أمثلة المحطات الفرعية

إعداد

أ.د. موسى عوض الله عبد الله

أستاذ هندسة الجهد العالي

كلية الهندسة بشبرا – جامعة بنها

أتمتة المحطات الفرعية

نظام أتمتة المحطات الفرعية هو عبارة عن مجموعة من مكونات الأجهزة والبرامج التي تُستخدم لمراقبة النظام الكهربي والتحكم فيه، محليًا وعن بعد. يقوم نظام أتمتة المحطات الفرعية أيضًا بأتمتة بعض الأنشطة المتكررة والمملة والمعرضة للخطأ لزيادة الكفاءة والإنتاجية الإجمالية للنظام الكهربي.

المحطات الفرعية التقليدية

لطالما كان التوافر العالي والتشغيل المستمر لمحطة فرعية كهربائية محور أهتمام شركات الكهرباء. ويعني المزيد من الأخطاء مزيدًا من انقطاع الخدمة للعملاء ويترجم إلى إيرادات أقل غير مرغوب فيها لأي شركة. ومنذ العصور المبكرة للأنظمة الكهربائية، كان المهندسون والمشغلون مهتمين دائمًا بجمع معلومات مفيدة عن الأجهزة المختلفة في المحطة فرعية حتى يتمكنوا من تقييم صحة نظامهم بشكل أفضل، والتنبؤ بالمشاكل المحتملة – وفي حالة حدوث خطأ – لتحليلها واستكشاف المشكلة وإصلاحها في أقرب وقت ممكن لحماية أصولهم عالية القيمة وتحسين خدمتهم المستمرة لعملائهم.

تتكون المحطات الفرعية القديمة من ريليهات ميكانيكية وعدادات بالكاد تدعم التسجيل وليس لديها أي وسيلة اتصال. وكانت مسجلات الأعطال تلتقط المعلومات بشكل أساسي في شكل مخططات ورقية، لذا لم تكن قراءة المعلومات وتحليلها عملية مباشرة.

وقد تسبب نقص الاتصال في أن تكون أي صيانة أو استكشاف الأخطاء وإصلاحها مكلفة وطويلة لأنه كان لا بد من إرسال الأشخاص إلى المحطات الفرعية التي غالبًا ما تكون بعيدة ويصعب الوصول إليها.

المحطات الفرعية الحديثة

مع إدخال تقنية المعالجات الدقيقة، أصبحت أجهزة الحماية الرقمية والتحكم أكثر ذكاءً ويمكن للأجهزة الإلكترونية الذكية الجديدة (IEDs) جمع وتسجيل المعلومات حول العديد من المعلمات المختلفة للنظام، ومعالجتها بناءً على منطق معقد في جزء من الثانية واتخاذ قرارات بشأن المواقف غير الطبيعية لإرسال أوامر التحكم إلى المفاتيح والقواطع لإزالة الخطأ.

وبالإضافة إلى قدرتها الفائقة على المعالجة، يمكن لأجهزة المحطات الفرعية الحديثة أيضًا الاحتفاظ بالمعلومات في وحدات التخزين الداخلية الخاصة بها لفترة معينة ونقل هذه المعلومات إلى تطبيقات الطرف الثالث لمزيد من الدراسة والتحليل. يمكن الأجهزة الألكترونية الذكية الآن إرسال المعلومات إلى مستخدم محلي أو عن بعد عبر أنواع مختلفة من الاتصالات. ويمنح هذا المشغلين مزيدًا من المرونة بشأن كيفية ووقت معالجة المعلومات لتوفير وقت استرداد سريع من الانقطاع في المحطة الفرعية.

مع توفر المزيد من المعلومات عن بعد، تم تطوير أنظمة إشراف جديدة لتسهيل مهمة مسؤول النظام في مركز التحكم. يمكن لنظام التحكم الإشرافي وجمع البيانات (SCADA) جمع المعلومات من الأجهزة الألكترونية الذكية المختلفة في نظام كهربائي عبر طرق مختلفة للاتصال ثم التحكم فيها ومراقبتها باستخدام تقنيات المرئية المختلفة – حتى أتمتة مهمة الإشراف بناءً على معلمات وخوارزميات محددة مسبقًا.

يتم نشر واجهة الألة البشرية (HMI) في كل محطة فرعية لتزويد المشغلين بقدرات التحكم والمراقبة المحلية التي غالبًا ما تكون ضرورية أثناء تكوين المحطة الفرعية أو أختبارها أو صيانتها.

المحطات الفرعية الرقمية والتكوين التلقائي والمواصفات القياسية

تتطور تكنولوجيا التحكم والحماية الرقمية منذ التقديم الأول للأجهزة الرقمية. وكلما أصبحت الأجهزة أكثر ذكاءً وقدرة، زادت المسؤوليات التي تميل إلى الانتقال من الإنسان إلى الجهاز. على عكس التقنيات الرقمية المبكرة – حيث كان على المشغل العمل مع وحدات البت والبايت على واجهة مستخدم بدائية لتحديد كل معامل للنظام والتأكد من تكوين جميع عناصر النظام بشكل صحيح لجعل المعالجة والاتصال تعمل – التقنيات الجديدة تتيح للمستخدمين تركيز أكثر

على الجوانب عالية المستوى لبنية النظام من خلال الاهتمام بالمهمة الشاقة المتمثلة في تحديد كل التفاصيل الفردية في تكوين النظام.

في بداية العصر الرقمي ، كان لكل مصنع طريقته الخاصة في تفسير وتنفيذ العناصر المختلفة في نظام ذكي. وقد أدت هذه الأساليب المختلفة إلى عدم وجود قابلية التشغيل البيني وتسببت في الاعتماد على البائع. وقد تم تطوير مواصفات قياسية جديدة للتأكد من أن الأجهزة من البائعين المختلفين ستعمل بنفس الطريقة المحددة مسبقًا. ويمنح هذا المستخدمين مزيدًا من المرونة والحرية في اختيار الوظائف التي تناسبهم بشكل أفضل دون الحاجة إلى التركيز كثيرًا على الشركة المصنعة.

على الرغم من أن الوصول عن بعد إلى المعلومات يوفر للمشغلين رؤية أكبر للنظام، فإنه يقدم أيضًا مخاوف وتحديات جديدة. إن تبادل المعلومات مع الكيانات البعيدة – وغالبًا عبر الوسائط المشتركة – يجعل الأمن السيبراني أحد أهم الاعتبارات في نشر أي نظام.

