضحة الأولى هي "الطقطقة" أو " الفرقعة" العالية التي يتم سماعها تنشأ من أنبوب الأشعة السينية. وبمجرد أن يؤكد المهندس أن الصوت منبثق من الأنبوب، فيجب عليه عندئذ إزالة محدد الساحة وتوجيه منفذ الأنبوب نحو حجرة التحكم "المُحجبة بالرصاص". ويجري المهندس بعد ذلك، والأضواء في حالة إطفاء، تعريضاً بينما يراقب (من وراء نافذة الزجاج الرصاصي) منطقة المنفذ للأنبوب. ينبغي رؤية ضوء ساطع داخل الأنبوب يتزامن مع الفرقعة العالية. وإذا ما تم تأكيد ذلك، فلا بد من استبدال الأنبوب. هناك علامة على أنه قد تم نشوء الأقواس في الأنبوب وهي من خلال وجود تصدُّع (crazing) على طول منفذ أنبوب الأشعة السينية. إن للتصدُّع مظهر التشققات الدقيقة على طول النافذة البلاستكية للمنفذ.

هناك نوع آخر من أقواس الجهد العالي يحدث داخل مجموعة الغلاف الخارجي للأنبوب. في هذه الحالة، فإن الزيت العازل إما أن يكون قد تدهور من حيث الجودة بسبب التعرض للحرارة أو ربما أنه يحتوي على شوائب. ولكن في معظم الأوقات، تتسرب كمية زيت صغيرة من الأنبوب مما يتسبب في تشكيل فجوة هوائية داخل الغلاف الخارجي. في بعض الحالات، لم يكن الغلاف الخارجي أبداً مملوءاً تماماً في منشأة إعادة التجهيز.

بغض النظر عن طريقة العطل، فإن أقواس الجهد العالي التي تحدث داخل الغلاف الخارجي للأنبوب يمكن أن تسبب الكثير من الضرر لنظام الأشعة السينية عندما تنشأ الأقواس من داخل الغلاف الزجاجي. وعلى الرغم من أن ممر التوصيل خارج الغلاف الزجاجي، إلاّ أن نشوء الأقواس يؤدي إلى نفس النتائج (أي، يلحق الضرر بالمكونات أو ببساطة يشوش على دارات ذاكرة مولد الأشعة السينية مما يؤدي إلى "الإطفاء"). ومن الناحية الإيجابية، فإنه لا يجب استبدال الأنبوب. بالنسبة لأقواس الغلاف الخارجي، يمكن إصلاح الأنبوب في منشأة إعادة تجهيز الأنبوب بتكلفة منخفضة نسبياً ومن ثم إعادة تركيبه.

يمكن أن تنشأ الأقواس أيضاً داخل مقابس الجهد العالي في أنبوب الأشعة السينية أو محول الجهد العالي. ينتج هذا العطل عن غياب أو انهيار المادة المقاومة للبخار (في أنبوب الأشعة السينية) أو زيت المحول (في المحول)، ويتم التعرف عليه بسهولة من خلال وجود مسارات كربون في البئر. يمكن للمهندس في معظم الأوقات تصحيح هذه المشكلة عن طريق تنظيف البئر وإعادة وضع الشحم أو الزيت. وفي حالات نادرة، يكون البئر متضرراً بشكل دائم ويجب استبداله.

الأنابيب "الغازية"

هناك نوع آخر من الأعطال التي قد يعاني منها أنبوب الأشعة السينية له علاقة بالغاز الذي قد يكون موجوداً ضمن الغلاف الزجاجي. من الناحية النظرية، عندما تصبح مواد الفتيل "متبخرة" فإنه يتم إطلاق كمية صغيرة من الغاز. يتم عادة امتصاص هذا الغاز من قبل السطح الداخلي للجدار الزجاجي لغلاف الأنبوب. ولكن، إذا لم يتم

استخدام الأنبوب لفترة من الزمن، أو إذا كان قد تم تخزينه على الرف لعدة أشهر، فقد يبدأ سطح الزجاج في إطلاق جزيئات الغاز هذه.

إن أي جزيئات غاز في مسار حزمة الإلكترونات سوف تخلق ممراً ناقلاً يؤدي، في الواقع، إلى قصر داخلي ضمن الغلاف الزجاجي. وكما هو الحال مع أي نشوء داخلي للأقواس، فسوف يؤدي التيار الزائد إلى إطفاء مولد الأشعة السينية. وفيما يتعلق بالأنابيب التي كانت غير فعالة لفترات قصيرة جداً من الزمن، لعدة أشهر مثلاً، فإنه يمكن علاج هذه المشكلة عن طريق تهيئة أو تكييف الأنبوب (انظر الفصل السادس).

ولكن بعد فترة أطول بكثير من عدم الفعالية (أو إذا كان هناك تسرب في المنطقة المُفرَّغة من الهواء)، فإن كمية زائدة من الغاز سوف تتجمع داخل الغلاف الزجاجي لأنبوب الأشعة السينية. في هذه الحالة، لن تقوم تهيئة الأنبوب بتصحيح الوضع. إن العدد الكبير من جزيئات الغاز لن يتم إعادة امتصاصه من السطح الزجاجي، ويُقال إن الأنبوب أصبح غازياً. يجب استبدال الأنبوب الغازي.

