٣٦

أنظمة إدارة الصيانة المحوسبة

Computerized Maintenance Management Systems

Ted Cohn
Manager, Clinical Engineering Department, Sacramento Medical Center
University of California, Sacramento, CA

Nicholas Cram
Texas A & M University, College Station, TX

كيف يضمن المهندسون الإكلينيكيون أن الأنظمة الطبية المُركَبة في منظمات الرعاية الصحية التابعة لزبائنهم تعمل على أكمل وجه؟ كيف يتصرف هؤلاء المهندسون عندما تتعطل تلك الأنظمة الطبية؟ ما هي أسرع طريق لاسترجاع أداء النظام الطبي على نحو يرضي الزبون، وما هي تكلفة ذلك؟ كيف يُساعد هؤلاء المهندسون في تحديد توقيت استبدال النظام الرئيسي؟ كيف يتفاعل هؤلاء المهندسون مع مُزودي الرعاية الصحية وجميع الزبائن الآخرين في منظمات الرعاية الصحية الحديثة والمعقدة مثل منظمات الاعتماد والـ FDA ومُصنِّعي التجهيزات ومديري المخاطر والمحامون؟ يستخدم معظم المهندسون الإكلينيكيون أحد أنواع أنظمة حفظ السجلات المحوسبة لمساعدتهم في إدارة أعمالهم.

لقد تطورت أنظمة إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS) لتُصبح أداة مفيدة في تقديم الدعم التكنولوجي سواء كان ذلك في دعم الورشات الصغيرة أو مُنظمات الخدمة العالمية. تَستخدم معظم منظمات دعم التجهيزات الطبية في أعمالها أحد أنواع الـ CMMS. يمكن تصنيف أنظمة الـ CMMS بشكلٍ عام على أنها إما مُطوَّرة داخلياً (عادة باستخدام البيئات الصلبة للحواسيب الشخصية المتوفرة تجارياً في السوق(COTS) وبرمجيات قواعد البيانات) أو التطبيقات التجارية لـ CMMS أو الطريقة الأحدث وهي مُزودي خدمات التطبيقات (وهي بشكلٍ أساسي خدمة إيجار برمجيات تعتمد على الإنترنت). يقدم هذا الفصل تقريراً عن الوضع الحالي لأنظمة إدارة الصيانة المُبرمجة (CMMS) المُستخدمة حالياً في المستشفيات وأنظمة الرعاية الصحية إضافة إلى بعض التكنولوجيات المستقبلية التي بدأ مُقدمو خدمات دعم التكنولوجيا الطبية المُبتكِرين باستخدامها.

يمكن لأنظمة إدارة الصيانة المُبرمجة تزويد كادر إدارة التكنولوجيا بمعلومات وفيرة تُساعد في إدارة العديد من الأعمال المُتعلقة بدعم التكنولوجيا. تتضمن الأمثلة على ذلك ما يلي:

١- إجراء تقييمات كمية تتعلق بوثوقية التجهيزات وتعتمد على معدل الأعطال وزمن توقف الجهاز عن العمل وتكاليف الإصلاح والصيانة. يمكن استخدام هذه التقييمات لتحديد التجهيزات التي يجب استبدالها التي يمكنها أن تُساعد في الاختيارات اللاحقة للبائعين عند اتخاذ قرار شراء مُنتَج الجديد.

٢- يمكن تحديد حاجات التدريب للمُستخدِم/المُشغِّل اعتماداً على سياقات المشاكل المُتعلقة بخطأ الاستخدام (مثل المشاكل غير القابلة للتكرار والوضعيات الخاطئة وتسرب السوائل والعطب الفيزيائي).

٣- يمكن وضع أولويات للصيانة المُجدولة اعتماداً على المخاطر التي يتعرض لها المريض في حال عطل الجهاز وعلى حاجات الصيانة للجهاز. يمكن استخدام الـ CMMS لموازنة وإدارة عبء العمل هذا بشكل أفضل.

٤- يمكن قياس فعالية برنامج الصيانة المُجدولة من معدل المشاكل المُحدَّدة (الحصيلة) والقطع المُستبدَلة والأجهزة غير الموجودة أو غير المتوفرة مقارنة مع العدد الإجمالي للمعاينات التي أُجريَت وفقاً لأولوية المخاطر واستُخدِمَت (أي الأجهزة غير الموجودة أو غير المتوفرة) لإدارة عبء العمل الكبير هذا.

٥- يمكن استخدام أنظمة طلبات العمل لوضع أولويات طلبات الإصلاح وكذلك لإدارة زمن توقف الأنظمة المهمة عن العمل بشكلٍ لأفضل.

يتطرق هذا الفصل إلى المجالات التالي: أسس إدارة التجهيزات الطبية –جوهر نظام الـ CMMS – وحدات الـ CMMS – سلامة البيانات – التقارير – المرافق – مواضيع الشبكة وتعدد المستخدمين – التكنولوجيات الجديدة.

أسس إدارة التجهيزات الطبية

Medical Equipment Management Fundamentals

تلعب التكنولوجيا حالياً دوراً مهماً في تقديم الرعاية الصحية. إن دور إدارة خدمة التجهيزات هو المحافظة على الأجهزة الطبية التي تُساعد في تقديم هذه الرعاية في حالة عمل جيدة. أنفقت مستشفيات الولايات المتحدة في عام ١٩٩٣ أكثر من ثلاث مليارات دولار (ECRI، ١٩٩٣) لخدمة تجهيزاتها الطبية. إن الخدمة الملائمة للتجهيزات هي أمرٌ أساسي في الرعاية الصحية الحديثة التي تتصف بفعالية كلفة وجودة عاليتين سواء كانت الخدمة تُقدَّم من قِبَل موظفي المستشفى أو من قِبَل مُصنِّعي التجهيزات أو من قِبَل مُنظمات طرف ثالث متعهدة للخدمة.

يجب على منظمات الرعاية الصحية الحديثة إدارة جميع خدمات التجهيزات بشكلٍ مستقل عن مُزود الخدمة والذي قد يكون موظفاً في المنظمة نفسها أو مُتعهداً أو مُمَثِلاً عن الشركة الصانعة أو موظفاً تابعاً لشركة أخرى مُتعاونة مع مؤسسة الرعاية الصحية مثل منظمة الشراء الجماعي (GPO). تتضمن الإدارة الشاملة لخدمة التجهيزات

كامل التكنولوجيا الطبية وجميع مُزودي الخدمة. يوجد في العديد من الحالات مُزودي خدمة متعددين وقد يضمون مجموعات داخلية متعددة (مثل الهندسة الإكلينيكية وهندسة الطب الشعاعي ومُصنِّعين متعددين ومتعهدين مستقلين متعددين). وفي حالاتٍ أخرى قد يكون هناك مُنظمة مُتعهدة واحدة تُنسِّق كامل الخدمة بغض النظر عن الجهة التي تُقدم الخدمة الفعلية لجهاز مُحدد أو لإصلاحٍ ما.

إضافة إلى مساهمته في الصيانة والإصلاح الفعليين للتجهيزات الطبية، يجب على فريق إدارة التكنولوجيا المساهمة أيضاً في جميع مراحل عمر الجهاز التي تتضمن تخطيط ميزانية رأس المال وتحليل الحاجة إلى التجهيزات ووضع المواصفات وطلب العروض/المناقصة واختيار العارض وتقييم ومراقبة مُزوِّد الخدمة وتقييم ومراقبة عقد الخدمة والتخطيط للتركيب والتركيب بحد ذاته وقبول الجهاز وتعليم المُستخدِم واسترجاع وتحذيرات المُنتَج والتحقيق في الحوادث وتحليل الاستبدال وتفكيك الأجهزة واسترجاعها (انظر إلى الفصل ٣٠). ومن الوظائف الرئيسية الأخرى إدارة الكلفة الإجمالية للبرنامج.

بغض النظر عن نموذج مُزوِّد الخدمة، فإن تنسيق الخدمة يتم من قِبَل مدير الخدمة الذي يوجد في موقع تقديم الخدمة بالنسبة إلى المنظمات الكبيرة أو الذي يتم تشاركه بين العديد من مواقع المستشفيات الصغيرة. يمكن أن يكون مدير الخدمة إما موظفاً في منظمة الرعاية الصحية أو موظفاً مُتعهداً أو موظفاً تابعاً للبائع. هناك العديد من النماذج المختلفة لدفع خدمة الجهاز الطبي وتقع على مسئولية مدير الخدمة تنسيق هذه الخدمة بشكلٍ فعال وبفعالية تكلفة عالية وذلك ضمن الوصف المُحدَّد من قِبَل الإدارة العليا لعمل هذا المدير.

تنفيذ إدارة التجهيزات Equipment Management Implementation

إن الخطوة الأولى والأكثر أهميةً في تنفيذ نظام إدارة التجهيزات (سواء كان محوسباً أو غير محوسب) هي جرد صحيح وكامل لجميع التجهيزات التي سوف تكون في برنامج إدارة التجهيزات الذي ينبغي أن يتضمن التجهيزات التي تتم خدمتها من قِبَل منظمات أخرى وتكون بحاجة إلى تعقب هذه الخدمة. يجب أن يكون لكل جهاز يحتاج إلى تعقب رقم ضبط جهاز مخصص له إضافة إلى لصاقة على الجهاز نفسه. يمكن في بعض المستشفيات استخدام رقم ممتلكات المستشفى أو رقم الملكية المخصص للجهاز كرقم لضبط الجهاز. إذا كان نظام تعقب الممتلكات غير كامل أو إذا كان شكل رقم الممتلكات غير متوافق مع نظام إدارة التجهيزات فيجب عندئذ تطوير نظام ترقيم مستقل لضبط التجهيزات. من المستحيل بدون نظام جرد فعال تعقب عمليات الصيانة والإصلاح والتحذيرات والاسترجاع والتعقب الدقيق لمعظم وظائف إدارة الأجهزة.

يجب المحافظة على صحة قوائم الجرد كما يجب تحديثها بشكل متكرر مع إضافة أجهزة جديدة إلى مخزون المستشفى وإزالة الأجهزة القديمة منه. تتضمن هذه المهمة على السياسات والإجراءات التي تتضمن على وظيفة إدارة التجهيزات كجزء مهم من وظيفة تلقّي الأجهزة الجديدة وعمليات إزالة الأجهزة واسترجاعها.

تشمل البارامترات المهمة التي يجب تعقبها مع كل جهاز في قائمة الجرد على موديل الجهاز والرقم التسلسلي له وتاريخ انتهاء الضمان ومخاطر الجهاز ونوع الجهاز ومعلومات الملكية ومعلومات جدولة الصيانة ومعلومات الشراء. يشمل مرجع Cohen (١٩٩٤) على عينة من قائمة لمجالات البيانات وتعريفها.

اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية JCAHO

إن للجنة JCAHO (JCAHO، ٢٠٠٠) تأثيراً مهماً على برنامج إدارة التجهيزات. فيما يلي شرح لبعض متطلبات JCAHO المتعلقة بإدارة التجهيزات.

المعيار EC.1.6: خطط المستشفى لإدارة التجهيزات الطبية.

تبدأ عبارة الهدف للمعيار EC.1.6 كالتالي: "تُحدِّد المستشفى كيفية إنشاء برنامج إدارة التجهيزات والمحافظة عليه من أجل تعزيز الاستخدام الآمن والفعال للتجهيزات".