البيانات الضخمة، معالجة البيانات غير التشغيلية

في السنوات الأولى للتكنولوجيا الرقمية، كانت نقاط البيانات المحدودة متاحة على كل جهاز، كما أن التكلفة العالية للاتصالات – بالإضافة إلى معدل تبادل البيانات البطيء – تجعل جمع كمية كبيرة من البيانات من كل محطة فرعية عملية صعبة وغير عملية. ويتم إرسال البيانات التشغيلية الضرورية فقط إلى مراكز التحكم وتتم برمجة خطوط الاتصال بحذر لتقليل عرض النطاق الترددي وتكلفة الاتصال.

وقد وفر الأن التطور السريع لتقنيات الاتصال والعمليات لمسؤولي النظام رفاهية استطلاع المزيد والمزيد من نقاط البيانات التشغيلية وغير التشغيلية من المحطات الفرعية الخاصة بهم. ويمكن الآن معالجة هذه المعلومات بعدة طرق باستخدام برامج مختلفة لمراقبة النظام الكهربائي بشكل أكثر كفاءة. ويوفر هذا التحسين التكنولوجي رؤية أفضل للصحة العامة والمعلومات المفيدة للتطبيقات الأخرى مثل الصيانة بناءا علي الحالة ومراقبة الأصول.

جمع معلومات المحطة الفرعية

يتم جمع معلومات المحطات الفرعية عبر بروتوكولات الاتصال والتواصل المادي وتقنيات المحطات الفرعية الأخرى.

بروتوكولات الاتصال

يحدد بروتوكول الاتصال مجموعة من القواعد لنقل البيانات بين طرفين أو أكثر من أطراف الاتصال. وقد تم تطوير البروتوكولات لخدمة أغراض مختلفة بناءً على متطلبات محددة لهذا التطبيق.

- البروتوكولات التقليدية: DNP3، MODBUS ، الأمتلاك
- IEC 61850

البروتوكولات التقليدية (DNP3، MODBUS ، الأمتلاك)

كانت معظم البروتوكولات المبكرة في صناعة الأتمتة الكهربائية عبارة عن بروتوكولات مملوكة ملكية طورها مصنعو الأجهزة. على الرغم من أن البروتوكولات الاحتكارية تعمل بشكل جيد مع الأجهزة من نفس الشركة المصنعة، إلا أن

الافتقار إلى قابلية التشغيل البيني – إلى جانب الأعتماد علي البائع – دفع شركات الكهرباء نحو بروتوكولات قياسية ومفتوحة المصدر. الأن تبنى مصنعو الأجهزة بروتوكولات قياسية شائعة ونتيجة لذلك، تم التخلص التدريجي من البروتوكولات الاحتكارية بالكامل تقريبًا من الصناعة. ومثل البروتوكولات الأخرى، تطورت بروتوكولات اتصال أتمتة المحطات الفرعية جنبًا إلى جنب مع تحسين البنية التحتية للاتصالات. وعلى عكس البروتوكولات القديمة البطيئة والمعرضة للخطأ، يمكن للبروتوكولات الأحدث التعامل مع وسائط اتصال مختلفة، والتعافي من حالات فشل الاتصال وتقديم المعلومات بطريقة أكثر قوة.

وعلى الرغم من أن البروتوكولات القديمة مثل MODBUS لا تزال مستخدمة في أتمتة المحطات الفرعية، فقد اعتمدت معظم الأنظمة بالفعل بروتوكولات مثل DNP3 (أمريكا الشمالية) و IEC 60870 (أوروبا) كبروتوكول افتراضي بحكم الواقع.

بالإضافة إلى مجموعة القواعد ورؤوس التحكم وآلية استرداد الأخطاء، تحدد البروتوكولات التقليدية أيضًا بنية "قائمة النقاط". قائمة النقاط هي قائمة بجميع نقاط البيانات التي تريد أطراف الاتصال تبادلها بالإضافة إلى معلومات إضافية مثل عنوان النقطة ونوع النقطة. يتم تحديد قائمة النقاط أثناء تكوين مثيل اتصال وسيتم نشرها في الأجهزة التي ستستخدم مثيل الاتصال هذا.

إن بنية البروتوكول الأكثر انتشارًا في صناعة أتمتة المحطات الفرعية هي بنية Master–Slave (خادم – عميل) حيث يتم استقصاء جهاز واحد أو عدة أجهزة تسمى التابع (أو الخادم) بواسطة جهاز أو برنامج رئيسي (عميل) في بعض الفواصل الزمنية المحددة مسبقًا. في بعض البروتوكولات ، يمكن للخادم أيضًا بدء الاتصال لإرسال المعلومات إلى الرئيسي باستخدام آلية تسمى "الاستجابة غير المرغوب فيها".

وعلى الرغم من أن البروتوكولات التقليدية تتطلب مزيدًا من الوقت والجهد أثناء التكوين والتشغيل، إلا أنها تحظى بشعبية في صناعة الأتمتة لأنها سهلة الفهم والتكوين واستكشاف الأخطاء وإصلاحها.

IEC 61850

فتحت البنية التحتية للشبكة الأسرع والأكثر موثوقية إمكانية تنفيذ بروتوكولات عالية المستوى تجعل مهمة التكوين والتكليف والاختبار أسهل – على الرغم من أن البروتوكول نفسه أكثر تعقيدًا. وتميل هذه البروتوكولات الأحدث إلى الانتقال من نموذج موجه نحو تكنولوجيا المعلومات إلى نموذج موجه نحو التكنولوجيا التشغيلية حيث يركز المستخدمون في الغالب على "ما" يجب أن يفعله الجهاز بدلاً من "كيفية" القيام بذلك.

في أوائل التسعينيات، بدأت الجهود المتوازية لتطوير بروتوكول موجه للكائنات يركز بشكل أكبر على الوظائف والمعلومات الفعلية للجهاز، بدلاً من تفاصيل التنفيذ منخفضة المستوى مثل عناوين التسجيل ونوع البيانات.

نظرًا لأن شركات الكهرباء حاولت التحرك نحو الحلول غير المحددة للبائع، كانت قابلية التشغيل البيني قوة رئيسية أخرى وراء تطورات البروتوكول الجديدة. ويجب أن تتأكد البروتوكولات الجديدة من أن الأجهزة من البائعين المختلفين ستكون قادرة على تبادل المعلومات بأقل قدر من التكوين.