أعطال كابلات الجهد العالي Failures with the High Voltage Cables

تربط كابلات الجهد العالي أنبوب الأشعة السينية مع محول الجهد العالي. وعلى الرغم من أنه قد يبدو أن أخطاء قليلة جداً يمكن أن تحدث مع زوج من كابلات التوصيل، إلاّ أن العطل في هذه الكابلات الخاصة يمكن أن يقود مهندس الخدمة إلى تشخيص خاطئ تماماً للمشكلة في غرفة التصوير الشعاعي.

إن المشكلة الأكثر شيوعاً التي تحدث مع كابلات الجهد العالي هي أن واحداً أو أكثر من النواقل ينقطع "فتحاً" في نهاية المطاف بعد سنوات من التوضع الروتيني لأنبوب الأشعة السينية. يمكن لهذه الكابلات أن تمتص قدراً كبيراً من الإجهاد، وبمرور الوقت، يسبب الإجهاد المستمر اهتراء الأسلاك والقطع في نهاية المطاف. لهذا السبب، يجب التأكيد مرة أخرى على أهمية الثني الجيد للكبل.

على الرغم من أن أي كبل ربط يمكن أن يعاني من الإجهاد والأسلاك المقطوعة، إلاّ أن الناقل المقطوع في كبل الجهد العالي ينتج أعراضاً غير عادية يمكن أن تربك مهندس الخدمة عندما يقوم بتشخيص المشكلة، ففي كبل الإشارة الصغيرة، يمثل القطع دارة "مفتوحة" والجهاز الموصول معها لن يعمل ببساطة. أما بالنسبة إلى كابلات الجهد العالي، فإن إشارة الجهد العالي تميل إلى "القفز" عبر الفجوة الهوائية التي شكلها القطع في السلك.

إن قوس الكبل غالباً ما ينتج أعراضاً مشابهة لقوس أنبوب الأشعة السينية، وبالتالي يمكن تضليل مهندس الخدمة. يمكن أن يتسبب نشوء الأقواس في إطفاء مولد الأشعة السينية أو قد يتسبب في عدم انتظام خرج الـ kVp. وفيما يتعلق بالمولدات التي يتم التحكم بها عن طريق البرامج، فإن النبضات القصيرة عالية الجهد تلحق الضرر

بالمكونات الحساسة الأخرى في النظام وتتسبب في إغلاق النظام. ويجب في هذه الحالة إطفاء وتشغيل تغذية مولد الأشعة السينية على الترتيب لإعادة ضبط منطق الكمبيوتر.

إذا تم الشك بأن الناقل مفتوح، فيجب على المهندس محاولة مراقبة القوس خلال التعريض. يجب أن يتم ذلك عندما تكون أضواء الغرفة "مُطفأة" تماماً؛ لأن نشوء الأقواس يحدث داخل العازل المطاطي الثقيل للكابلات ولا يتم ملاحظته بسهولة. إذا تم رؤية القوس، فيجب على المهندس استبدال الكبل لأنه لا يتم إصلاحه في الموقع.

وكقاعدة عامة، من الأفضل دائماً اختبار كابلات الجهد العالي "في الدارة" كما هي مُستخدمة عادة. إذا قرر المهندس سحب الكابلات لإجراء اختبارات المقاومة، أو "لشحن" الكبل باستخدام مستنزف جهد عالٍ، فقد يشوش المهندس بذلك على الناقل المقطوع، و يمكن أن يحصل على نتائج قد تشير إلى وجود كبل جيد.

يمكن أن تصبح النواقل في كابلات الجهد العالي مقصورة مع بعضها أيضاً بسبب الإجهاد. إن هذا ليس مشكلة بالنسبة لكبل المصعد لأن النواقل الثلاثة مقصورة معاً في مقبس الجهد العالي على أي حال. بيد أن ذلك مشكلة كبرى بالنسبة لكبل المهبط، الذي يستخدم النواقل الثلاثة لدارة الفتيل وكذلك من أجل توصيل الجهد العالي. يسبب كبل المهبط المقصور مشاكل للفتيل كما يمكن أن يسبب ضرراً لمحول الفتيل. ونظراً لأن كبل الجهد العالي مكلف للغاية ويستغرق وقتاً طويلاً لاستبداله، فإن هناك علاجاً سهلاً وسريعاً لكبل المهبط المقصور. في هذه الحالة يبادل مهندس الخدمة ببساطة بين كابلات المصعد والمهبط في كل من نهاية أنبوب الأشعة السينية ونهاية محول الجهد العالي **(يجب أن تتم مبادلة كلا الطرفين!)**. مرة أخرى، فإن نواقل كبل المصعد مقصورة فعلياً على أي حال.

يمكن للنواقل المقطوعة أو المهترئة في كبل الجهد العالي تضليل المهندس أيضاً عند تشخيص عطل الفتيل. وكما ذُكر، فإن كابلات مهبط الجهد العالي تقدِّم أيضاً تيار الفتيل إلى فتائل أنبوب الأشعة السينية. إن التيار الفعلي الثانوي للفتيل هو عادة في المجال من ٤- ٥,٥ أمبير، وهو ما يمثل مقداراً كبيراً من التيار. عندما يتم الثني بشكل زائد لنواقل كابلات الجهد العالي، فإن الفروع الفردية للأسلاك في ذلك الناقل تبدأ بالاهتراء. وكلما تم قطع فروع أكثر، كلما أصبح الناقل مقاوماً بشكل متزايد.