يتم توثيق برنامج إدارة التجهيزات بواسطة خطة إدارة التجهيزات. تتضمن هذه الخطة على إجراءات اختيار وشراء التجهيزات وإجراءات تأسيس معايير تحديد وتقييم وجرد التجهيزات التي سوف تكون مشمولة في برنامج الإدارة وذلك قبل وضع التجهيزات في الاستخدام الإكلينيكي.

تمتلك المستشفى خيار أن تُدرج جميع أجهزة رعاية المريض في برنامجها أو أن تُطوِّر معايير تقييم مكتوبة وتطبيق هذه المعايير على أساس نوع الجهاز من أجل تحديد فيما إذا الجهاز سوف يندرج في برنامج إدارة التجهيزات أم لا. يجب التطرق إلى جميع أجهزة رعاية المريض وبشكلٍ مستقل عن مصدر الشراء بحيث تتم تغطية تجهيزات الإيجار والإيجار الذي ينتهي بالتمليك وأجهزة التبرعات والأجهزة الممتلكة من قِبَل الأطباء. يجب أن يتضمن معيار التقييم المكتوب على التالي:

١- وظيفة الجهاز (على سبيل المثال: هل يُزوِّد الجهاز وظيفة داعمة للحياة أو وظيفة إنعاش؟).

٢- المخاطر الإكلينيكية والفيزيائية على المريض: ما هو احتمال فشل الجهاز الذي قد يؤدي إلى إصابة فيزيائية خطيرة؟ كيف يُستخدم الجهاز؟ وكيف تُستخدم البيانات الصادرة من الجهاز؟ ما يحدث إذا أظهر أو قدَّم الجهاز بيانات إكلينيكية خاطئة؟

٣- مُتطلبات الصيانة: هل يتطلب الجهاز استبدال دوري للقطع وتزييت وإعادة معايرة أو أعمال صيانة روتينية أخرى لكي يعمل بشكل مناسب وآمن؟ ما هي أعمال الصيانة الأخرى التي يجب أن يقوم بها مُزود الخدمة؟

٤- تاريخ الحوادث: هل للجهاز تاريخاً من بيانات الحوادث أو مشاكل خطيرة أخرى؟

لقد تم تطوير العديد من الطرائق لتحديد المخاطر المترافقة مع جهازٍ مُحدد أو مع نوع معين من الأجهزة. تُقدِّم أبسط هذه الطرائق تصنيفاً ثلاثي المستويات (عالي المخاطر – متوسط المخاطر – منخفض المخاطر) لكل جهاز

مشمول في برنامج إدارة التجهيزات. كما تتضمن بعض الطرائق على قابلية تحديد الأنظمة الحرجة. والأكثر من ذلك، فقد لا يكون من الضروري إدراج الأجهزة منخفضة المخاطر، التي ليس لها متطلبات صيانة، في الخطة كونها تعتمد على الكودات والمعايير والسياسات المحلية.

إضافة إلى JCAHO فإن هناك العديد من السلطات على مستوى الولاية وكذلك على المستوى المحلي ذات صلة بكودات الأبنية (على سبيل المثال، الاتحاد الوطني للحماية من الحريق NFPA)، كما تتواجد منظمات مهنية (مثل الكلية الأمريكية لأخصائيي علم الأمراض CAP واتحاد بنط الدم الأمريكي ABBA) ذات متطلبات اعتماد وقوانين ترخيص وضابط وتنظيمات ومعايير تتغير مع نوع ومكان المؤسسة.

تجميع البيانات Data Collection

إن البيانات الرئيسية الواردة إلى برنامج إدارة التجهيزات هي معلومات الإصلاح وطلبات الصيانة المُجدولة وإيصالات التجهيزات الجديدة وتحذيرات واسترجاع المُنتجات ومعلومات الحوادث والأخطار الأخرى. هناك حاجة لتجميع هذه الكمية الكبيرة من المعلومات بطريقة سهلة للمستخدم ومضبوطة ومُنظمة. إن الطرائق غير المؤتمتة لتجميع هذه البيانات هي النماذج الورقية لطلبات العمل (المُجدولة وغير المُجدولة) والطلبات الهاتفية ووثائق التجهيزات المورَّدة (إما الوثائق الداخلية أو منشورات ووثائق البائع التي تأتي مع الطرود).

عادة ما تعتمد أنظمة إدارة بيانات الجهاز على رقم ضبط الجهاز الخاص بكل جهاز والذي يُخصَّص له من قِبَل مؤسسة الرعاية الصحية أو منظمة إدارة الخدمة المُتعاقَد معها. يتم إنشاء ملف لكل جهاز حيث يُحفظ فيه فعاليات الإصلاح والصيانة لهذا الجهاز. يجب أن يتضمن هذا الملف على جميع فعاليات الصيانة والإصلاح التي أجريت على الجهاز بغض النظر عن مُزود الخدمة.

من الصعب في أنظمة إدارة التجهيزات الطبية غير المؤتمتة تنفيذ عمليات التحليل الإحصائي للبيانات بما فيها معلومات حسابات مركز التكلفة وتحليل المشاكل المتعلقة بنوع الجهاز وإعداد التقارير وتحاليل إحصائية أخرى تتعلق بمشاكل إعداد التقارير والتغيرات. عندما يشمل الجرد على عدد كبير من الأجهزة ومن ثم على عدد كبير من طلبات العمل المُجدولة وغير المُجدولة، فإن التحليل الإحصائي بالطرائق غير المؤتمتة يُصبح مُزعجاً. تمتلك العديد من المستشفيات الكبيرة أكثر من ١٠,٠٠٠ جهازٍ حيث تُنفذ أكثر من ٢٠,٠٠٠ طلب عمل في السنة. يجب إجراء التحاليل الإحصائية لهذه البيانات من أجل الحصول على اتجاهات التغير المفيدة للمشاكل المُصنفة وفقاً للأقسام ووفقاً لموديل الجهاز ونوعه. تُصبح اتجاهات التغير هذه معلومات يمكن استخدامها لتحديد التجهيزات التي هي بحاجة إلى استبدال ولتحديد متطلبات تدريب المُستخدم وفقاً للأقسام ووفقاً لنوع أو موديل الجهاز. ومن الواضح أن إدارة هذه الكمية الكبيرة من البيانات هو أحد أسباب استخدام الحواسيب في البرامج الحديثة لإدارة التجهيزات.

يُدرك المهندسون الإكلينيكيون ومديرو المستشفيات الكلفة والميزات التقنية وراء مركزية إدارة التجهيزات وخدمات الصيانة كما يتبين من ازدياد المسئوليات التي يتلقاها العديد من أقسام الهندسة الإكلينيكية والمتعهدين. يشمل ذلك على ازدياد مسئوليات الصيانة والإصلاح للتجهيزات الإكلينيكية في التصوير الشعاعي والمخابر الإكلينيكية وللتجهيزات غير الإكلينيكية المتعلقة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات عن بعد والإنسان الآلي. إضافة إلى ذلك، فمع شراء المستشفيات الكبيرة للمستشفيات الصغيرة المجاورة والعيادات ومراكز الجراحة المستقلة والمنشآت الأخرى ذات الصلة بالرعاية الصحية (أو إدارة هذه المنشآت بشكل مشترك)، فإن إصلاح وصيانة التجهيزات الطبية في هذه المنشآت يُصبح على الأغلب مسئولية قسم الهندسة الإكلينيكية للمنظمة الأصل. مع استمرار نمو المسئوليات والتعقيدات التقنية يُصبح من الواضح ضرورة وجود قواعد البيانات المحوسبة من أجل إدارة الكمية الكبيرة من البيانات ولتحويل هذه البيانات إلى معلومات إدارة مفيدة.

جوهر نظام إدارة الصيانة المحوسب
The Computerized Maintenance Management System Core

يتألف جوهر نظام إدارة التجهيزات من قوائم جرد التجهيزات وسجل الإصلاح والصيانة وضبط طلبات العمل. إن جرد التجهيزات هو ملف مؤتمت لجميع التجهيزات المشمولة في الـ CMMS. إن سجل الإصلاح والصيانة هو سجل لكل حادثة إصلاح وصيانة يشكل مستقل عن مبتدئ هذه الحادثة وعن مزود الخدمة. يُستخدم ضبط طلبات العمل لإنجاز الأعمال ووضع أولويات الأعمال المطلوبة ولجدولة المعاينة الدورية والصيانة الوقائية (PM) ولتعقب حالة طلبات العمل المُجدولة وغير المُجدولة التي هي قيد الانتظار.

جرد التجهيزات Equipment Inventory

في نظام الـ CMMS النموذجي وعندما يتم استقبال جهاز جديد، فإن تقني الأجهزة الطبية الحيوية (BMET) يضمن إتمام الطلب ومعاينة وفحص الجهاز وفقاً لكتالوج الخدمة المُقدَّم كجزء من الطلب وكذلك يضمن تحديد فيما إذا كانت هناك حاجة لإدراج الجهاز في برنامج إدارة التجهيزات وفقاً لنوع الجهاز ومعيار المُنظمة الخاص بإدراج الأجهزة في هذا البرنامج وسياسات مُنظمة الهندسة الإكلينيكية. وإذا كان من الضروري إدراج الجهاز في برنامج الـ CMMS فإن الـ BMET يقوم بإدخال المادة الجديدة في قاعدة البيانات (أو يقوم بتعبئة نموذج بحيث يقوم موظف إدخال البيانات بإدخالها) كما يقوم بإتمام طلب عمل معاينة التوريد.

يجب جعل وصف الجهاز والمجالات الأخرى واضحة قدر الإمكان وذلك باستخدام رموز التجهيزات التي اعتمدتها ECRI (ECRI، ١٩٩٤) والتقنيات المتعلقة بقاعدة البيانات بحيث يكون (على سبيل المثال) لكل موديل فريد إدخالاً وحيداً يُستخدم لجميع إدخالات هذا الموديل. كما يمكن أن يكون لكل موديل ونوع جهاز مجالات

أساسية عديدة (مثل معلومات الصيانة المُجدولة كمعدل تكرارية المعاينة ومرجع عملية الصيانة). يمكن استخدام بُنية شبيهة من أجل قسم الملكية (مركز التكاليف) مع وضعيات أساسية للمكان والتكرارية الدنيا للصيانة المُجدولة. تسمح طريقة البناء الصندوقية هذه، والمُزودة بجداول معيارية (مثل نوع ووصف القسم) وقيم أساسية مبنية ضمنياً، ببناء سجلات التجهيزات بشكل سريع وبمرونة وسلامة أعظميين للبيانات.

يُبين Cohen (١٩٩٤) المجالات وتعريفها وهي عادة ما تُخزَّن كجزء من جرد التجهيزات.

أما بالنسبة إلى الأجهزة الجديدة التي ليس لها وصف موديل أو نوع في الـ CMMS فيجب قبل توليد سجل جهاز جديد لها بناء سجل نوع الجهاز ومن ثم بناء سجل الموديل.

السجل التاريخي المُتكامل
The Integrated History Record

أما الجزء الثاني لجوهر الـ CMMS فهو السجل التاريخي المُتكامل. في الوقت الذي تكون فيه غالبية سجلات التجهيزات معيارية بشكلٍ لا بأس فيه في أنظمة الـ CMMS، فإن سجلات الصيانة والإصلاح هي غير معيارية ولا يوجد إجماع بخصوص البيانات التي يجب تجميعها وطريقة تجميعها ومن هو المسئول عن ذلك.