تم قبول المواصفة القياسية IEC 61850 من قبل معظم شركات الكهرباء كبروتوكول حديث يمكنه معالجة أوجه القصور في البروتوكولات التقليدية. على عكس البروتوكولات القديمة ، فإن IEC 61850 عبارة عن مجموعة من المعايير التي تتناول جوانب مختلفة من محطة فرعية حديثة، بدلاً من مجرد بروتوكول اتصال. تحدد المواصفة بالتفصيل نموذجًا قياسيًا لكل وظيفة في محطة فرعية بالإضافة إلى معايير الاتصال لدعم مثل هذا النموذج بالإضافة إلى الطرق الخاصة بكيفية تعيين هذا النموذج في اتصال المستوى الأدنى. وتتناول المواصفة القياسية IEC 61850 أيضًا متطلبات الأجهزة الضرورية لجهاز من فئة المحطات الفرعية وتحدد لغة اتصال يمكن استخدامها لتبادل محطة فرعية أو طراز جهاز.

على الرغم من أن أنظمة الوقاية التقليدية تميل إلى أن تكون منفصلة تمامًا عن نظام الأتمتة والتحكم – ولا تزال تعتمد على إشارات الأسلاك الصلبة المخصصة بين CTs و PTs والريليهات – تقدم IEC 61850 نموذجًا للنظام حيث يمكن تبادل نقاط بيانات الوقاية على لينك Ethernet مشترك. ويقوم بتنفيذ التدابير اللازمة للتأكد من أن هذه المعلومات سيتم تسليمها بطريقة حتمية في غضون فترة زمنية محددة.

أحداث المحطة الفرعية للكائنات العامة الموجهة GOOSE ومفاهيم قيم العينة في IEC 61850، حدد نماذج الكائن ومعايير الاتصال التي يمكن استخدامها لتبادل معلومات الوقاية (مثل الجهد والتيار وحالة القاطع) عبر رابط إيثرنت مخصص يسمى ناقل العملية (في أقل من 4 مللي ثانية للامتثال لقيود وقت نظام الوقاية). يقلل هذا من كمية الأسلاك في نظام الوقاية لأنه يمكن الآن دمج جميع الأسلاك بين CTs و PTs وريليهات الوقاية في كابل إيثرنت واحد.

تتضمن المواصفة القياسية IEC 61850 أيضًا طرق الاختبار التي يمكن للمستخدم الرجوع إليها أثناء مرحلة التشغيل أو الصيانة للمشروع للتأكد من أن جميع الأجهزة تعمل وفقًا لمتطلبات المشروع – ولعزل المشكلات أثناء جلسة استكشاف الأخطاء وإصلاحها.

الاتصال المادي: مودم، تسلسلي، إيثرنت نحاسي، ألياف، راديو، خلوي

لطالما كان الاتصال بمحطة فرعية واسترداد المعلومات الحيوية من الأجهزة البعيدة تحديًا لمصممي النظام. ليست كل المحطات الفرعية من نفس الحجم أو الأهمية وتوجد العديد من المحطات الفرعية في مناطق نائية حيث يمكن أن يكون الاتصال هو التحدي الأكبر عندما يتعلق الأمر بمراقبة محطة فرعية.

بدأت المراقبة المبكرة عن بعد باستخدام أجهزة المودم على الهواتف أو الخطوط المؤجرة. في الوقت الذي كانت فيه معظم الأجهزة في المتاحة ذات قدرات اتصال محدودة للغاية، كانت طرق الاتصال هذه كافية لمعظم المواقف. وقد بُذلت جهود أولية باستخدام جهاز بوابة في المجال الذي من شأنه تركيز المعلومات التي كانت تتلقاها من الأجهزة التسلسلية وإرسال هذه المعلومات إلى محطة رئيسية باستخدام مودم بناءً على جدول زمني محدد مسبقًا. وقد يؤدي تركيز المعلومات إلى تحسين الاتصال (وتقليل التكلفة) لأن إرسال نقاط البيانات في دفعة واحدة من شأنه أن يقلل من وقت الاتصال – مقارنة بإرسال حزم بيانات صغيرة من أجهزة مختلفة على مدى فترة زمنية أطول.

في المحطات الفرعية الحديثة، تتواصل معظم الأجهزة عبر روابط إيثرنت. ,يتم إرسال البيانات من الأجهزة المختلفة إلى مراكز التحكم عبر وسائل الاتصال المختلفة. تفضل شركات الكهرباء عمومًا تثبيت البنية التحتية للاتصالات بين الفروع الخاصة بها باستخدام وصلات الألياف الضوئية أو أنظمة الشبكات الراديوية ولكن في بعض الحالات، خاصة في المناطق النائية أو المحطات الفرعية الأصغر، يصبح استخدام المودمات الخلوية أكثر عملية.

على الرغم من أن استخدام البنية التحتية العامة مثل الشبكات الخلوية يمكن أن يقلل من تكاليف الصيانة، إلا أنه يثير أيضًا مخاوف بشأن الأمان والتوافر.

تقنيات المحطات الفرعية: التكرار، الطابع الزمني، مزامنة الوقت، السجلات

مع تحسن الأجهزة الألكترونية الذكية وتنفيذ المزيد من الوظائف، يمكن تطوير تطبيقات جديدة للاستفادة بشكل أفضل من هذه القدرات الجديدة. وبفضل المعلومات الأكثر دقة وحداثة من عناصر النظام، يمكن للأجهزة الألكترونية الذكية أن تزود المستخدمين برؤية أفضل حول تشغيل النظام والصحة العامة للنظام.

التكرار

على الرغم من أن التكرار ليس مفهومًا جديدًا، إلا أن التكنولوجيا الجديدة تجعل من السهل تنفيذ وإدارة الأجهزة الزائدة عن الحاجة. في تكوين وضع الاستعداد السريع، يمكن تكوين جهازين (مثل بوابة) في مجموعة حيث يعمل أحدهما كـ "نشط" بينما يظل الآخر في "وضع الاستعداد". يراقب جهاز الاستعداد باستمرار حالة الجهاز النشط بينما يتلقى الجهاز النشط معلومات من أطراف أخرى، ويقوم بتحديث قاعدة البيانات الداخلية الخاصة به وقاعدة بيانات الوحدة الاحتياطية ويرسل المعلومات إلى عميل واحد أو عدة عملاء. إذا اكتشف جهاز الاستعداد أن الوحدة النشطة لم تعد متصلة، فإنه يفترض (بعد فترة زمنية محددة مسبقًا) أن الجهاز النشط لم يعد يعمل ويتولى هو التحكم ويستمر في إرسال / تلقي المعلومات.

تدعم الأنظمة التكرار المتطورة أيضًا العناوين الافتراضية. وسيخفي العنوان الظاهري عناوين الأجهزة الفعلية، لذلك يظل الانتقال شفافًا طالما يتم استخدام العنوان الظاهري للاتصال.