وأخيراً، يتم الوصول إلى نقطة حيث لا يبقى سوى عدد قليل من فروع السلك تنقل تيار الفتيل الكبير. قد يشير قياس الجهد إلى أن سلامة الكبل جيدة، حتى لو كانت فروع السلك مقطوعة وتستند ببساطة على بعضها بعضاً. ولكن عند الاختبار تحت التحميل، يحدث انخفاض كبير في قيمة الـ "IR" (هبوط الجهد) في هذه النقطة المقاومة. وبما أن أسلاك الفتيل نفسها تمثل مقاومة صغيرة جداً، فإن معظم جهد الفتيل يهبط عبر الوصلة المقاومة ونتيجة لذلك، لن يضيء الفتيل.

أعطال محدد الساحة Failures with the Collimator

كما ورد في الفصل الرابع، فإن الوظيفة الرئيسية لمحدد الساحة هي تحديد حجم حقل الإشعاع. وينجز محدد الساحة هذا التحديد للحزمة عن طريق استخدام شفرات تحديد (shutters) ميكانيكية. تفتح مجموعة شفرات التحديد وتغلق لتغيير حجم حقل الإشعاع. توفر شفرات التحديد اليدوية بشكل عام تشغيلاً خالياً من المشاكل خلال الحياة الوظيفية لمحدد الساحة وذلك نظراً لتصميمها البسيط، فيما عدا أي ضرر كبير ناجم عن التصادمات، على سبيل المثال. تحتوي محددات الساحة الآلية على شفرات تحديد مُقادة بواسطة محرك موثوق جداً. إن الأعطال الأكثر شيوعاً والتي تحدث في محددات الساحة تتعلق بأعطال دارة اللمبة وأعطال نظام الـ PBL (التحديد الإيجابي للحزمة).

أعطال دارة اللمبة

يحدث عطل محدد الساحة الأكثر شيوعاً في **دارة لمبة الحقل**. بما أن الغرض من لمبة الحقل هو الإشارة بشكل واضح إلى حقل الإشعاع، يجب أن تكون لمبة الحقل ساطعة كفاية حتى يمكن مشاهدته في إضاءة الغرفة العادية. ولتحقيق هذا السطوع (١٦٠ لوكس كحد أدنى)، فإن هناك حاجة إلى وحدة تغذية قادرة على تزويد تيار مرتفع نسبياً (٦ أمبير تقريباً لمعظم محددات الساحة)، ووسائل لتحويل التيار بين الإطفاء و التشغيل، ولمبة خاصة بمحدد الساحة.

إن التيار العالي لدارة اللمبة له تأثير مزدوج. أولاً وقبل كل شيء، فإنه يسبب في معظم الأحيان التلف للمكونات في دارة اللمبة المُستخدمة من أجل "تحويل" اللمبة إلى وضع "التشغيل". إن الجهازين الأكثر شيوعاً للتحويل في دارات لمبة محدد الساحة هما الريليهات (relays) والترياكات (triacs). عندما يتم التحويل إلى وضع "التشغيل" فإن التيار المتدفق العالي الأولي (عادة ما يزيد على ١٠ أمبير) يمكن أن يسبب تلفاً لهذه المكونات عندما تصبح قديمة. لهذا السبب، فإنه من المألوف لمهندس الخدمة استبدال هذه المكونات في دارة اللمبة.

بالإضافة إلى ذلك تنهار لمبة محدد الساحة نفسها في بعض الأحيان بسبب الزيادة الأولية للتيار. ومع التقادم يصبح الفتيل في اللمبة هشاً بسبب تبخر الفتيل ولا يمكنه التعامل مع التيار المتدفق العالي. وبالتالي، فإن الفتيل يفرقع فوراً عند "التشغيل" (تذكّر أنه عندما "تنهار" اللمبات المنزلية فإن هذا يحدث دائماً لحظة تشغيلها).

بالإضافة إلى الصدمة التي يسببها التيار المتدفق الزائد، يولّد التيار العالي في دارة اللمبة كمية كبيرة من الحرارة أيضاً داخل الغلاف الخارجي لمحدد الساحة. تعطي لمبة محدد الساحة، ذاتها، كميات هائلة من الحرارة عندما تنتج الضوء ذا الشدة العالية المطلوب لإسقاط الحقل المرئي. وإذا لم تكن اللمبة مزودة بالتحجيب الحراري المناسب، فإن الحرارة المنبعثة من اللمبة تسبب ضرراً لدارات محدد الساحة مع مرور الوقت.