يوفر مفهوم السجل التاريخي المُتكامل مُزوِّد خدمة ذا تاريخ مستقل للإصلاح والصيانة ومُرتبط بزمن وتاريخ الخدمة ومترافق مع كل حادثة خدمة.

تم إدراج مجالات السجل التاريخي المُتكامل في مرجع Cohen (١٩٩٤).

يتضمن السجل التاريخي النموذجي على المعلومات التالية:

- المشكلة الأصلية أو الطلب: نص طلب المشكلة الأصلي.
- نوع طلب العمل: صنف العمل (مثل صيانة مُبرمجة أو إصلاح أو معاينة توريد أو مشروع أو تحذير/استرجاع).
- تاريخ وزمن الفتح: تاريخ وزمن البدء.
- المهمة أو المهام بحيث تحتوي كل مهمة على المعلومات التالية:
- تاريخ وزمن البدء والانتهاء لكل مهمة.
- حالة طلب العمل عند انتهاء المهمة (مثل مُنتهي أو بانتظار قِطع للجهاز) والإحالة إلى البائع.
- هوية مُزود الخدمة أو التقني أو المهندس الذي قام بتنفيذ المهمة (مثل البائع أو المهندس الإكلينيكي أو تقني التجهيزات الطبية الحيوية).
- ساعات العمل للمهمة وتتضمن زمن التنقل والزمن الإضافي.

- كلفة القِطع والمواد.
- دلالة على طلب شراء القِطع أو طلب الإصلاح للبائع أو طلب بيع مخزون القِطع.
- زمن توقف الجهاز عن العمل: وهو هام بشكل خاص للأجهزة الطبية مرتفعة الكلفة (مثل أجهزة التصوير) حيث يؤثر زمن التوقف بشكل غير ملائمة وكبير على عدد المرضى الذين يتم تخديمهم ومن ثم على الدخل المادي لهذه الأجهزة.

يترافق مع كل مهمة قائمة بعدد مُحدَّد من الأعمال المُتخذة كجزء من المهمة. ليس هناك إجماع في مجتمع الهندسة الإكلينيكية بخصوص ترميز هذه البيانات الإضافية المهمة أو كتابتها على شكل نص. كما يجب ترميز المجالات الخاصة المُعينة التي تتسبب بحدوث أعمال أخرى (مثل كودات تُشير على حالة طلب العمل وكودات تُستخدم لتحديث تواريخ الاستحقاق المُجدولة). تشمل هذه المجالات على تحقيق السلامة الكهربائية وإتمام المعاينة وإتمام الصيانة الوقائية. يمكن أن تكون المجالات الأخرى إما على شكل نص حر أو مُرمَّزة. عادة ما يُقدم النص الحر معلومات قابلة الفهم بينما تكون البيانات المُرمَّزة أسهل للتحليل الإحصائي.

النظام الثانوي لطلب العمل Work Order Subsystem

يتألف النظام الثانوي لـ CMMS النموذجي من الوحدات التالية: مُدير لطلبات العمل غير المُجدولة ومُنفذ تقني ومُجدول معاينة وصيانة وقائية. كما تتضمن بعض الأنظمة على مكتبة لمعاينة عملية الصيانة الوقائية.

يوثّق مُدير طلبات العمل غير المُجدولة الطلبات الواردة من أجل خدمات الإصلاح ويحافظ على تعقب طلب العمل حتى إتمامه. تتضمن المعلومات النموذجية المُتعقَبة طلب الاسم ورقم الهاتف وهوية الجهاز ومشكلة الجهاز/أو الخدمة المطلوبة وموقع الجهاز ونوع طلب العمل (أي: إصلاح أو معاينة جديدة أو تحذير/استرجاع لمُنتَج ما) وأولوية طلب العمل (أي: مدى حاجة الزبون لإتمام العمل). انظر إلى Cohen (١٩٩٤) من أجل قائمة المجالات وتعريفها.

يُستخدم مُجدول الصيانة للبدء في المعاينات المُجدولة والاستبدال المُجدول للقِطع وطلبات عمل الصيانة الوقائية المُجدولة وإدارتها. تُعرَّف المعاينات المُجدولة بأنها المعاينات الدورية التي تؤكد أن المُنتَج يُحقق مواصفات المُصنِّع باستخدام مصادر ذات معايرة خارجية وأجهزة قياس. يتم إتمام المعاينات المُجدولة بشكلٍ عام في الموقع ولا تتطلب إزالة غطاء الجهاز. إن الاستبدالات الدورية للقِطع هي استبدالات لقِطع معينة مُحدَّدة مسبقاً وفي فترات مُحدَّدة مسبقاً. (مثل استبدال بطاريات النيكل- كادميوم لمزيل الرجفان كل سنتين).

إن الصيانة الوقائية (PM) هي أعمال ضرورية أو مرغوبة من أجل إطالة فترات التشغيل بين الأعطال ولإطالة عمر الجهاز ولكشف وتصحيح المشاكل غير الظاهرة للمستخدم. يمكن أن تتضمن الـ PM على أعمال

الاستبدال المُجدول للقِطع والمعاينة، إلا أن الـ PM هي بشكل عام أكثر اجتياحاً بحيث أنها تتطلب على الأغلب جلب الجهاز إلى موقع الورشة كما تتطلب الوصول إلى الأجزاء الداخلية للجهاز (مثل: تزييت الأجزاء المُتحركة للسرير الكهربائي).

يترافق مع كل جهاز في نظام الـ CMMS النموذجي بيانات معاينة مُجدولة تشمل على التالي لكل نوع من المعاينة المُجدولة: مسئولية المُزوِّد (أي: مُزوِّد الخدمة المسئول عن إتمام المعاينة والـ PM) والفترة الزمنية (مثل: ١٢ شهراً) وشارة ثابتة أو عائمة وتاريخ تزامني للجدولة الثابتة وأحدث تاريخ لإتمام المعاينة وتاريخ الاستحقاق التالي.

يُحسب تاريخ الاستحقاق التالي إما وفقاً لأساس ثابت أو عائم. يؤدي الجدول الثابت إلى جدولة العمل في الوقت ذاته في كل عام اعتماداً على الفترة الزمنية وتاريخ التزامن وبغض النظر عن توقيت إتمام آخر عملية معاينة. يؤدي الجدول العائم إلى تاريخ استحقاق جديد يُحدَّد من خلال الفترة الزمنية للمعاينة وتاريخ إتمام آخر معاينة. يبدأ مُجدول المعاينة، بناءً على الطلب أو في أزمنة ثابتة (أسبوعياً أو شهرياً على سبيل المثال)، واعتماداً على البارامترات المذكورة أعلاه بطباعة ملخص لطلبات العمل المُفصَّلة والتي سوف تُشكِّل العمل المُجدَول للفترة التالية.

تتألف مكتبة عملية الصيانة الوقائية والمعاينة من مجموعة الإجراءات الخاصة بنوع الجهاز والموديل تُفصِّل المهام والقِطع المطلوبة لإتمام المعاينة الدورية والصيانة الوقائية والاستبدال الدوري للقِطع. تستخدم بعض المُنظمات كتالوجات الخدمة كمراجع بينما تُطوِّر مُنظماتٌ أخرى إجراءات مطبوعة باستخدام معالجات الكلمات (Word Processors) وتستند إليها كمرجع، ومع ذلك فإن مُنظمات أخرى تستخدم إجراءات مُتطورة تعتمد على أنظمة الـ CMMS التي تستخدم مجالات قواعد البيانات من أجل المهام العامة وتبني الإجراءات كمجموعات من المهام. ليس هناك إجماع على شكل بيانات الإجراءات ما عدا تلك الإجراءات الخاصة بالموديل وتلك المطلوبة لمعظم الأجهزة عالية المخاطر (مثل أجهزة التنفس الاصطناعية والأنظمة المعقدة مثل: أنظمة التصوير).

من المُلزم للتقنيين الذين يُنفذون مهام الصيانة المُجدولة أن يفحصوا الجهاز قيد المعاينة بشكلٍ ثابت وملائم. تسمح معظم أنظمة الـ CMMS بتوليد طلبات عمل الصيانة المُجدولة إما كاستمارات فردية لطلبات عمل (مع تفصيل العمل على طلب العمل المطبوع) أو كقائمة من طلبات العمل ذات صلة بالعملية المطبوعة. تُقدِّم العديد من الأنظمة التجارية كلى الخيارين وتترك لإدارة الهندسة الإكلينيكية قرار طباعة الإجراءات لكل طلب عمل.

قِطع الإصلاح وإدارة مُزوِّد الخدمة Parts and Service Provider Management

إن إحدى الفلسفات الأساسية لنظام الـ CMMS الجيد هي تعقب جميع الخدمات وتدوين جميع التكاليف بغض النظر عن مُزوِّد الخدمة. يشرح هذا المقطع الأساليب المختلفة لتعقب وإدارة قِطع الإصلاح وخدمات البائع.

القِطع Parts:

تُعتبر طريقة الحصول على القِطع إحدى أساليب تصنيف قِطع الإصلاح. عادة ما يتم الحصول على قِطع الإصلاح من أحد أنواع المصادر التالية: القِطع المُخزنة أو القِطع التي يتم شرائها مباشرة من البائع وتُشحَّن إلى المستشفى من أجل استخدام مُحدد في إصلاحٍ مُعين أو قِطع يتم تزويدها من قِبَل البائع كجزء من خدمة البائع التي تشمل أعمال التركيب.

تُخزَّن القِطع المُخزَّنة محلياً من أجل الاستخدام المستقبلي. يمكن تخزين هذه القِطع في غرفة تخزين أو عند طاولة عمل تقني الأجهزة أو في أماكن أخرى. تُحافظ جميع أقسام الهندسة الإكلينيكية على مخزون من العناصر الإلكترونية والبطاريات والكابلات والصواميل والمسامير ومُستلزمات أخرى. كما تُخزِّن العديد من الأقسام بوردات دارات كهربائية وقِطع أخرى باهظة الثمن مُخصصة لأجهزة طبية مُحددة.

يعتمد تحديد فيما إذا كان يجب تخزين القِطع أو طلبها عند الحاجة على مدى أهمية الجهاز ومقدرة حصول قسم الهندسة الإكلينيكية على قِطع مُعينة من المصدر بشكل سريع. وباعتبار أن التحديد المُسبق لجميع الأعطال يعتبر أمراً مستحيلاً وباعتبار أن تخزين جميع القِطع ولجميع الأجهزة هو أمرٌ باهظ الكلفة، فإنه لا يتم تخزين القِطع الرئيسية التي تتصف بارتفاع كلفتها انخفاض مُعدَّل تعطلها.

إن لدى بعض أقسام الهندسة الإكلينيكية سلطة شرائية حيث تُصدر طلبات الشراء الخاصة بها. يسمح اجتماع السلطة الشرائية مع وظيفة الاستقبال المباشر في الهندسة الإكلينيكية وتوفُر أنظمة توصيل السلع الفدرالية (UPS) وشركات النقل البريدي الليلية، بأن تتم عملية طلب القِطع وتوريدها خلال ٢٤ ساعة مما يُخفض إلى الحد الأدنى من الحاجة إلى تخزين القِطع التي تتصف بارتفاع كلفتها انخفاض مُعدَّل تعطلها. ورغم ذلك ما تزال بعض أقسام الهندسة الإكلينيكية تُعاني من العبء الذي تفرضه بروتوكولات الشراء للمؤسسة التي تفرض ضرورة الموافقة المُسبقة وتقديم طلب القِطع إلى قسم الشراء. إن الأنظمة المحوسبة لإدارة القِطع هي غير معيارية وعادة ما تختلف بشكل كبير من قسم إلى آخر ومن مؤسسة إلى أخرى.