مزامنة الوقت

تم استخدام أجهزة وطرق مزامنة الوقت مثل ساعات GPS وإشارات IRIG–B في المحطات الفرعية لفترة طويلة. وكان الهدف دائمًا هو الحفاظ على مزامنة الساعة الداخلية للأجهزة في نظام بحيث يمكن مقارنة الطوابع الزمنية من مصادر مختلفة بدقة في تحليل النظام. وتعد مزامنة الوقت أيضًا أمرًا بالغ الأهمية في نظام الوقاية.

تقدم تقنيات أتمتة المحطات الفرعية الجديدة طرقًا جديدة لمزامنة الوقت. على عكس الأنظمة القديمة حيث تم توزيع إشارة الوقت باستخدام روابط سلكية (أسلاك IRIG–B ، كابلات تسلسلية)، وتستفيد بروتوكولات الوقت الجديدة من البنية التحتية للاتصالات لتوزيع إشارات الوقت. ويمكن لبعض بروتوكولات الاتصال (مثل DNP3 أو IEC–104) وكذلك NTP (بروتوكول وقت الشبكة) و SNTP (بروتوكول وقت الشبكة البسيط) توفير دقة كافية للعديد من التطبيقات. ومع ذلك، لا يمكن تحقيق الدقة العالية المطلوبة في التطبيقات ذات المهام الحرجة باستخدام هذه الأساليب. في السنوات الأخيرة ، تم إدخال بروتوكول الوقت الدقيق (المواصفة القياسية IEEE 1588) للاستفادة من البنية التحتية للشبكة الحالية لتوفير دقة زمنية أقل من ميكروثانية للأجهزة الموجودة في أنظمة التحكم والحماية.

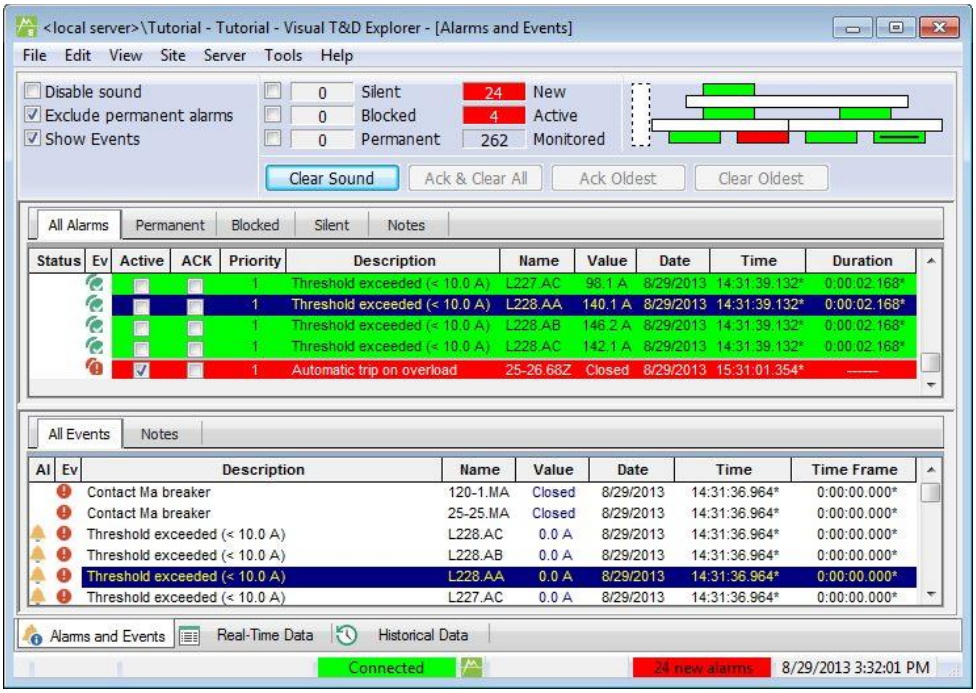
Time synchronization methods	Typical precision
Communication Protocols	< 100 ms
NTP	1 ms – 10 ms
IRIG	1 µs –10 µs
IEEE 1588	20 ms – 100 ms

سجلات النظام وملفات الأحداث

مع المزيد من قوة المعالجة والتخزين الداخلي، يمكن للأجهزة الألكترونية الذكية الآن إنتاج المزيد من المعلومات المتعلقة بأنشطتها الداخلية. سيوفر تسجيل هذه المعلومات وإرسالها إلى مركز التحكم للمشغلين مزيدًا من الرؤية لما يحدث في الجهاز، وفي حالة حدوث مشكلة، يعطي تلميحات حول مكان بدء استكشاف الأخطاء وإصلاحها. يمكن

أيضًا تثبيت خادم سجلات النظام Syslog في النظام لتجميع ملفات السجل هذه من الأجهزة الألكترونية الذكية المختلفة وتخزينها في مستودع مركزي لمزيد من التحليل.

يمكن أيضًا إنشاء ملفات الأحداث بناءً على بعض التغييرات في الحالة الداخلية للجهاز أو نقاط البيانات. على سبيل المثال، يلتقط ملف رسم الذبذبات تغييرات القيمة في بعض معلمات النظام (مثل الجهد والتيار وزاوية الطور) أثناء حدوث خطأ. يوفر تحليل هذا الملف لمهندسي النظام معلومات قيمة عن حالة النظام قبل حدوث الخطأ وبعده مباشرةً.



على غرار ملفات السجل، يمكن جمع ملفات الأحداث مركزيًا وإتاحتها لنطاق أوسع من المستخدمين. يتأكد هذا المستودع المركزي أيضًا من عدم فقد المعلومات من الأجهزة – حيث لا يزال لديها مساحة تخزين محدودة مقارنة بالخادم المحلي.

عناصر أتمتة المحطات الفرعية

تُستخدم مكونات مختلفة في نظام التحكم الآلي في المحطات الفرعية لجمع المعلومات حول العناصر المختلفة للنظام، ومراقبتها – وعلى مستوى أعلى – لتحليل هذه المعلومات واتخاذ القرارات بناءً على نتيجة التحليل. وعلى الرغم من أن بعض الأجهزة غالبًا ما تعبر الخط الفاصل بين أنظمة التحكم والوقاية، إلا أنه يمكن تصنيفها عمومًا إلى هذه المجموعات الخمس:

بوابة (منصة أتمتة)

- تركيز البيانات
- ترجمة البروتوكول
- توزيع البيانات
- المعالجة المنطقية

أجهزة الدخل والخرج الموزعة IO

الأجهزة الألكترونية الذكية (ريليه الوقاية، العدادات الذكية ، إلخ)

سكادا SCADA

- رسم تخطيطي أحادي الخط
- قيم الوقت الحقيقي
- التأريخ
- إدارة الأحداث والإنذارات
- إخطار المستخدم

الأجهزة البشرية بالمحطة الفرعية HMI

- رسم تخطيطي أحادي الخط
- إدارة الإنذار
- نظام المعلومات الصحية للنظام
- أدوات المهمات

بوابة (منصة أتمتة)

يتم استخدام البوابات في البداية لجمع المعلومات من الأجهزة التسلسلية وإتاحة هذه المعلومات لمستخدم بعيد، ولكنها تتضمن أيضًا دعمًا لمزيد من الوظائف المطلوبة في محطة فرعية.