أعطال الـــ PBL

إن الدارة الأخرى التي غالباً ما تتعطل في محدد الساحة هي دارة الـ PBL الآلية. إن معظم أعطال الـ PBL هي بسبب أن شفرات التحديد في محدد الساحة لا تتحرك إلى موقعها الصحيح، أو لا تتحرك على الإطلاق، عندما يتم إدخال الكاسيت في صينية الكاسيت. إن السبب في هذا العطل هو دائماً الإشارة غير الصحيحة لقيادة محدد الساحة أو فقدان هذه الإشارة. تنشأ هذه الإشارة من دارة التحسس لحجم الكاسيت في صينية الكاسيت، ويتم إرسالها إلى منطق محدد الساحة لتسبب "حركة" محركات شفرات التحديد. يمكن لمهندس الخدمة بسهولة إيجاد هذا العطل باتباع تسلسل تحديد الأعطال الوارد أدناه:

١- تأكد من أن صينية التحسس لحجم الكاسيت تعطي على خرجها المقاومات الصحيحة لحجم كل كاسيت. (إن قيم المقاومات الصحيحة مذكورة في جدول في الفصل السادس).

٢- تأكد من أن الجهود الصحيحة (ذات الصلة المباشرة بالمقاومات) تصل إلى وحدة التحكم بمحدد الساحة.

٣- تأكد من أن محركات شفرات التحديد تحصل على إشارة التحريك الصحيحة.

تمتلك بعض محددات الساحة ميزة خاصة تسمح باختبار مناسب لمنطق محدد الساحة. يمكن حقن إشارات في منطق محدد الساحة لمحاكاة إدخال كاسيت ذي حجم معين وذلك عن طريق وضع محدد الساحة في "نمط الاختبار". يتم استخدام نمط الاختبار هذا لاستبعاد رأس محدد الساحة كسبب للعطل. هناك ٩ من أصل ١٠ حالات تكون فيها صينية الكاسيت هي سبب عطل الـ PBL.

أعطال المستقبِل Failures with the Receptor

يمكن للمستقبلات في غرفة التصوير الشعاعي أن تكون إما حجرة شبكة بسيطة وإما مجموعة بوكي أكثر تطوراً. يستخدم كلا النوعين من المستقبلات صينية كاسيت لمسك كاسيت الفيلم في مكانه. ونظراً للتلقيم والتفريغ المستمرين لكاسيتات الأفلام، تتعرض صواني الكاسيتات للأعطال الميكانيكية.

تُظهِر صينية الكاسيت عادة العديد من الأعطال خلال العمر الافتراضي للتجهيزات. تتآكل مجموعات القبضات المطاطية التي تمسك الكاسيت في مكانه على مر الزمن ويتعطل زر القفل الذي يمسك الكاسيت في مكانه أيضاً نتيجة للاستخدام الزائد. بالإضافة إلى ذلك، فإن الموصِّل الخلفي للصينية، المُستخدَم لتشغيل الـ PBL، هو منطقة شائعة للعطل. تصبح هذه الموصِّلات متضررة إذا انحرف الكاسيت، أو قد تتآكل أرجل الاتصال ببساطة نتيجة للاستخدام. بغض النظر عن نوع العطل، يتم استبدال نواقل صينية الكاسيت بانتظام في غرف التصوير الشعاعي.

إذا تم تركيب مجموعة بوكي، فإن هناك بعض الأعطال الكهروميكانيكية التي تحدث. عادة ما تكون مجموعة الشبكة المهتزة مصدرًا لمعظم مشاكل البوكي. إن أحد الأعراض الذي يشير في كثير من الأحيان إلى عطل الشبكة هو الشكوى من وجود خطوط الشبكة على الفيلم. إن سبب وجود خطوط الشبكة هو عدم حركة الشبكة خلال التعريض. وتجدر الإشارة هنا إلى أن الشبكة المهتزة لديها نسبة شبكة وتردد شبكة أقل (الفصل السادس)، مما يؤدي إلى شرائح رصاصية أكثر سماكة من تلك الموجودة في الشبكات الثابتة.

تكون الشرائح الرصاصية الأكثر سماكة مرئية بوضوح على الفيلم إذا كانت الشبكة لا تتحرك، أو إذا كانت تتحرك بالسرعة غير الصحيحة. وبالنسبة لعطل الشبكة المهتزة، يمكن أن تكون الشبكة نفسها عالقة، أو قد يتعطل محرك الشبكة، أو يمكن أن يكون هناك مشكلة في الربط (أي، التروس، أو السيور) بين المحرك ومجموعة الشبكة.

أعطال دعم الأنبوب، والمستقبِل الجداري، وطاولة التصوير الشعاعي

Failures with the Tube Support, Wall Receptor, and Radiographic Table

خلال الفحص بالأشعة السينية في غرفة التصوير الشعاعي العامة، فإن دعم الأنبوب، والمستقبل الجداري، وطاولة التصوير الشعاعي يتم تغيير مواقعها باستمرار وفقاً لكل مريض يتم فحصه. وبسبب هذه الحركة المتكررة، فإن هذه الأجهزة الثلاثة عُرضة للأعطال الميكانيكية. تحدث **الأعطال الميكانيكية** الشائعة عندما تنفك الأجزاء نتيجة الاهتزازات والصدمات الناتجة عن الحركة. بالإضافة إلى ذلك، يتم إلحاق الضرر بالعديد من الأجزاء الميكانيكية نتيجة لإساءة استعمال التجهيزات (أي الاصطدام، والشد الزائد للأقفال، والتعاملات الأخرى بدون اهتمام).