تتطلب برامج إدارة القِطع التي تعتمد على أنظمة الـ CMMS أن يكون لجميع القِطع المُدخلة إلى البرنامج رقم قِطعة فريد مُحدَث مُسبقاً من قِبَل الهندسة الإكلينيكية. ومن ناحية أخرى فإن بعض الأنظمة لا تتطلب رقم قِطعة فريد مُحدَث مُسبقاً من قِبَل الهندسة الإكلينيكية وإنما تستخدم رقم القِطعة الذي يُحدده المُصنِّع كدليل في نظام إدارة القِطع. تشمل المجالات الأخرى التي عادة ما يتم تجميعها على وصف القِطعة والأسعار والمُصنِّع ورقم القِطعة الذي يُحدده المُصنِّع ورقم القِطعة الذي يُحدده البائع.

إن معظم أنظمة الشراء والمحاسبة للمستشفيات هي أكثر تعقيداً وتتطلب أنظمة أكثر تعقيداً لإدارة القِطع. على سبيل المثال، تُخزِّن بعض أقسام الهندسة الإكلينيكية عدد كبير من القِطع وكذلك قِطع عالية الكلفة وتفرض هذه

الأقسام أن يشمل التسعير زيادة في سعر الشحن وذلك لدفع نفقات غرف تخزين القِطع. قد تتطلب أقسامٌ أخرى أن تتم حسابات التسعير اعتماداً على متوسط السعر المدفوع عندما يتم إعادة بيع عدة قِطع (والتي تم شرائها في أوقات مختلفة وبأسعار مختلفة) إلى زبون الهندسة الإكلينيكية كجزء من الإصلاح. أما المؤسسات الأخرى التي تعتمد على الشراء السريع للقِطع عند الحاجة فقد تتطلب من أجل الشراء مرجعاً لرقم طلب شراء مُحدَّد أو رقم بطاقة طلب الشراء.

إدارة مُزوِّد الخدمة Service Provider Management :

لا يمكن لأي قسم هندسة إكلينيكية تقديم ١٠٠٪ من الخدمات المطلوبة للتجهيزات في ١٠٠٪ من الأوقات ولـ ١٠٠٪ من مخزون التجهيزات. من أجل ضبط كلفة وجودة خدمات إصلاح وصيانة الأجهزة الطبية من قِبَل البائع ، فإنه من المناسب لأقسام الهندسة الإكلينيكية أن تضبط وأن تُنسق الخدمات التي يُقدمها البائع للتجهيزات.
يمكن أن تتألف خدمات البائع من أعمال ضمان غير قابلة للفوترة وخدمة تُنفَّذ على أساس تكلفة لكل خدمة وخدمة تُنفَّذ بموجب عقد خدمة مدفوع مسبقاً وخدمات قابلة للفوترة تُنفذ بموجب عقد خدمة مدفوع مسبقاً ولكن خارج شروط الدفع المُسبق للعقد وخدمات أخرى قابلة وغير قابلة للفوترة (مثل: استرجاع المُنتَج وأعمال التركيب). ينبغي على قسم الهندسة الإكلينيكية تعقب جميع التكاليف (مثل: الدفع المُسبق والفواتير والشحن والضرائب والقِطع والعمالة).

يجب تنسيق وتعقب جميع أعمال خدمة البائع بأسلوب شبيه للبيانات المُجمعة من أجل الأعمال الداخلية. عادة ما يُتِّم البائعون تقارير الخدمة عند إنهاء المهمة أو عندما يغادروا الموقع ولو لم تنتهي المهمة. تُعتبر تقارير الخدمة هذه من الوثائق الأساسية التي تُستخدم من أجل تجميع البيانات. يجب أن تطلب الهندسة الإكلينيكية تقارير الخدمة هذه كما يجب أن تُقدَّم إليها جميع أعمال البائع المدفوعة منها وغير المدفوعة.

إضافة إلى ذلك، عادة ما تتطلب الخدمات القابلة للفوترة طلب شراء قبل أن يقوم البائع بتقديم الخدمة. سوف تُنتج الخدمات القابلة للفوترة بطبيعة الحال فاتورة تسعير مُفصلة. ورغم إمكانية استخدام التسعير التقديري لخدمات البائع من أجل تعقب التكاليف إلا أنه يجب على أقسام الهندسة الإكلينيكية الحصول على فاتورة ومقارنتها مع طلب الشراء وتقرير الخدمة ومراجعة التكاليف للتأكد من أن الكلفة مناسبة للعمل الذي تم إنجازه ومن ثم إتمام التوثيق من خلال إدخال بيانات الكلفة والبيانات التقنية المناسبة إلى نظام الـ CMMS.

تُصبح متطلبات الـ CMMS أكثر تعقيداً إذا تم استخدام ضمان الصيانة وعقود الشراكة وخطط مشاركة المخاطر ومشاركة التكاليف. وهذا ما يتطلب على الأغلب المحافظة على تعقب الشروط والحالات المختلفة التي تُثير تكاليف أو تخفيضات إضافية. تتجمع هذه المثيرات عادة عبر عدد كبير من الأجهزة وعبر السنوات.

دقة البيانات وسلامتها
Data Accuracy and Integrity

تُشكل إدخالات الأجهزة الجديدة وإدخالات تاريخ خدمة الأجهزة معظم البيانات المُجمَّعة في نظام الـ CMMS. عادة ما تُجمَّع بيانات تاريخ الخدمة من قِبَل تقني التجهيزات الطبية ومن ثم تُدخَل بشكل مباشر عن طريق لوحة المفاتيح إلى الـ CMMS أو يتم تعبئة نموذج ورقي حيث يقوم موظف إدخال البيانات بإدخالها إلى الـ CMMS على طريق لوحة المفاتيح. يمكن أن تُدخَل بيانات التجهيزات من قِبَل الموظفين أو التقنيين وذلك من طلبات الشراء أو من نماذج الأجهزة الجديدة التي تم تعبئتها من قِبَل فني الأجهزة الطبية لكي يتم إدخالها لاحقاً من قبل موظفي إدخال البيانات. تُدخَل تقارير خدمة مُزودي الخدمة الآخرين إلى الـ CMMS من قِبَل التقنيين أو الموظفين أو يمكن إدخالها عن طريق الماسحات الضوئية.

تهدف متطلبات إدخال البيانات إلى الحصول على أعلى دقة للبيانات مع تخفيض أزمنة إدخالها إلى الحدود الدنيا. يمكن تخفيض أزمنة إدخال البيانات إلى الحدود الدنيا من خلال استخدام الأساسيات وعدم الحاجة إلى الإدخالات المُسهَبة. يمكن الحصول على أفضل دقة للبيانات وكذلك على سلامة البيانات من خلال جعل نظام الـ CMMS سهلاً للاستخدام بشكلٍ صحيح وبفرض قوانين سلامة البيانات عندما يكون ذلك مناسباً وتأسيس سياسات تشغيلية وممارسات تفرض على كل موظف إدخال بيانات دقيقة وكاملة.

يمكن تقسيم مواضيع سلامة البيانات إلى مدى أبعد على الشكل التالي (Barta، ٢٠٠١):

١- سلامة بيانات تُفرَّض من قِبَل نظام الـ CMMS.

٢- سلامة بيانات مُحسَّنة (ولكن غير مفروضة) من قِبَل نظام الـ CMMS.

٣- سلامة بيانات تعتمد على إجراءات تشغيل وتعاريف معيارية تُطبَّق على كامل القسم.

يمكن استخدام فرض سلامة البيانات عندما تكون المرونة في العملية غير مطلوبة وعندما تحدث علاقة مطلقة بشكل دائم. يحدث ذلك على الأغلب في أنظمة الـ CMMS المُفصَّلة لاستخدامٍ معين حيث يمكن أن تُبنى قوانين العمل ضمن نظام الـ CMMS وحيث لا تكون المرونة مطلوبة بخصوص مطابقة العديد من قوانين المؤسسة. أحد أمثلة فرض سلامة البيانات هو أن يكون لكل طلب شراء قِطع رقم طلب شراء صحيح وقسم صحيح وبائع صحيح مترافق مع الطلب. يكون من المناسب فرض سلامة البيانات في كل حالة يوجد فيها مُتطلب مُطلق لوجود مجال مرجع صحيح.

تتطلب بعض المجالات إدخالاً معيناً ولكن لا يكون من الضروري الرجوع إلى جدول أو ملف آخر. الأمثلة على هذه المجالات المطلوبة هي الموديل والمُصنِّع لكل رقم ضبط جهاز وتاريخ بدء وانتهاء كل طلب عمل. تشمل الأنواع الأخرى للفرض المُطلق للبيانات على النوع الصحيح للبيانات (مثل الرقمية أو الشريطية أو التاريخ) وعلى

التحقق من المجال (مثل: التحقق من التاريخ الصحيح) وعلى التحقق من العلاقة بين المجالات. على سبيل المثال، لا يمكن أن يكون تاريخ انتهاء طلب العمل قبل تاريخ بدء طلب العمل.

عندما لا يمكن فرض سلامة البيانات بشكلٍ مُطلق من قِبَل نظام الـ CMMS بسبب بعض الاستثناءات والحالات التي تتطلب مرونة أكثر مما تسمح به السلامة المُطلقة للبيانات، فمن المناسب استخدام نفس مفاهيم سلامة البيانات ولكن مع أساسيات وتحذيرات وأساليب تسمح للمستخدم بتجاوز نظام سلامة البيانات بشكل قانوني. على سبيل المثال، عندما يُضاف موديل جديد فقد يُظهِر نظام الـ CMMS قائمة من الموديلات المشابهة ويسأل من موظف إدخال البيانات إما اختيار أحد الموديلات من القائمة على أنه رمز الموديل الصحيح أو الدلالة إلى أن الموديل الجديد الذي تم إدخاله بحاجة إلى إدخال جديد صحيح. يساعد ذلك في تخفيض الإدخال التكراري غير المقصود للموديلات بسبب الاختلافات الطفيفة في تهجئة الموديل والترقيم المُستخدَم، إلا أن ذلك لا يحول دون إدخال أسماء الموديلات الجديدة.

يجب أن يكون لكل قسم يستخدم نظام الـ CMMS مجموعة تعاريف معيارية وإجراءات تشغيلية على مستوى القسم تشرح استخدام النظام وشكل البيانات وقياسات البيانات والمجالات المطلوبة كما يجب أن توضِّح الإدارة الأساليب التي تُفضِّلها للأجزاء الموثقة لبعض المهام المعينة. على سبيل المثال، هل تم توثيق زمن التنقل وزمن الانتظار كجزء من طلب عمل الإصلاح؟ تؤسس هذه المجموعة من إجراءات التشغيل المعيارية ثباتاً لا يمكن برمجته في نظام الـ CMMS (ولا حتى في نظام الـ CMMS المُفصَّل) وتجعل نظام الـ CMMS أداة إدارة أكثر فعاليةً وفائدةً.