تتميز البوابة الحديثة النموذجية بتصميم معياري ويمكنها استضافة منافذ تسلسلية وإيثرنت متعددة من الألياف أو النحاس. يحتوي التخزين الداخلي الخاص به على مساحة كافية لجمع آلاف الملفات وهو يدعم البروتوكولات المعقدة وطرق مزامنة الوقت.

تركيز البيانات

كمركز بيانات، يمكن للبوابة جمع المعلومات عبر عدة منافذ تسلسلية أو إيثرنت من الأجهزة في محطة فرعية وإتاحتها للمستخدمين عن بعد. وعلى الرغم من أن وظيفة تركيز البيانات ليست مهمة كما كانت في السابق، إلا أنها لا تزال تضيف الكثير من المرونة إلى النظام. هذا صحيح بشكل خاص في الحالات التي يتم فيها استخدام مودم خلوي كارتباط لمحطة فرعية بعيدة. تركيز المعلومات وإرسال جزء – بدلاً من جمع المعلومات بشكل فردي من الأجهزة الألكترونية الذكية IEDS – يقلل من استخدام المودم ويقلل من تكاليف الاتصال. يمكن أن يوفر مركز البيانات أيضًا مزيدًا من التخزين للحفاظ على ملفات السجل والأحداث مقارنة بالتخزين الداخلي للأجهزة الألكترونية الذكية.

يؤدي استخدام مركز البيانات أيضًا إلى تبسيط تكوين النظام على جانب الـ SCADA. فبدلاً من إعداد الأجهزة بشكل فردي في المحطة الفرعية في نظام SCADA، يلزم دمج بوابة واحدة فقط مع ارتباط اتصال واحد ومجموعة واحدة من النقاط في نظام SCADA. عند إضافة جهاز أو إزالته أو تغييره في الموقع، يحتاج نظام SCADA فقط إلى تحديث قائمة النقاط دون تغيير عناصر ارتباط الاتصال.

ترجمة البروتوكول

كمترجم بروتوكول، يمكن للبوابة تلقي معلومات من أجهزة مختلفة عبر بروتوكولات مختلفة، وترجمة المدخلات في بروتوكول آخر وإرسالها إلى المستخدمين المحليين أو عن بعد. وعلى الرغم من أن الاستخدام المتزايد للبروتوكولات القياسية يقلل من الحاجة إلى مترجم بروتوكول، إلا أن هناك مواقف لا تزال فيها الأدوات المساعدة لديها تثبيتات بأجهزة قديمة، ولكنها تحتاج إلى ترقية البروتوكول الخارجي لأسباب تتعلق بالأداء أو الأمان. يمكن لمترجم البروتوكول تسهيل مثل هذه الترقية عن طريق الحفاظ على سلامة الأجهزة القديمة.

توزيع البيانات

بمجرد تركيز نقاط البيانات في البوابة، يمكن أن تكون متاحة للعديد من المستخدمين البعيدين والمحليين عبر بروتوكولات مختلفة. تعد ميزة البوابة هذه مفيدة بشكل خاص في الحالات التي يكون فيها الجهاز محدود الاتصالات الصادرة. وقد يرغب مستخدمون مختلفون لديهم اهتمامات مختلفة في الوصول إلى نفس الجهاز في نفس الوقت.

المعالجة المنطقية

نظرًا لأن البوابة تجمع نقاط البيانات من أجهزة مختلفة في محطة فرعية، فهي المكان المثالي لتنفيذ بعض الأجهزة المنطقية لأغراض التحكم والتشغيل. باستخدام لغة برمجة معروفة مثل IEC 61131، يمكن إنشاء نقاط الإدخال، ويمكن إصدار أوامر الإخراج بناءً على بعض المنطق المحدد مسبقًا. يمكن أيضًا إرسال هذه النقاط إلى نظام التحكم والمراقبة في المحطة الرئيسية.

I / O الموزع (المدخلات / المخرجات)

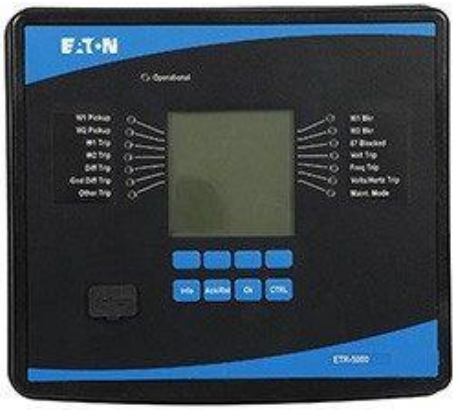
على الرغم من استخدام المصطلحين الوحدة الطرفية البعيدة RTU والبوابة بالتبادل هذه الأيام، إلا أن الجيل الأول من وحدات RTU كان عبارة عن أجهزة ذات قدرات اتصال محدودة تم استخدامها لتحويل الإشارات السلكية إلى نقاط بيانات رقمية ثنائية أو تماثلية. تتمتع هذه الأجهزة عمومًا بقدرات إدخال/إخراج عالية نظرًا لأن معظم عناصرالنظام لم تكن متوفرة بعد في تنسيق رقمي وتم توصيلها عبر روابط تسلسلية.

مع تطور الريليهات الرقمية، أصبحت معظم عناصر النظام متاحة رقميًا بشكل مباشر من الريليهات ووصلات عبر إيثرنت وعبر بروتوكولات جديدة – وتم تقليل الطلب على وحدات RTU عالية السعة. ومع ذلك، لا تزال هناك بعض إشارات الأسلاك الصلبة (مثل مراقبة القواطع والتحكم فيها، ومفتاح أمان باب الخزانة، ومقياس زيت المحول) التي يجب مراقبتها أو التحكم فيها من قبل المستخدمين عن بُعد – في بعض الأحيان بشكل منفصل عن نظام الوقاية.