بالإضافة إلى الأعطال الميكانيكية، فإن المنطقة الأكثر شيوعاً للعطل بالنسبة لدعامات الأنابيب وطاولات التصوير الشعاعي هي الأقفال الكهرومغناطيسية. تُظهِر الأقفال الكهرومغناطيسية في تجهيزات التصوير الشعاعي الأعطال خلال حياة التجهيزات لثلاثة أسباب. أولاً وقبل كل شيء، فإن وحدات التغذية لمعظم أنظمة الأقفال الكهرومغناطيسية هي بشكل عام ذات نوعية منخفضة للغاية. يحاول المُصنِّعون توفير بعض النفقات في هذا المجال وتُستخدم تصاميم وحدات التغذية الأكثر بساطة، والتي غالباً ما تكون مصنوعة من عناصر ذات نوعية منخفضة.

يتم تصميم وحدات التغذية للأقفال الكهرومغناطيسية لتعمل عند الحد الأدنى من الأداء المطلوب لضمان أن الأقفال "تمسك". قد تحتوي وحدة التغذية النموذجية بالتيار المستمر (DC) لأحد الأقفال على محول ٢٤ فولت متناوب واثنين من الديودات التي تُستخدَم للتقويم. إن هذه التغذية للقفل غير المُرشَّحة، و غير المُنظَّمة، وذات تقويم الموجة الكاملة عُرضة للعطل. إن إحدى الإشارات الدالة على عطل وحدة تغذية القفل هي صوت طنين مزعج يتم سماعه عند تزويد الأقفال بالطاقة.

هناك سبب آخر لارتفاع معدل الأعطال له علاقة بحقيقة أن الأقفال الكهرومغناطيسية في غرفة التصوير الشعاعي تعمل عادة في حالة التزويد بالطاقة لمعظم يوم العمل[٣٠]. يتم عدم تزويد الأقفال بالطاقة فقط عندما يتم تغيير وضعيات الأنبوب، أو الطاولات، أو الوحدة الجدارية أثناء فحص المريض. بينما يتم تزويد الأقفال بالطاقة والمحافظة على الجهاز في مكانه، يتدفق تيار كهربائي بشكل ثابت من خلال القفل. يقوم هذا التيار الثابت بتسخين الأقفال لدرجة قد تصبح فيها في كثير من الأحيان ساخنة "للمس". تسبب هذه الحرارة، المُطبقَّة على مدى فترة من الزمن، الضرر للملف داخل القفل، أو لعازلية سلك القفل.

بالإضافة إلى ذلك، تصبح الأقفال الكهرومغناطيسية مُمغنطة عندما يتدفق التيار عبرها. إن الجذب المغناطيسي للقفل هو ما يؤدي إلى تحركه باتجاه المعدن "مثبِّتاً" سطح الجهاز المطلوب. وبما أن القفل يتحرك باتجاه سطح الإقفال، فإن الأسلاك الموصولة مع القفل تتحرك أيضاً. يمكن لهذه الحركة المتكررة إجهاد مساري أسلاك القفل، وخاصة إذا كان يتم تدويرها، والتسبب في قطعها.

تعمل الأقفال الكهروميكانيكية عن طريق الاحتكاك. ونتيجة لذلك، فإن المادة على سطح القفل تتآكل ببطء على مر الزمن. يتم تضخيم هذه الحالة عندما يحاول الفنيون تحريك الجهاز من دون تحرير الأقفال أولاً. بالإضافة إلى ذلك، إذا لم يتم محاذاة الأقفال بشكل متوازن مع سطح الإقفال، فقد يحدث تآكل وضرر زائد. لهذا السبب، من المهم ضبط جميع الأقفال بشكل صحيح عند التركيب ومن ثم التحقق من عمليات الضبط عند تنفيذ كل صيانة وقائية.

إن العنصر الآخر في الطاولة أو دعامة الأنبوب الذي يتعطل عادة هو مفاتيح التوسيط والحد من الحركة، والماسكات (detents) المرتبطة بها. يتم استخدام مفاتيح التوسيط، كما يوحي الاسم، للإشارة إلى موقع المحاذاة المركزي في نظام التصوير الشعاعي. يجب على فني الأشعة السينية أن يكون متأكداً من توسيط المستقبل بالضبط بالنسبة لأنبوب الأشعة السينية قبل "تصوير" الفيلم. ، يتم تركيب مفاتيح ميكروية وماسكاتها عند التركيب بشكل دائم بحيث تقوم بتفعيل إشارة عندما يكون قد تم توسيط الأنبوب بشكل صحيح بالنسبة للمستقبل. بالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام مفاتيح الحد من الحركة بشكل شائع في الطاولات ودعامة الأنبوب، والمستقبلات الجدارية المتحركة بواسطة محرك.

إن المفاتيح الميكروية المُستخدمة في هذه الدارات غالباً ما تكون عامة من حيث التصميم، وذلك باستخدام المشغِّلات الميكانيكية خفيفة الوزن. وهذا مجال آخر حيث يحاول مُصنِّعو التجهيزات التوفير في تكاليف الإنتاج. لا

(٣٠) ينبغي عدم الخلط بين الأقفال الكهرومغناطيسية والأقفال ذات الملف اللولبي (solenoid). تبقى الأقفال ذات الملف اللولبي عادة في حالة خاملة ويتم تفعيلها عند تغيير موقع دعامة الأنبوب أو الطاولة.