التقارير
Reports

إن مقدرة نظام الـ CMMS على إصدار التقارير هي قلب وجوهر مُنتَج البائع من وجهة نظر الإدارة. إن قابلية الـ CMMS على إنتاج التقارير المناسبة والمُفيدة والمُختصَرة تُحوِّله إلى أداة إدارة. عند تبرير شراء نظام الـ CMMS فإن إظهار وتوضيح مقدرات إعداد التقارير إلى الإدارة العليا هو أحد مفاتيح إتمام أو عدم إتمام الصفقة (مع الأخذ بعين الاعتبار سعر النظام). تعتمد جميع إجراءات الإدارة التكنولوجية الناجحة على القدرة على جمع البيانات وتجميعها وتحويلها إلى معلومات إدارية مفيدة ومن ثم إصدار قرارات موثوقة تعتمد على المعلومات. إن إصدار التقارير هي أداة الاتصال الأساسية والداعمة للقرار في أنظمة الـ CMMS.

تتمركز قابلية جعل نظام الـ CMMS يعمل باتجاه حاجاتك الخاصة حول قدرات النظام على إصدار التقارير. يجب أن تكون بُنية الوصول إلى إعداد التقارير سهلة الاستخدام وحدسية وبنفس الوقت توفر طاقة إعداد تقارير كافية للسماح بتجميع وإعداد التقرير الخاص ببيانات أي من المجالات بأسلوب يُناسب المُستخدِم النهائي. عادة ما

تُستخدَم طريقة الطبقات مع التقارير المُغلَّفة (canned reports) من أجل متطلبات إعداد التقارير الشائعة (مثل التقارير الشهرية للزبائن) والتقارير الخاصة من أجل اختيار المجالات المختلفة التي تُعَّد لها التقارير بشكل شائع (مثل تقارير تاريخ الجهاز مع مجالات للتواريخ) والتقارير المُفصَّلة من أجل متطلبات إعداد التقارير الأكثر تعقيداً (مثل تحديد مؤشرات الكلفة) التي قد يتطلب توليدها بعض المهارات البرمجية.

يجب أن تكون إجراءات "التوجيه والنقر point-and-click" خط أساس إعداد التقارير إضافة إلى المخططات والرموز المعروفة والتي هي سهلة الإدراك والفهم بغض النظر عن معرفة الكادر بالحواسيب. إن التراكيب التي تعتمد على Microsoft Windows هي من الأساليب التي تُقدِّم سهولة استخدام للمُستخدِم. قد تستخدِم أدوات إعداد التقارير الأكثر تطوراً لغة الاستفهام الهيكلية (مثل SQL)، لاستخلاص البيانات من قاعدة البيانات، وأدوات إعداد تقارير إضافية (غالباً ما تكون طرفاً ثالثاً مثل Crystal Reports) من أجل تهيئة شكل التقرير وطباعته. يجب أن يمتلك نظام الـ CMMS عملية استفهامية موثوقة تسمح بالترابط مع قاعدة البيانات الرئيسية من أجل جميع التقارير المطلوبة. يجب أن تمتلك التقارير المقدرة ليس فقط على الطباعة على الورق بل أيضاً إمكانية مشاهدتها على الشاشة ونشرها كملفات حاسوبية قابلة للإرسال (مثل ملفات الـ PDF) أو كصفحات على شبكة الإنترنت (مثل ملفات html).

تُصدِر جميع أنظمة الـ CMMS تقاريرً عامة. قد تكشف مراجعة التقارير العامة التي يولدها النظام إلى ضرورة إعداد تقارير خاصة بمنشأة الرعاية الصحية ذاتها. يمكن توليد التقارير الخاصة من خلال مجالات يُحدِّدها المُستخدِم ومن خلال تقارير مُفصلة تُعَدّ من قِبَل البائع أو طرفٍ ثالث. كما يمكن توليد هذه التقارير داخلياً من قِبَل كادر قسم تكنولوجيا المعلومات أو قسم الهندسة الإكلينيكية اعتماداً على الموارد المتوفرة وباستعمال أدوات كتابة التقارير المتوفرة في نظام الـ CMMS. يوصي المؤلفون بأن يشمل عقد التسعير على اتفاق مع البائع الأصلي بخصوص جميع التقارير المُفصَّلة المطلوبة بشكلٍ أساسي. يَطلُب بائعو الطرف الثالث للبرمجيات مبلغاً قد يصل إلى ٥٠,٠٠٠ دولاراً أمريكياً لكل تقرير مُفصَّل. تُشكِّل إظهارات الـ Pop-up (التي تُفعَّل من خلال حدود المؤشرات) لوحة إظهار تُساعد في دعم القرار وضبط الإدارة (انظر إلى الفصل ١٠٠).

يجب أن يكون نظام الـ CMMS قادراً على تحقيق المتطلبات التنظيمية لإعداد التقارير وبالأخص متطلبات اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية (JCAHO) وإدارة الغذاء والدواء (FDA) (انظر إلى الفصل ١٢٦) ووكالات الصحة على المستوى المحلي وعلى مستوى الولاية. يجب أن تتضمن الهيكلية الأساسية لإعداد التقارير في الهندسة الإكلينيكية على قائمة جرد لجميع التجهيزات الطبية وعلى عملية توليد وإنهاء طلب العمل وعلى ترتيب الأجهزة الطبية وفقاً للمخاطر وعلى جدولة للصيانة الوقائية وعلى تخصيص توقيت المُستخدَمين وتخصيص الموارد

(المُستخدَمين والموارد الفيزيائية). يُدرِج الجدول رقم (٣٦,١) العديد من التقارير المُستخدمة بشكلٍ شائع التي يُصدرها نظام الـ CMMS.

الجدول رقم (٣٦,١). المقدرات العامة لإعداد التقارير في أنظمة الـ CMMS.

قوائم كاملة لجرد التجهيزات	تقرير الإنتاجية وفقاً للفني والتاريخ	إعداد قائمة لمصادر قِطع الإصلاح التي يقدمها البائع وفقاً لرقم الجرد
طباعة الصيانة الوقائية (PM)المُجدولة	طلبات العمل غير المُنتهية وفقاً للفني المُخصص والقسم والتاريخ	إعداد قائمة بمُصنِّعي التجهيزات وفقاً لنوع وموديل الجهاز
إعداد قائمة لطلبات العمل المفتوحة والمؤجلة والمغلقة وفقاً للقسم والفني والتاريخ	الساعات المُخمَّنة للـ PM وفقاً للمنشأة والتاريخ	مخطط بياني شريطي لتكاليف الإصلاح التصحيحي مقابل كلفة الـ PM وفقاً للتاريخ
كامل طلبات العمل للمنشأة وفقاً للتاريخ	تكلفة دورة الحياة وفقاً لرقم الجرد والتاريخ	مخطط بياني شريطي لتكاليف الإصلاح التصحيحي مقابل كلفة الـ PM وفقاً للتاريخ ورقم الجرد
كامل طلبات العمل المُنتهية وفقاً للفني والتاريخ	تخمين الـ FTE اعتماداً على الساعات المُخمَّنة لـ PM وفقاً للمنشأة والتاريخ	إعداد قوائم شخصية عن رواتب وتاريخ تعيين ومؤهلات الفنيين ومدارس الـ OEM التي حضرها
النسبة المئوية لإتمام PM وفقاً للتاريخ	تخمين الـ FTE اعتماداً على الإصلاحات التصحيحية الحالية وفقاً للمنشأة والتاريخ	إعداد قوائم شخصية عن ساعات العطلة والمرض المتوفرة
النسبة المئوية لإتمام PM وفقاً لمركز الكلفة والتاريخ	الكمية الإجمالية للدولارات للأجهزة المُدرجة في الجرد.	تقارير حوادث إدارة المخاطر SMDA وفقاً للقسم والتاريخ
الكلفة الكاملة للقِطع وفقاً لرقم الجرد والتاريخ	إعداد قوائم للتجهيزات وفقاً لتصنيف نوع الجهاز	تقارير حوادث إدارة المخاطر SMDA وفقاً التاريخ
الساعات التصحيحية الكاملة وفقاً لرقم الجرد والتاريخ	الإنتاجية الأسبوعية للفني وفقاً للتاريخ	تقارير حوادث إدارة المخاطر SMDA وفقاً لرقم الجرد وللتاريخ
PM غير المُنتهية وفقاً للفني والتاريخ	مخطط بياني خطي للجرد الكامل وفقاً للتاريخ (من تاريخ معين إلى تاريخ آخر)	تقارير حوادث إدارة المخاطر SMDA وفقاً لتصنيف الجهاز
العدد الكلي لـ PMs غير المُنتهية وفقاً للتاريخ	مخطط بياني خطي للقيمة الكلية لممتلكات الجرد (بالدولار) وفقاً للتاريخ (من تاريخ معين إلى تاريخ آخر)	رسم بياني دائري للموارد وفقاً لساعات الـ PM وساعات التصحيح ووفقاً للمنشأة والتاريخ
تقارير مؤشر الأداء (مثل زمن التوقف عن العمل وزمن الاستجابة)	نسبة كلفة الإصلاح والصيانة إلى كلفة الشراء وفقاً لنوع الجهاز	طلب الشراء وفقاً للبائع والتاريخ

المرافق البرمجية المساعِدة
Utilities

إن المرفق هو برنامج حاسوبي لا يكون مُتضَمناً في نظام التشغيل الرئيسي (OS) ولا في جوهر الـ CMMS ويُقدِّم وظيفة أو ميزة أساسية. في معظم الحالات ومع تشابه المرافق التي تتطلبها الزبائن، فإنه عادة ما يتم دمج المرافق البرمجية ضمن الـ OS أو الـ CMMS. إلا أنه من الحكمة وجود قائمة بالميزات المطلوبة عند اختيار نظام الـ CMMS للمنشأة.

يجب أن تكون الميزات المطلوبة، وغير المشمولة في الـ OS أو الـ CMMS، متوفرة لدى البائع كمرافق برمجية. من الأمثلة على المرافق البرمجية المساعدة برمجيات تأكيد صلاحية قاعدة البيانات وتشخيصات قاعدة البيانات وميزات الحماية والأمان وتغيرات البيانات العالمية (مثل اندماج المُصنِّع A مع المُصنِّع B) والمجالات التي يُحددها المُستخدِم والتنصيب الأولي والإقلاع وتحويل قاعدة البيانات من أنظمة الـ CMMS الأقدم أو الأجنبية وبرامج التشكيل.

يمتلك مدير النظام صلاحية الوصول إلى المرافق البرمجية وسوف يُصبح على معرفة بوظائفها. وعلى الأغلب فإن المُستخدِمين العامّين لنظام الـ CMMS لن يكونوا على علم بوجود المرافق البرمجية هذه ولن يملكوا صلاحية الوصول إليها. مع تغير حاجات المنشأة، فإن المرافق البرمجية المتوفرة تسمح لنظام الـ CMMS بأن يكون مرناً. تسمح إضافة المرافق البرمجية بنمو النظام مع تغيرات الحاجات بدون تكاليف استبدال النظام بأكمله، وهذا ما يُشكِّل اعتباراً مهماً في قرار الشراء ويجب استكشافه بتعمق.

مواضيع الشبكة وتعدد المستخدِمين
Network and Multiuser Issues

تتطلب جميع أقسام الهندسة الإكلينيكية، ما عدا الصغيرة منها، أكثر من مُستخدِم واحد مع إمكانية دخول متزامنة إلى نظام الـ CMMS. تتحدد مقدرات الـ CMMS على الاتصال وإنجاز المهام من خلال الشبكة المتوفرة أو من خلال المورد المالي المتوفر لشراء وتنصيب البنية التحتية التي يوصى بها للشبكة. يجب أن يُقدِّم بائعو أنظمة الـ CMMS مُتطلبات عرض الحزمة للشبكة من أجل أنظمتهم. يجب الطلب إلى العارض بأن يُتم المواصفات التقنية كما يجب أن تتم مراجعة هذه المواصفات مع قسم تكنولوجيا المعلومات (IT).