يمكن لجهاز الإدخال/الإخراج الموزع تحويل عدد محدود من المدخلات/المخرجات إلى قيم رقمية ونقل هذه القيم عبر بروتوكول قياسي من خلال روابط تسلسلية أو إيثرنت.

الأجهزة الألكترونية الذكية (ريليه الوقاية، العدادات الذكية)

الجهاز الإلكتروني الذكي IED هو جهاز قائم على المعالج الدقيق مع بعض إمكانات المعالجة والاتصال. أكبر فئة من الأجهزة الألكترونية الذكية في محطة فرعية هي ريليهات الوقاية. يمكن لهذا الجهاز تلقي معلومات من محولات الجهد والتيار أو أي نوع آخر من أجهزة الاستشعار، واتخاذ قرارات التحكم أو الوقاية بناءً على بعض الخوارزميات وإصدار أوامر إلى أجهزة أخرى مثل القاطع والمفاتيح. وعلى الرغم من أن إشارات المستشعر لا تزال بشكل أساسي في اسلاك صلبة، إلا أن المحطات الفرعية الحديثة القائمة على IEC 61850 يمكنها توصيل المعلومات الرقمية بين أجهزة الاستشعار والمرحلات باستخدام قيم العينة أو بروتوكولات GOOSE. يمكن للريليه الرقمي أيضًا إنشاء وحفظ ملفات السجل والأحداث والأشكال الرسومية. العدادات الرقمية هي نوع آخر من الأجهزة الألكترونية الذكية التي يمكنها قياس وتسجيل عناصر النظام الرئيسية ونقلها إلى مركز التحكم.

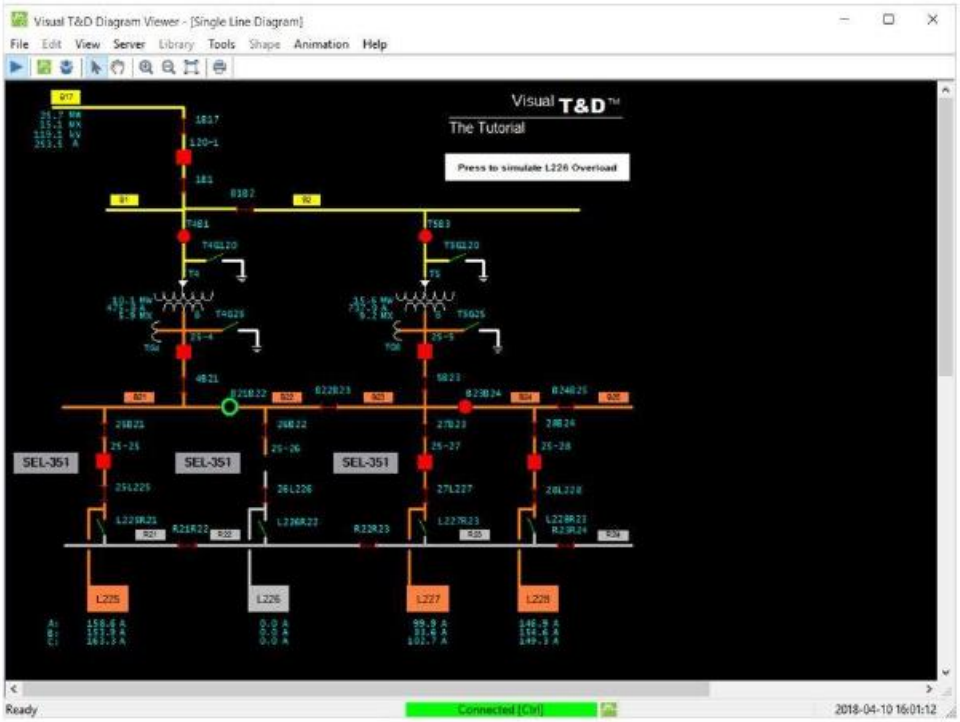


نظام سكادا

نظام التحكم الإشرافي وجمع البيانات (SCADA) هو برنامج على مستوى المؤسسة تتمثل مهمته الرئيسية في مراقبة نظام الشبكة الكهربائية والتحكم فيه بناءً على المعلومات التي يجمعها من المحطات الفرعية داخل هذا النظام. عادةً ما يتم تثبيت نظام SCADA في غرفة التحكم حيث يمكن للمشغلين مراقبة الصحة العامة للنظام ووظيفة النظام الكهربائي باستمرار. لتوفير معلومات كافية للمشغل، يدعم نظام SCADA مجموعة من الميزات والوظائف مثل الرسم التخطيطي أحادي الخط والقيم المؤرخة.

المخطط أحادي الخط

المخطط أحادي الخط هو تمثيل رسومي تفاعلي لنظام الشبكة يمكن من خلاله للمشغل مراقبة عناصر مختلفة للنظام وإصدار الأوامر حسب الضرورة. يتكون مخطط SCADA أحادي الخط عمومًا من نظرة عامة على النظام بالإضافة إلى صفحات تفصيلية متعددة لمكونات مختلفة للنظام يمكن للمشغل التنقل إليها.

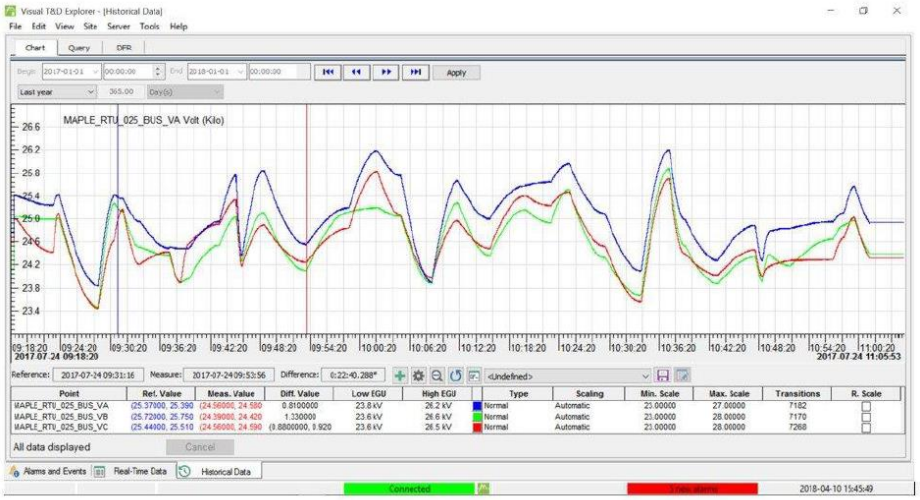


الاتجاهات في الوقت الحقيقي

على عكس المخططات أحادية الخط التي تُظهر مكونات النظام وتوصيله ، توفر وظيفة الاتجاه في الوقت الفعلي للمشغل مخططًا في الوقت الفعلي يراقب القيم التي يتلقاها من الأجهزة في المحطة الفرعية. يمكن للمشغل إضافة نقطة واحدة أو عدة نقاط إلى الرسم البياني ومتابعة تغييرات قيمة الوقت الفعلي من أجل تحليل أفضل للنظام.