يمكن لهذه المفاتيح العامة أن تتحمل الاستخدام المفرط للأجهزة الميكانيكية في غرفة التصوير الشعاعي، وبالتالي تتعطل مع مرور الوقت.

مشاكل جودة الصورة Image Quality Problems

كما جاء في الفصل الثامن، فإن تحديد الأعطال لمشاكل التصوير يمكن أن يكون صعباً، ويجب أن يقوم به مهندس خدمة ذو خبرة. يجب على المهندس أن يكون لديه فهم كامل للتأثيرات التي يملكها كل جهاز في غرفة التصوير الشعاعي على جودة الصورة. تمكّن المعلومات الواردة في الفصل الثامن مهندس الخدمة من تحديد أعطال مشاكل جودة الصورة بشكل فعال. ونناقش هنا الأسباب الأكثر شيوعاً لمشاكل جودة الصورة. وعندما يتم استبعاد هذه الأسباب، ينبغي أن يبدأ مهندس الخدمة بتقييم كامل سلسلة التصوير كما هو موضح في الفصل الثامن.

بعض الشكاوى الأكثر شيوعاً بخصوص جودة الصورة هي: الأفلام المظلمة جداً أو المضيئة جداً، والشكاوى من خطوط الشبكة على الصورة، وصورة غير حادة أو "غير واضحة"، وصورة ذات تباين منخفض جداً أو مرتفع جداً، وأفلام فارغة (أو كلياً سوداء)، والتشويشات الصنعية على الفيلم. قبل أن ينبغي للمهندس محاولة تحديد أعطال نظام الأشعة السينية، يجب عليه أولاً استبعاد الفيلم وتحميض الفيلم كسبب لمشكلة التصوير.

يمكن أن تُعزى كل شكاوى جودة الصورة المذكورة آنفاً إلى وجود مشكلة بالفيلم أو جهاز تحميض الفيلم. قد يكون سبب الأفلام المضيئة المواد الكيميائية السيئة أو القديمة في جهاز تحميض الفيلم. يستطيع المهندس التحقق بسرعة من حالة المُظهِر عن طريق إزالة أغطية جهاز التحميض وتأكيد أن لون المُظهِر أصفر خفيف اللون. إن المُظهِر الذي يظهر بني اللون يعتبر سيئاً ويجب استبداله. هناك اختبار آخر للتحقق من حالة المُظهِر وهو غمر الفيلم الذي تعرض للضوء مباشرة في المُظهِر لمدة دقيقة لمعرفة ما إذا كان سيتحول إلى اللون الأسود. يمكن اختبار المُثبِّت على نحو مماثل عن طريق غمر فيلم خام (لم يتم إظهاره) في خزان المُثبِّت. ينبغي أن يكون الفيلم واضح تماماً عندما يتم إخراجه من الخزان.

إذا كانت درجة حرارة المُظهِر مرتفعة جداً أيضاً، فستنتج أفلام مظلمة. ينبغي لمهندس الخدمة حمل مقياس حرارة دائماً عند تنفيذ طلبات الخدمة. يمكن أن تنتج الأفلام المضيئة أو المظلمة أيضاً عن الفيلم الخاطئ الذي يتم استخدامه عن غير قصد. بالإضافة إلى ذلك يمكن أن تكون صلاحية الفيلم منتهية. إن إحدى الطرق السريعة لاختبار كل من جهاز التحميض والفيلم هي كشف فيلم (في الكاسيت) بواسطة كاميرا التعريف (ID) بالفيلم المُستخدمة لوضع أسماء المرضى على الفيلم. إذا كان الاسم مظلماً وواضحاً بعد التحميض، فإن المواد الكيميائية جيدة على الأرجح والفيلم صحيح.

يمكن للشكوى من خطوط الشبكة أن تتحول، بدلاً من ذلك، لتصبح علامات بكرة من جهاز التحميض. إن التشويشات الصنعية التي يتم مشاهدتها على الفيلم يمكن أن تكون أيضاً بسبب علامات الماء أو الخدوش التي نتجت عن التحميض. ينبغي لمهندس الخدمة فحص جهاز التحميض ليرى إن كان نظيفاً عموماً، وأن البكرات في حالة جيدة، وأنه تم تغيير مرشحات الماء.

يمكن أن تكون التشويشات الصنعية للفيلم ناتجة أيضاً عن الكهرباء الساكنة أو الشاشات المتسخة في كاسيت الفيلم. لقد كانت الكهرباء الساكنة دائماً مصدراً للمشاكل في التصوير الشعاعي. غالباً ما تنخفض الرطوبة النسبية، في أشهر الشتاء عندما يتم تدفئة المبنى باستمرار، إلى أقل بكثير من المجال المحدد لفيلم الأشعة السينية (أي ٣٠٪-٥٠٪ RH (رطوبة نسبية)). وبناءً على ذلك، تكون البيئة الجافة للغاية ناقلة لتراكم الشحنات الساكنة بين المواد المختلفة (على سبيل المثال، البلاستيكية والمطاطية) المُستخدمة في الكاسيتات و وحدات تلقيم/تفريغ الفيلم. يتم التعرف بسهولة على التشويشات الصنعية الناتجة عن الكهرباء الساكنة من خلال الشكل المتميز الذي تتركه على الفيلم: خطوط متموجة منبثقة من نقطة واحدة في جميع الاتجاهات.