يجب أن تشمل العملية الأمثل لاختيار بائع الـ CMMS على لجنة تضم عضو من قسم تكنولوجيا المعلومات. يجب البدء بقائمة تتعلق بحاجات تعدد المُستخدِمين والتوقعات: هل هناك حاجة لدخول نظام انتقال عن بعد (telecommuter)؟ هل تتألف المؤسسة من منشأة وحيدة أو من منشآت متعددة محلية وبعيدة مع مقدرات متغيرة

للاتصالات عن بعد؟ من هم زبائن هذه المؤسسة؟ من هم مُستخدِمو النظام؟ ما هو عدد محطات العمل المطلوبة؟ بعد الإجابة على هذه الأسئلة، يجب مقارنة هذه الحاجات مع مقدرات النظام والبُنية التحتية للشبكة الحالية للمؤسسة. هل يمكن تحقيق النظام المرغوب ضمن حدود البُنية التحتية المتوفرة؟ إذا لم تكن هذه هي الحال، فما هي كلفة تزويد شبكة قادرة على تحقيق هذه الحاجات؟ وهل يتوفر التمويل اللازم لتحديث الشبكة؟

بافتراض أن التمويل و/أو الشبكة مناسبين لحاجات المُنظمة، عندئذ يجب مراجعة تكنولوجيا الشبكة المتوفرة. هل هناك مجالات يكون فيها الاتصال اللاسلكي ذا فعالية كلفة أكبر أم أن الشبكة بأكملها سوف تكون سلكية؟ هل سيتم تشغيل النظام على شبكة إنترانت مشتركة أو على شبكة تعتمد على الإنترنت أو على شبكة محلية (LAN) أو على مجموعة من هذه التكنولوجيات؟

تَستخدِم معظم أنظمة الـ CMMS هيكلية التابع / المُخدِّم (Client/Server) والشبكة المحلية (LAN) لدخول أكثر من مستخدم. يتألف نظام التابع / المُخدِّم من مُخدِّم رئيسي (أو عدة مُخدِّمات إذا كان الـ CMMS يعمل عبر عدة منشآت) وعدة محطات عمل تكون عادة متصلة مع بعضها بشبكة سلكية. عادة ما تكون محطة العمل النموذجية عبارة عن الحواسيب الشخصية المتواجدة مكان العمل والتي تُستخدَم لتشغيل نظام الـ CMMS وتطبيقاتٍ أخرى تعتمد على الحاسب الشخصي (مثل معالج الكلمات وقواعد البيانات والأجندات). إن المُخدِّم هو حاسب أكثر قوةً وذو طاقة وذاكرة كافيتين لاحتواء وقيادة النظام بأكمله. تُخزَّن جميع بيانات الـ CMMS على المُخدِّم وتُرسل إلى محطات العمل التابعة وفقاً للحاجة. يتواجد المُخدِّم إما في قسم الهندسة الإكلينيكية أو في قسم تكنولوجيا المعلومات وتتم إدارته من قِبَل مُدير النظام.

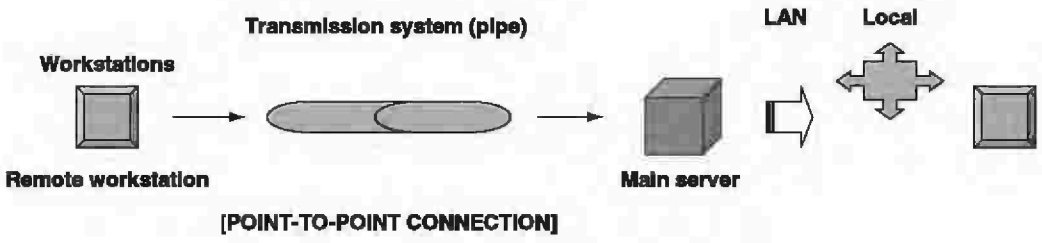
أما بالنسبة إلى المُستخدِمين المُتنقلين الذين لا يمكنهم الدخول إلى محطات العمل المُتصلة عن طريق الشبكة المحلية، فإن معظم البائعين يقومون بتزويد حاسب محمول مستقل يمكن توصيله إلى المُخدِّم (وإعادة تزامنه) بشكلٍ دوري ومتقطع

مختصر لتكنولوجيا اتصالات البيانات عن بعد Data Telecommunications Technology Primer

يوجد في معظم المستشفيات بُنية تحتية جاهزة للشبكة (مثل الكابلات والمسارات والمُبدلات والمحاور). إذا كانت هناك تطبيقات تحتاج إلى روابط مع محطات العمل البعيدة (مثل محطات العمل الموجودة خارج إطار عمل الشبكة المحلية LAN)، فمن الأساسي وجود تَفهُّم للبُنية التحتية للاتصالات عن بعد لحامل التبادل المحلي (LEC) المتوفر. إن الـ LEC هي شركة تلفون محلية أو شركة منافسة يمكنها تقديم الاتصال المرغوب.

من أجل الاتصال على مسافات أطول من الشبكة السلكية الداخلية LAN/WAN، فإن هناك العديد من خيارات الاتصال عن بُعد تتضمن تكنولوجيات الأمواج القصيرة والبصريات والعديد من التكنولوجيات السلكية.

يمكن أخذ الاتصال بالأمواج القصيرة بعين الاعتبار فقط من أجل المسافات القصيرة (خط رؤية) الأقل من ثلاثة أميال. يمكن أن تتسبب الأمطار والثلوج والضباب والعصافير والخفافيش بإعاقات في شبكة الإرسال بالأمواج القصيرة. كما يمكن استخدام الإرسال بالأشعة تحت الحمراء، والمعروف أيضاً بالشبكة تحت الحمراء المحلية ذات الفراغ الحر (FIRLAN)، من أجل الاتصال البعيد إلى الـ LAN. إن ميزات ومساوئ FIRLAN هي شبيهة بتلك الخاصة بالأمواج القصيرة كما تتجاوز تكاليف تنصيبها ٢٠,٠٠٠ دولار أميركي. تُعرف هذه الأنواع من الاتصالات التبادلية البعيدة إلى الـ LAN باتصالات نقطة- إلى- نقطة. يوضح الشكل رقم (٣٦,١) نظام اتصالات عن بعد نقطة- إلى- نقطة عام.



الشكل رقم (٣٦,١). الاتصالات البعيدة نقطة-إلى-نقطة.

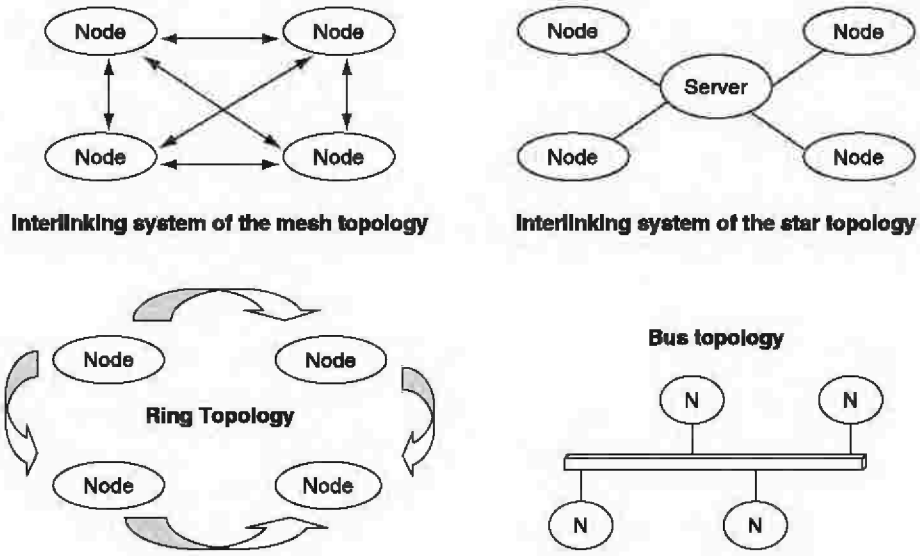
يُعرَّف مُعدَّل تدفق المعلومات المستمر بالإنتاجية (Throughput) ويتعلق مباشرة بعرض الحزمة المتوفر وسعة مُرسِل البيانات. يوضح الجدول رقم (٣٦,٢) خدمات الـ LEC المختلفة وحدود عرض الحزمة.

الجدول رقم (٣٦,٢). مقارنة لتكنولوجيات شبكات الاتصالات المُستخدمة لتوصيلات نقطة-إلى-نقطة.

الخدمة	الحامل/ الوسيط	عرض الحزمة	سلامة البيانات	التطبيقات
PSTN(شركة كبل هاتف قياسية)	رباعي السلك مُخصص T-1	٥٦ كيلوبايت بالثانية	متوسطة إلى جيدة جداً	حاسب شخصي/محطة عمل بعيدة إلى LAN PC
٢٤ قناة رقمية T-1 كاملة		٦٤ كيلوبايت بالثانية/القناة	ممتازة	يدعم قدرات الفيديو، يُطلب فقط T-1 جزئي لمعظم تطبيقات الـ CMMS
Swiched 56	T-1 جزئي	٥٦ كيلوبايت بالثانية	متوسطة إلى جيدة جداً	حاسب شخصي/محطة عمل بعيدة إلى LAN
BRI	ISDN (2B+D)	١٢٨ كيلوبايت بالثانية	ممتازة	يجب وجود ترابط ISDN من أجل الأجهزة القديمة
حاكمة إطار (Frame Relay)	ISDN ثنائي السلك	٦٤-١٢٨ كيلوبايت بالثانية	ممتازة	يدعم أيضاً التطبيقات اللاسلكية
حزمة عريضة	ليف ضوئي و ATM	أكثر من ١,٥ ميغابايت بالثانية	ممتازة	يدعم تطبيقات الفيديو. غير مطلوب لتطبيقات الـ CMMS العامة

تشمل المواضيع الأولية للشبكة والمُرتبطة بتنصيب الـ CMMS على الشبكة المحلية (LAN) والدخول إلى المُخدِّم. تتألف الشبكة من عُقَد (أي محطات عمل) ومَحاور ووحدة الوصول إلى الوسائط (MAU) وجسور ووحدات ومُرسِلات بيانات ومَداخل. تترابط جميع هذه المكونات مع بعضها بعضاً بهدف نقل البيانات من أحد المواقع إلى موقع آخر. تُقدِّم شبكات الـ LAN وسائل قوية ومرنة لترابط جميع مُستخدِمي نظام الـ CMMS. باعتبار أن معايير شبكات الـ LAN هي بعيدة عن مجال هذا الفصل، فيمكن أن تتوفر معلومات إضافية ومُعمقة تتعلق بمواصفات الـ LAN في عائلة المعايير ٨٠٢ لمعهد هندسة الكهرباء والإلكترونيات (IEEE).

تُبنى شبكات الـ LAN بتصاميم أو مسارات اتصال مُحدَّدة تُعرَف بالطوبولوجيات (Topologies). إن الطوبولوجيات الرئيسية للـ LAN هي الشبكة والنجمة والحلقة والناقل. يوضح الشكل رقم (٣٦,٢) هذه الطوبولوجيات حيث يُقدِّم مفهوماً مرئياً عن طريقة ترابط الشبكات المختلفة مع بعضها.