تأريخ البيانات

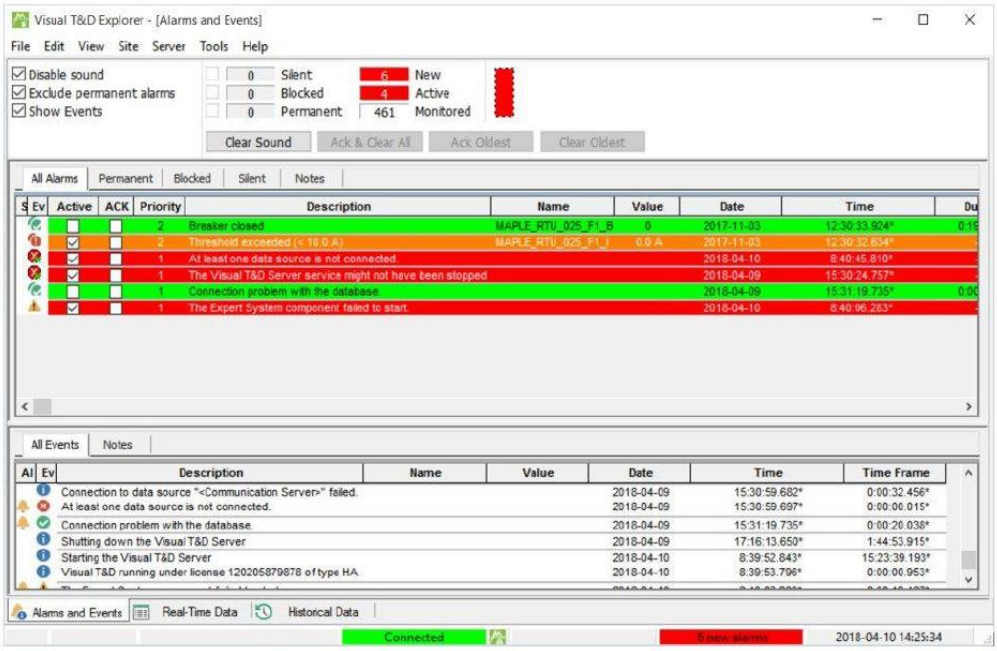
معلومات التسجيل هي وظيفة مهمة أخرى في نظام SCADA. باستثناء بعض قدرات التخزين المؤقت، فإن معظم الأجهزة الألكترونية الذكية والبوابات لا تحتوي على مساحة تخزين داخلية كافية للاحتفاظ بسجل لتغييرات القيمة في الوقت الفعلي لفترة ممتدة من الوقت. تتمثل إحدى المهام الرئيسية لنظام SCADA في تسجيل قيم الوقت الفعلي التي يجمعها من الأجهزة الموجودة في الموقع. يتم حفظ هذه المعلومات في قاعدة بيانات ذات علاقة ويمكن مسحها بناءً على عوامل التصفية المختلفة باستخدام وظيفة تأريخ البيانات. يمكن أيضًا الوصول إلى المعلومات المسجلة مباشرة من قاعدة البيانات باستخدام تطبيق جهة خارجية لمزيد من التحليل.



إدارة الأحداث والإنذار

تعد إدارة الأحداث والإنذارات أيضًا جزءًا من الوظائف القياسية التي يوفرها نظام SCADA. ويمكن إطلاق إنذار بواسطة نظام SCADA في نافذة إنذار بناءً على معايير محددة مسبقًا. يمكن للمشغل بعد ذلك التعرف على الإنذار وإزالته عندما تعود قيمة النقطة التي تم إنشاء الإنذار فيها إلى حالتها الطبيعية.

مثل الإنذارات، يمكن أيضًا إنشاء الأحداث بناءً على حالة نقاط البيانات التي تم جمعها من الموقع. وعلى عكس نظام إدارة الإنذارات، لا يتطلب نظام إدارة الأحداث تدخل المشغل – لأن الأحداث بشكل عام لا تعتبر حرجة.



إخطار المستخدم

تتمثل إحدى المهام الرئيسية لنظام SCADA في توفير المعلومات اللازمة للأشخاص المناسبين في الوقت المناسب. في نظام SCADA الجديد، يمكن لمسؤول البرنامج تعيين إعلامات لإنذارات وأحداث مختلفة لمستخدمين محددين أو مجموعة من المستخدمين وإرسال إشعارات بالبريد الإلكتروني أو الرسائل النصية بناءً على تلك القائمة.

واجهة الألة البشرية بالمحطة الفرعية HMI

واجهة الآلة البشرية (HMI) ، هي نسخة مجردة من نظام SCADA يتم استخدامه محليًا في محطة فرعية – خاصة أثناء التشغيل والصيانة. على عكس نظام SCADA ، فإن واجهة HMI تراقب فقط الأجهزة المحلية ولا تتمتع عمومًا لبقدرة تأريخ البيانات. يمكن للمشغل استخدام نظام HMI لتشغيل الأجهزة في النظام أو للتحقق من الحالة الحالية للنظام.

يمكن تشغيل HMI على الكمبيوتر المحلي للمحطة فرعية، ولكن الحل الأفضل هو استخدام بوابة حديثة تدعم وظيفة HMI مضمنة. يمكن الوصول إلى وظيفة HMI على هذه البوابة محليًا عبر شاشة تعمل باللمس متصلة مباشرة بالبوابة أو محليًا / عن بُعد من خلال اتصال ويب. هذا النهج يلغي استخدام كمبيوتر المحطة الفرعية – مما يؤدي إلى تقليل صيانة الأجهزة والبرامج مع الأخذ في الاعتبار أن الكمبيوتر الذي يعمل على نظام التشغيل ويندوز يحتاج إلى إدارة تصحيح منتظمة.

مخطط أحادي الخط

إن مفهوم الرسم التخطيطي أحادي الخط في نظام HMI هو نفسه الموجود في نظام SCADA. ويساعد التمثيل الرسومي للنظام المشغل على التحقيق بصريًا للحالة الحالية للمحطة الفرعية وإرسال الأوامر إلى عنصر التحكم. يحتوي HMI على عدد أقل من صفحات الرسم التخطيطي ذو الخط الواحد لأنه يحتاج فقط إلى تمثيل المحطة الفرعية الخاصة به.