يمكن أن تكون الصورة غير الواضحة ناتجة عن **تلامس سيء للفيلم/الشاشة** في كاسيت الفيلم. يمكن للمهندس استخدام شبكة اختبار سلكية، وهي متوفرة في معظم أقسام الأشعة السينية، للتأكد من التلامس الصحيح للفيلم/الشاشة. يمكن أن يكون تباين الصورة الضعيف ناتجاً عن **ضبابية الفيلم**. إن الضوء الناشئ عن تسرب ضوئي في الغرفة المظلمة، أو كاسيت الفيلم، أو تشقق (أو النوع الخاطئ من) مرشح الضوء الآمن يمكن أن تجعل فيلم الأشعة السينية "ضبابياً". يمكن للمهندس اختبار ضبابية الفيلم من خلال تحميض فيلم لم يتم تعريضه ومن ثم قياس الضباب الإجمالي بواسطة مقياس الكثافة.

إن كل عامل ذي صلة بالفيلم وتحميض الفيلم، يمكن أن يكون له تأثير على جودة الصورة، ينبغي استبعاده بشكل منهجي قبل أن يبدأ المهندس في تشخيص تجهيزات التصوير الشعاعي. يمكن تنفيذ معظم هذه الاختبارات بسهولة جداً في غضون دقائق. ومن العبث إضاعة الوقت في محاولة لتكرار عطل لم يحدث أبداً، أو لفتح نظام من أجل تركيب تجهيزات تداخلية لعرض أشكال أمواج جيدة تماماً.

من الشائع السماع عن حالات قضى فيها المهندس عدة ساعات يختبر نظاماً ما ليكتشف في وقت لاحق فقط أن مجموعة جديدة من الأفلام (من النوع الخطأ) قد وصلت في ذلك اليوم تماماً. إن هذه الإضاعة للوقت الثمين غير ضرورية مطلقاً وتدل على نقص الخبرة لدى مهندس الخدمة. ولا يمكن التأكيد على هذه النقطة بما فيه الكفاية.

عندما يكون قد تم استبعاد جميع العوامل الأخرى، ومهندس الخدمة على ثقة من أن المشكلة تكمن في مكان ما في سلسلة التصوير في غرفة التصوير الشعاعي، يمكن للمهندس أن يبدأ بعد ذلك في تحديد أعطال نظام الأشعة

السينية لحصر منطقة المشكلة. يوضِّح الشكل رقم (٣٨) جدولاً بيانياً يبين العوامل التي تؤثر على جودة الصورة. يمكن استخدام هذا الجدول البياني كدليل لعزل سبب مشكلة التصوير عند استخدام التقنيات اليدوية للأشعة السينية.

يمكن للعديد من مشاكل جودة الصورة أن يكون ناجماً أيضاً عن **وحدة التحكم الآلي بالتعريض** (AEC) في نظام الأشعة السينية. يؤدي العطل في دارة الـ AEC مباشرة إلى مشاكل مختلفة في كثافة الفيلم. تكون الأفلام التي يتم إنتاجها في وحدة AEC مُعطَّلة إما مُعرَّضة بشكل زائد، أو مُعرَّضة بشكل قليل، أو قد تنتج كثافات غير متناسقة. ولكن قبل أن يحاول مهندس الخدمة إعادة معايرة نظام الـ AEC، يجب عليه أولاً طرح عدة أسئلة:

١- هل كان جهاز تحميض الفيلم يعمل بشكل صحيح؟
٢- ما هي إعدادات التقنية التي كانت مُستخدمة عندما وقعت مشكلة الكثافة؟
٣- هل كانت وضعية المريض صحيحة للتعريض؟

تباين الصورة
اختيار التقنية:
-الكيلو فولت
جودة الحزمة
الشبكات
المريض
نوع الفيلم
تخزين الفيلم:
-التسريب الضوئي

ضجيج الصورة
سرعة الفيلم
التشويش الصنعي للفيلم
حالة جهاز التحميض
شاشات التضخيم:
-السرعة و الحالة
جودة الحزمة

كثافة الصورة
اختيار التقنية:
-الكيلو فولت
-الميلي أمبير
-الزمن
نوع الفيلم
شروط جهاز التحميض:
-درجةحرارة المُظهِر
-شدة المُظهِر
-زمن الظهور

حدة الصورة
أنبوب الأشعة السينية
SID
OID
حركة المريض
شاشات التضخيم
تلامس الشاشة/الفيلم

الشكل رقم (٣٨). ملخص العوامل التي تؤثر على جودة الصورة.