الشكل رقم (٣٦,٢). طوبولوجيا الشبكة والنجمة والحلقة والناقل.

إن طوبولوجيات الناقل والحلقة هي أكثر شبكات الـ LAN استخداماً. أما طوبولوجيات النجمة والشبكة فهي الأعلى ثمناً بسبب ارتفاع عدد الروابط في الشبكة. إن طوبولوجيات الناقل والحلقة هي الأكثر ملائمةً لتطبيقات الـ CMMS. تُعتبر طوبولوجيا الناقل مع ايثرنت قياسية (١٠ ميغا بايت/ثانية) أو مع ايثرنت عالية السرعة (١٠٠ ميغا بايت/ثانية) البُنية التحتية لشبكات الـ LAN الأكثر استخداماً من أجل تطبيقات الـ CMMS.

يتعلق مبدأ الطوبولوجيا الحلقية بـ "رمزٍ" يحتوي على المعلومات المطلوبة، حيث يُمرَّر هذا الرمز حول الحلقة حتى يتم قبوله من قِبَل مُنشئ الطلب (أي محطة العمل). تضمن الطوبولوجيا الحلقية توزيع متماثل للمعلومات

المطلوبة كما تحمي ضد إشباع عرض الحزمة. يمكن أن تُستخدَم كلٌّ من الأزواج المُلتفة (twisted pairs) المُحجَّبة أو غير المُحجَّبة عند مُعدَّلات نقل تصل حتى ١٦ ميغابايت/ثانية والتي هي أعلى من عرض حزمة الإيثرنت القياسية. تتميز طوبولوجيا الناقل ببساطتها من أجل الصيانة إلا أن الدخول إليها يعتمد على موضع محطة العمل على الناقل.

إن لكل LAN طريقة دخول واحدة ووسيط فيزيائي واحد وطوبولوجيا واحدة أو أكثر. تَستخدِم شبكة الـ LAN النموذجية طوبولوجيا الناقل والإيثرنت. تستخدم الإيثرنت الدخول المُتعدِّد المتحسِّس للحامل مع كاشف تعارض (CSMA/CD) كطريقة للدخول. تَرجَع الإيثرنت إلى بروتوكول الربط الفيزيائي وربط البيانات من أجل ترابط الـ LAN. قد يكون الاتصال الفيزيائي إما زوج مُلتف أو كابل متعدد المحور. إن مُعدل النقل الأعظمي لرابط الإيثرنت هو ١٤,٨٠٠ رزمة (ذات ٦٤ بايت) في الثانية (PPS) أي ١٠ ميغابايت/ثانية. إن توصيلات الإيثرنت التي تستخدم أسلاك الهاتف الزوجية المُلتفة تكون ذات توصيلة من نوع RJ45 عند النهاية الطرفية وتُعرف هذه التوصيلات بـ 10base-T. تُعرَف الإيثرنت عالية السرعة (١٠٠ ميغابايت/ثانية) بـ 100base-T. إذا وجد في المنشأة بُنية تحتية للشبكة كافية لتحقيق متطلبات عرض الحزمة لـ CMMS، فيجب على قسم الهندسة الإكلينيكية استخدام البنية التحتية هذه. يُقدِّم الجدول رقم (٣٦,٣) مقارنة للوسيط الفيزيائي وخصائص طوبولوجيا الـ LAN.

الجدول رقم (٣٦,٣). مقارنة الوسط الفيزيائي مع طوبولوجيا الـ LAN.

الطوبولوجي	ناقل أو نجمة أو حلقة	ناقل أو حلقة	ناقل أو حلقة	ناقل أو نجمة أو حلقة
الوسط الفيزيائي	زوج ملتف	كبل متعدد المحور قاعدي الحزمة	كبل متعدد المحور قاعدي الحزمة	ليف
العدد الأعظمي للعُقَد	تقريباً ٢٥٠	تقريباً ١٠٠٠	٣٠٠٠-٤٠٠٠	٣٠٠٠-٤٠٠٠
القنوات المتوفرة	قناة واحدة	قناة واحدة	متعدد القنوات	متعدد القنوات
المُعدَّل الأعظمي للنقل	١٠٠ ميغابايت بالثانية	١٠٠ ميغابايت بالثانية	٤٠٠ ميغابايت بالثانية	عدة غيغابايتات بالثانية
المساوئ	عرض حزمة أقل وحساس للضجيج	حساس للضجيج	باهظ الثمن ويتطلب رفع نهاية الرأس (Headend set up)	باهظ الثمن وتدريب مُتخصِّص
الميزات	كلفة منخفضة	سهولة التنصيب	نقل الصوت والبيانات والفيديو	نقل الصوت والبيانات والفيديو

قد تكون فعالية الكلفة في بعض الحالات عالية عند شراء المنشأة لنظام CMMS واحد ليتم استخدامه من قِبَل العديد من الأقسام مثل تكنولوجيا المعلومات والمنشأة الفيزيائية والهندسة الإكلينيكية. تظهر الصعوبات في هذا السيناريو بسبب تعدد متطلبات الأقسام في ضوابط إعداد التقارير والاختلافات في أولويات المشاريع. إذا تم استخدام مُخدِّم واحد يجب تقسيم السوَّاقة وفقاً للقسم وذلك للسماح بالوصول السهل إلى المعلومات المتعلقة بقسمٍ معين.

بدون هذا التقسيم فإن جميع البيانات تتكتل في مجموعة كبيرة واحدة. يجب أن تُصنَّف عوامل الاصطفاف (queuing) العديد من القوائم قبل استرداد المعلومات المطلوبة المُحدَّدة. ورغم أن تخصيص مُخدِّم واحد لكل قسم هو أمرٌ أكثر كلفة إلا أن ذلك يزيل العديد من تضاربات البرامج كما أنه أبسط في التنصيب والتفصيل والتحديث والصيانة ويُخفض مشاكل الإنتاجية (Throughput).

تشمل التحديات الأخرى للشبكة متعددة المُستخدمين على مستويات الدخول وحماية الدخول. يجب أن يكون لمدير النظام صلاحية دخول لجميع الميزات والوظائف ولإدارة الحماية ودخول الكادر. إن للمدير والمشرفين والمساعد والسكرتير والمُراسل التنفيذي صلاحية دخول إلى بعض الميزات تعتمد على مجموعة الدخول التي ينتمون إليها. إذا كان مدير التمريض مهتماً بقلة عدد أجهزة مراقبة الإشارات الحيوية، فيمكن لمستوى دخول "القراءة فقط Read-only" أن يُزوِّد المعلومات المتعلقة بحالة الإصلاح لجهازٍ ما. إن السماح للكادر الإكلينيكي بالدخول إلى مستوى "القراءة فقط" في جرد الـ CMMS وكذلك إلى شاشة وضعية طلب العمل يُعتبَر أداة اتصال وإدارة فعالة. كما أنه من المفيد إعطاء صلاحية دخول للمُستخدم الأخير بإدخال طلبات العمل المتعلقة بالإصلاحات جديدة

يمتلك مدير النظام أعلى مستوى دخول يَسمَح له بتنفيذ جميع وظائف الـ CMMS. إن مستوى دخول المُشرِف هو دون مستوى مدير النظام ويجب أن يتوفر لجميع المديرين. يُقدِّم مستوى الدخول هذا إمكانيات إعداد التقارير ومعلومات حساسة عن المُستخدَمين تتعلق بالرواتب وتاريخ التعيين ورقم هاتف المنزل ومعلومات شخصية أخرى.

يجب أن تتوفر صلاحية الدخول العام لجميع التقنيين والمهندسين في قسم الهندسة الإكلينيكية. يجب أن يُعطى الموظفين من خارج القسم صلاحية "قراءة فقط". أما الموظفين الذين ليس لديهم معرفة بطريقة عمل القسم أو بطريقة تشغيل الـ CMMS، فقد يقوموا وبدون علم بتعديل أو مسح مجالات أو ملفات لبيانات مهمة أو تخريب قاعدة البيانات. قد ترغب الإدارة العليا بالحصول على صلاحية دخول إلى بعض إمكانيات النظام المتعلقة بإعداد التقارير. مرة أخرى، فإن مستوى دخول "القراءة فقط" هو الأسلوب الحكيم لدخول النظام.

رغم أن معظم أنظمة الـ CMMS لا تشمل معلومات عن المريض، إلا أنه من الضروري وجود حماية وأمان للنظام (انظر إلى الفصل ١٠٤). وكما تم توضيحه مسبقاً، فقد تتوفر في قاعدة البيانات معلومات حساسة عن الموظفين وقد يتسبب المستخدِمين الذين ليس لديهم علم بالنظام بأخطاء تتطلب في بعض الأحيان إعادة إدخال البيانات. إن طرائق الحماية العامة باستخدام الحماية بكلمة المرور تُعتبَر وقاية كافية لمنع الدخول غير المُصرَّح إلى الـ CMMS. كما يجب أخذ حماية الـ Firewall (والتي تمنع الحصول على المعلومات بدون تصريح ولكنها تسمح بتلقي المعلومات المُرسلة إلى المُستخدِم) بعين الاعتبار في حال ربط النظام مع الدخول إلى الإنترنت أو إذا تم ربط الـ CMMS مع شبكةٍ أخرى.

تكنولوجيات جديدة
New Technologies

تظهر وبخطى سريعة الاختراعات والتطبيقات الجيدة للاتصالات عن بعد وتكنولوجيا الحواسيب الموجودة حالياً تكون حالة تطبيق التكنولوجيا الجديدة مهمة فقط عند شرح المقارنة مع التكنولوجيا الموجودة في المنشأة ولفترة محددة وقصيرة. إن اندماج الإنترنت مع تقنية الحواسيب (CTI) هي مفاهيم دائمة الازدهار وحديثة وتطرح بشكلٍ مستمر تكنولوجيا جديدة في الاتجاه السائد للشبكات.

عندما تُضاف تكنولوجيا نانو الإلكترونيات إلى تلك التحولات السريعة فإن عالم الشبكات يأخذ معنى جديد تقريباً كل يوم.

أحدث تحرير الضوابط في تشريع الاتصالات عن بعد لعام ١٩٩٦ (والزخم الذي نتج عنه في تطوير بُنية تحتية إضافية) أكبر أثر دراماتيكي وما يزال هذا الأثر مستمراً حتى الآن. تساهم اتصالات الأقمار الصناعية والـ ISDN والـ DSL وجمعٌ آخر من تكنولوجيات الاتصالات الأسرع في إحضار بيانات أكثر إلى المنازل والأعمال وبمعدلات أسرع. تُقدِّم البرامج التي تعتمد على الإنترنت مرونة وإمكانية وصول لا يوازيها أي نظام LAN سلكي متوفر. تُقدِّم الشبكات الافتراضية الخاصة (VPNs) فرصة للحصول على تطبيقات من نوع الـ LAN على نطاق عالمي. ومن دون أي شك فإن توفر روابط الشبكة اللاسلكية (مثل ايثرنت 802.11 وبلوتوث) سوف يكون مشمولاً في الشبكات في المستقبل. سوف تتغلب تكنولوجيات الحوسبة عن بعد والموزَّعة على مشاكل قابلية القياس (scalability) والأداء والكلفة والتي تُعتبر آفات الشبكات السلكية.

تشمل التكنولوجيات المتوفرة حالياً وغير المُستخدَمة بشكلٍ واسع في أنظمة الـ CMMS على المساعِدات الرقمية الشخصية (PDAs) والبرامج الشبيهة بالـ CMMS المُدمجة في أجهزة الاختبار والتحليل وروابط الترميز الشريطي والتشخيصات البعيدة وكتالوجات الخدمة والتشغيل الكامنة في المُخدِّم أو على الشبكة ورابط البريد الإلكتروني e-mail والخدمات التقنية والإكلينيكية الداخلية والبرامج التي تعتمد على الإنترنت.

لقد ربط العديد من بائعي أنظمة الـ CMMS تطبيقاتهم إلى أنظمة PDA ومحطات عمل محمولة أو قابلة للارتداء يمكن لهذه الأجهزة المحمولة أن تُقدِّم ميزات إضافية مع أنظمة الـ CMMS المُدمجة معها وتطبيقات الحاسوب الأخرى المعروفة (مثل معالج الكلمات وقواعد البيانات والأجندات). تتراوح تطبيقات أنظمة CMMS للـ PDA والأجهزة الشبيهة بها من جرد CMMS كامل وبيانات صيانة كاملة إلى سجلات مُختارة يُحدِّدها كادر الهندسة الإكلينيكية باستخدام الـ PDA. تُضيف تكنولوجيات شاشات اللمس والتعرف على الكلام وإدخال وإخراج الصوت ميزات إلى تعامُل المُستخدِم مع النظام. يتم التزامن بواسطة توصيل مُتقطِّع خاص إلى الـ CMMS LAN، كما تلوح في الأفق مقدرات الشبكة اللاسلكية (مثل الإيثرنت الاسلكي 802.11) من أجل أجهزة الـ CMMS المحمولة

هذه. وتستمر التحديات لهذه الأجهزة بأن تكون كالتالي: إدارة البيانات (مثل إرسال خلاصة قاعدة بيانات الـ CMMS أو قاعدة البيانات بأكملها إلى الـ PDA ومواضيع حجم الذاكرة الملازمة لذلك) والوضوحية وقياس الإظهار غير المعياري ولوحات المفاتيح بهيئة شاشات اللمس ولوحات المفاتيح غير المعيارية وقياس لوحات المفاتيح والكلفة مقابل التَحمُّلية (مثل القدرة على تحمل الوقوع على الأرض) وعمر البطارية الذي لا يتجاوز عادة ثماني ساعات عمل باليوم.

لقد ربط العديد من بائعي أنظمة الـ CMMS برامج صيانة وقائية مع أجهزة التحليل والاختبار من أجل المعاينات غير الورقية للصيانة وطلبات العمل وفحص السلامة الكهربائية. لقد ركزَّت هذه الأنظمة تاريخياً على فحص السلامة الكهربائية وتخزين قيم تيار تسريب السلامة الكهربائية وهذا ما قلَّصَ التطبيق العملي أو القانوني لها. قد يجد التكامل المؤتمت لأجهزة الاختبار مع أحد تطبيقات الـ CMMS بعض التطبيقات عندما يكون هناك عدد كبير من الأجهزة القابلة للفحص بشكلٍ مؤتمت وعندما يكون هناك حاجة لتخزين قيم محدودة لبيانات معينة.

لقد استُخدِم الترميز الشريطي في الـ CMMS منذ سنوات. وقد تحسنت أنظمة الترميز الشريطي والقارئات إلى نقطة أنها أصبحت مُفيدة في ضبط جرد التجهيزات والقِطع وقد يكون لها تطبيق في إدارة طلبات العمل.

لقد تم ربط أنظمة نداء مختلفة إلى الـ CMMS للسماح بالنداء المؤتمت اعتماداً على إدخال المُستخدِم لطلب العمل وكذلك النداء الموجَّه اعتماداً على جداول تواجد الكادر وبياناتٍ أخرى. ومع تكامل الهواتف الخليوية وأجهزة النداء وأنظمة الـ PDA وأجهزة أخرى فإن هناك فرصة لتطوير "أداة اتصال للتقني" تضم العديد من الميزات المشروحة هنا كمُنتجَات مستقلة. وللحصول على أكبر فائدة، يجب أن يكون للمُنتَج شبكة لاسلكية سلسة للدخول إلى الـ CMMS بشكلٍ كامل (مثل الإيثرنت اللاسلكي IEEE 802.11).

أما التكنولوجيا الجديدة الأخرى فهي مُزوِّد خدمة التطبيقات (ASP). إن الـ ASP هي تطبيقات برمجية تعمل من نقطة بعيدة في موقع البائع ويمكن أن يصل إليها المُستخدِم الأخير بطريقة مشابهة لطريقة الوصول إلى التطبيقات التي يتم الوصول إليها عبر الـ LAN. تختلف CMMS ASP عن LAN CMMS بكون مُتصفِّح الشبكة واجهة المُستخدِم الرسومية (GUI) إلى الـ CMMS. يأخذ بائع الـ APS على عاتقه مواضيع الحماية والدخول وكذلك النسخ الاحتياطي والتحديث والمحافظة المُنتظَمة على البيانات. ما تزال هيكلية الرسوم المالية قيد التطوير وتشمل رسوماً تعتمد على كمية البيانات المُخزَّنة وعدد المُستخدِمين ومتطلبات عرض الحزمة وبارامترات أخرى. وما تزال تحسينات الحماية لهذه الشبكات البعيدة المُشتركة تخضع للتطوير أيضاً.

استنتاجات
Conclusions

تتغير تكنولوجيات المعلومات والاتصالات بشكلٍ سريع. إن تكنولوجيا الـ CMMS هي صغيرة نسبياً وناضجة إلى حدٍ ما. وعليه فإن التغييرات تحدث بشكلٍ أبطأ بكثير. سوف لن تقود أنظمة الـ CMMS تطوير البُنية التحتية للاتصالات اللاسلكية في مؤسسات الرعاية الصحية، ولكن ما إن تستقر البُنية التحتية اللاسلكية حتى تُصبح أقسام الهندسة الإكلينيكية وبائعو الـ CMMS على مقدرة من الاستفادة منها وتقديم تطبيقات محمولة وأكثر قوة. وحتى ذلك الوقت، فإن التطورات الجديدة سوف تكون عبارة عن تحسينات تدريجية في البرامج والأدوات الجديدة التي تدعم القرار وذلك من خلال المساعدة في تحويل كمية كبيرة من البيانات المُجمَّعة إلى معلومات مُفيدة من أجل إدارة التكنولوجيا.

مصطلحات مهمة
Defining Terms

نمط تحويل غير تزامني (**Asynchronous Transfer Mode**): شبكة عالية السرعة تُقدِّم نقلاً متعدد الوسائط أمثل بتكاليف باهظة.

الجسر (**Bridge**): جهاز إلكتروني يربط شبكتي LAN مستقلتين مع بعضهما.

شبكة ناقل (**Bus Network**): طوبولوجيا شبكة تتصل فيها جميع محطات العمل إلى نفس الوسط الفيزيائي الرئيسي (كابل أو سلك).

الكبل متعدد المحاور (**Coaxial Cable**): كابل مُحجَّب لربط العُقَد ضمن الشبكة.

قاعدة البيانات (**Database**): تَجمُّع بيانات مُخزَّن في بروتوكول مُنظَّم يمكن الوصول إليه من خلال طلب الاستعلام كما يمكن تحديثه والاطلاع عليه.

DSL: خط المشترك الرقمي

إيثرنت (**Ethernet**): الربط الفيزيائي وربط البيانات إلى ترابط الـ LAN وهو أقدم روابط الشبكات وأكثرها فعالية للكلفة.

واجهة المُستخدِم الرسومية (**Graphical User Interface**): أداة رسومية تُزوِّد المُستخدِم بإمكانية التوجيه والنقر (point-and-click) أو رموز حدسية أو أيقونات للتحكم بأعمال الحاسوب.

المحور (**Hub**): عقد شبكة تَخدُم كمُكرِّر متعدد البوابات للروابط الأخرى في الشبكة.

بروتوكول تحويل هايبرتكست (**Hypertext Transfer Protocol HTTP**): معيار حاسوبي يسمح للحواسيب التي تعمل في بيئات مختلفة أن تُحوِّل البيانات.

ISDN: الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة.

إنترانت (**Intranet**): شبكة خاصة تستخدم تكنولوجيات تعتمد على الإنترنت ضمن المُنظَمة أو المؤسسة.

الشبكة المحلية (**Local Area Network**): مجموعة من الحواسيب التي تتشارك في قاعدة بيانات واحدة أو مُخدِّم واحد من أجل أهداف مشتركة وتُشكل عُقَد متصلة بوسيط فيزيائي.

حامل التبادل المحلي (**Local Exchange Carrier, LEC**): شركات هاتف محلية أو شركات منافسة يمكنها أن تُزود المستخدم بالربط المرغوب. وفي اللغة الاصطلاحية للهاتف تُقسَّم هذه الشركات إلى LEC شاغلة (ILEC) وهي الشركات ذات النصيب الأعلى من الأعمال المحلية، وLEC منافسة (CLEC) وهي الشركات التي تُنافس لتأخذ نصيباً من أعمال ILEC.

الشبكة (**Network**): نظام من العُقَد (أي محطات عمل ومحاور ومسارات وجسور ومداخل) مرتبطة مع بعضها بهدف نقل المعلومات (مثل الصوت والبيانات والفيديو) من موقع إلى آخر.

المُخدِّم (**Server**): حاسوب قوي يمتلك الطاقة الكافية لقيادة النظام بأكمله.

الإنتاجية (**Throughput**): معدل تدفق المعلومات بشكلٍ مستمر وبدون انقطاع.

توبولوجي (**Topology**): بناء الشكل الهندسي الفيزيائي لتصاميم مُحدَّدة (مسارات الاتصال) من أجل الـ LAN.

المجال المُحدَّد من قِبَل المُستخدِم (**User Defined Field**): مجال مفتوح يسمح لمُستخدِم برنامج الـ CMMS بتحديد خصائص المُتطلبات المصطفة وإظهار النواتج.

البرنامج المُساعِد (**Utility**): برنامج حاسوبي صغير، غير مشمول في نظام التشغيل (OS)، يُقدِّم وظيفة أو ميزة أساسية.

المراجع

References

Barta, RA., A Computerized Maintenance Management System's Requirements for Standard Operating Procedures, Biomedical Instrumentation and Technology. 35, 2001.

Cohen T, et al. Computerized Maintenance Management Systems for Clinical Engineering, Association for the Advancement of Medical Instrumentation. Arlington, Virginia, 1994.

ECRIHealth. Technology Management. ECRI, Plymouth Meeting, PA, 1993.

JCAHO. Comprehensive Accreditation Manual for Hospitals. Joint Commission on Accreditation of Health care Organizations. Chicago, 2000.

معلومات إضافية Additional Information

Conrad JW, ed. Handbook of Communications Systems Management, New York, CRC Press, Auerback Publications, 1998.
Cram N. Computerized Maintenance Management Systems: A Review of Available Products. J Clin Eng 23:369-179, 1998.
Held G. Handbook of Communications Systems. New York, John Wiley & Sons, 1999.
Held G. Ethernet Networks. ed 2. New York, John Wiley & Sons, 1996.
Held G. Practical Data Communications. New York, John Wiley & Sons, 1995.
Sloan JP, ed. Handbook of Local Area Networks. Boston, Auerbach, RIA Group, 1997.
Stiefel R, ed. Medical Equipment Management Manual: How to Be in Complete and Continual Compliance with JCAHO Standards. AAMI, 2001.