يجب أولاً، كما هو الحال مع جميع مشاكل التصوير، التحقق من التشغيل الصحيح للفيلم وجهاز تحميض الفيلم قبل أن يتمكن المهندس من المضي قدماً في اختبار نظام الأشعة السينية. ويجب على المهندس أيضاً أن يلاحظ

obeikandl.com

إعدادات التقنية التي كانت تُستخدم عندما تم إنتاج هذه الأفلام المُعرَّضة بشكل سيء. يجب اختيار الإعدادات الصحيحة في منصة التحكم أو سيؤدي ذلك إلى مشاكل التصوير. عند استخدام نمط التشغيل AEC، فيجب اختيار نوع الفيلم/الشاشة، وإعداد حساسية الكثافة، والكاشف ومجال التحسس الصحيح، والزمن الاحتياطي الصحيح قبل بدء التعريض. إذا كان أي من هذه الإعدادات غير صحيح، فإن كثافة الفيلم سوف تتضرر بشكل كبير.

تسمح معظم المولدات باستخدام اثنين أو ثلاثة أنواع مختلفة من الأفلام والشاشات عندما تكون في نمط التشغيل AEC. والسبب في ذلك هو أن العديد من المستشفيات تستخدم عدة أنواع من الأفلام في فحوصاتها. ينبغي للمهندس، عند التركيب، معايرة كل إعداد للفيلم/الشاشة بالنسبة إلى الفيلم الذي سيتم استخدامه في هذه المؤسسة. عادة ما يكون هناك شروط للفيلم السريع، والمتوسط، والتفصيلي. إذا اختار الفني النوع غير الصحيح للفيلم/الشاشة لإجراء فحص معين، فلن يتعرض الفيلم بشكل صحيح.

تسمح أداة اختيار الكثافة للفني بإجراء تعديلات طفيفة على كثافة الصورة النهائية. يتم إجراء التعديلات للسماح بأحجام مرضى وباثولوجيا (تشريح مرضي) مختلفة. توفّر معظم المولدات تغييرات إضافية مقدارها ±٢٥٪ من الكثافة الطبيعية. إذا لم يتم ضبط أداة اختيار الكثافة قبل التعريض، فإن كثافة الفيلم سوف تتأثر.

يجب اختيار الكاشف الذي يتم استخدامه (أي، الجداري أو الطاولة) في منصة التحكم قبل أن تتم محاولة التعريض بالـ AEC. ورغم أنه يبدو واضحاً، فإن الكثير جداً من طلبات الخدمة ناتج عن الاختيار الخاطئ للكاشف. كثيراً ما يحاول الفني فحص الصدر على المستقبل الجداري في حين تم اختيار كاشف الطاولة في منصة التحكم. بالإضافة إلى ذلك، يجب أيضاً اختيار مجال التحسس الصحيح من أجل فحص معين. على سبيل المثال، إذا كان المطلوب صورة جانبية للصدر، فلا بد من اختيار مجال التحسس "الأوسط". وبالنسبة للفحص الجانبي للصدر، فإنه لا تتم تغطية المجالين الخارجيين من قبل المريض. وبالتالي، إذا تم اختيار أي من المجالين الخارجيين، فسوف ينتج فيلم ذو تعرُّض قليل.

وأخيراً، لا بد من ضبط الزمن الاحتياطي المناسب على وحدة التحكم عند استخدام نمط التشغيل AEC. إن الزمن الاحتياطي هو تدبير سلامة ضروري في حال فشل الـ AEC في وقف التعريض. لذا، يتم ضبطه عادة على زمن أطول بكثير من زمن التعريض المتوقع. وفي كثير من الأحيان يتم ضبط الزمن الاحتياطي على ثانية واحدة، أو أكثر. إذا كان ضبط الزمن الاحتياطي قصيراً جداً، فإنه يمكن إنهاء التعريض من قبل مؤقت المولد بدلاً من وحدة الـ AEC. يتم عادة، إذا حدث هذا، توفير دلالة على وحدة التحكم تنبِّه فني الأشعة السينية إلى أن التعريض تم إنهاؤه، في الواقع، عن طريق المولد.

إن وضعية المريض هي السبب رقم واحد في مشاكل الكثافة ذات الصلة بنمط التشغيل AEC. يجب أن تكون البنية التشريحية للمريض، التي ينبغي فحصها، موضوعة مباشرة أمام مجال الكاشف "الفعال" حتى يتم تعريضها بشكل صحيح. على سبيل المثال، إذا أراد أخصائي الأشعة تصوير العمود الفقري، فلا بد أن يكون العمود الفقري للمريض موضوعاً مباشرة على "الخلية" الوسطى (الفعالة) للكاشف. إذا كان العمود الفقري للمريض لا يغطي الخلية إلاّ جزئياً، فسوف تمر الأشعة من دون إعاقة نسبياً من خلال الأنسجة الطرية للمريض، مما ينتج عنه فيلم ذو تعرُّض قليل.

يستطيع مهندس الخدمة في كثير من الأحيان فحص الأفلام التي تم رفضها من قبل أخصائي الأشعة لتحديد مشكلة وضعية المريض. من خلال عرض الأفلام، يكون المهندس قادراً على استبعاد المشاكل الناجمة عن وضعية المريض بسرعة، ومن ثم يمكن البدء بفحص الأسباب الأخرى لمشاكل الكثافة.

obeikandl.com