إدارة الإنذار

باستثناء حقيقة أن إدارة إنذار HMI تهتم فقط بالإنذارات والأحداث المحلية، فإن بقية الوظائف تشبه نظام إدارة إنذار نظام SCADA.

معلومات سلامة النظام

وظيفة أخرى لنظام HMI هي إظهار شكل من أشكال الملخص عن الصحة العامة للمحطة الفرعية. يمكن عرض معلومات مثل عدد الاتصالات الناجحة والفاشلة، ووحدة المعالجة المركزية للبوابة واستخدام الذاكرة وإصدار البرنامج في شكل رسومي، بحيث يمكن للمشغل تقييم الحالة العامة للنظام في لمحة.

أدوات المهام

أدوات المهام عبارة عن مجموعة من الأدوات على نظام HMI التي توفر للمشغل وظائف مختلفة يمكنها تحسين أو تسريع عملية الاختبار والتشغيل أثناء تثبيت المحطة الفرعية أو جلسة استكشاف الأخطاء وإصلاحها.

إظهار القيمة في الوقت الفعلي للنقاط التي تتلقاها البوابة، والقدرة على محاكاة بعض القيم والوظائف الأخرى مثل قراءة السجلات أو الأحداث يمكن أن توفر رؤية أفضل للوضع الحالي للنظام والأعطال المحتملة التي قد تحدث أثناء العملية.

بيانات غير تشغيلية

في السنوات الأولى من الاتصالات الرقمية، كانت المحطات الفرعية إما متصلة من خلال روابط ذات نطاق ترددي منخفض أو غير متصلة على الإطلاق. تم إرسال مجموعة صغيرة فقط من المعلومات إلى مركز التحكم بسبب حدود الاتصال وتم استخدام هذه المعلومات فقط في أنظمة التحكم في الوقت الفعلي. كانت الأجهزة في المحطة الفرعية ذات قدرات معالجة واتصالات محدودة وقدمت فقط المعلومات الضرورية التي يتطلبها نظام التحكم.

وقد أدى النمو السريع في تقنيات الاتصال والمعالجة إلى تغيير الأجهزة الرقمية إلى وحدات ذكية قادرة على إرسال المعلومات بسرعة عالية إلى حد ما. يمكن أن تحمل روابط الاتصال بين مراكز التحكم والمحطات الفرعية الآن قدرًا كبيرًا من المعلومات بتكلفة أقل، لذلك تتمتع أنظمة التحكم بإمكانية الوصول إلى مجموعة غنية من البيانات التشغيلية وغير التشغيلية التي يمكنها استخدامها في العديد من النماذج المختلفة.

على عكس أنظمة التحكم الرقمية المبكرة، لم تعد مراكز التحكم مهتمة فقط بالبيانات التشغيلية. يمكن الآن إدخال البيانات غير التشغيلية التي تم جمعها من المحطات الفرعية في العديد من التطبيقات المختلفة للتنبؤ بالأخطاء المستقبلية ومنعها، وتوفير رؤية محسنة لأسطول الأجهزة، وإدارة الأجهزة بطريقة أكثر أمانًا والحد من وصول المشغل المباشر إلى الأجهزة – أو تقليل الصيانة بتقليل الوقت.

إدارة الأصول

يوفر اتصال الجهاز المتزايد رؤية أفضل للجهاز. ويمكن لشركات الكهرباء الاستفادة من هذه الرؤية للقيام بالعديد من المهام عن بُعد وتوفير الوقت والمال عن طريق الحد من عدد المرات التي يحتاجون فيها إلى إرسال طاقم إلى محطة فرعية.

تتطلب المواصفات القياسية والإرشادات الجديدة مثل NERC CIP بشكل متزايد رؤية أعلى للأجهزة، لذلك يمكن إرجاع كل تغيير إلى منشئه.

تحديث البرامج الثابتة

على عكس الأجهزة الميكانيكية القديمة، تعتمد صحة الجهاز الرقمي بشكل كبير على صحة البرامج الثابتة الخاصة به. وتتغير البرامج الثابتة للأجهزة الألكترونية الذكية بمرور الوقت – مع توفر ميزات جديدة أو إصلاحات للأخطاء، لذلك قد تحتاج الأدوات المساعدة إلى تحديث إصدار البرامج الثابتة من الأجهزة الألكترونية الذكية. يعد تحديث البرامج الثابتة على مجموعة كبيرة من الأجهزة من مختلف الشركات المصنعة مهمة صعبة. يوفر التطبيق الذي يمكنه مراقبة البرامج الثابتة تلقائيًا وإجراء تحديثات مجمعة في حالة الإصدار الجديد الكثير من الوقت والجهد ويمنع الأخطاء.

تأمين الوصول عن بعد

في هذه الأيام، يمكن الوصول إلى معظم الأجهزة الرقمية عن بُعد بواسطة المشغل أثناء جلسة الصيانة أو البرمجة. تحتاج الأدوات المساعدة أيضًا إلى تتبع عمليات الوصول هذه وتسجيلها، خاصةً للتدقيق الأمني أو استكشاف الأخطاء وإصلاحها. غالبًا ما يكون لأدوات البائعين الأصليين (NTV) التي يوفرها مصنعو الأجهزة الألكترونية الذكية قدرة محدودة على التسجيل (إن وجدت) – وهذا لا يفي بمتطلبات نظام على مستوى المؤسسة.

يوفر نظام الوصول المركزي عن بُعد وصولاً آمنًا عن بُعد إلى جهاز بينما يسجل كل تبادل بين المستخدم والجهاز ويحفظ هذا السجل في قاعدة البيانات الداخلية لمزيد من التحقيق، إذا لزم الأمر. ويمكن لهذا النوع من النظام أيضًا الاستفادة من نظام مصادقة مركزي مثل MS Active Directory لمصادقة المستخدمين وتفويضهم قبل أن يتمكنوا من الوصول إلى الجهاز.

تتبع التكوين

يعد تتبع تكوين الأجهزة في محطة فرعية صغيرة أمرًا سهلاً إلى حد ما. ومن ناحية أخرى، يعد تتبع جميع الأجهزة في إحدى شركات الكهرباء مع العديد من المحطات الفرعية (البعيدة غالبًا) تحديًا كبيرًا. مع مواصفات قياسية مثل NERC CIP التي تتطلب الإبلاغ عن كل تغيير في التكوين، تحتاج الشركات إلى تطبيق على مستوى المؤسسة يمكنه تلقائيًا مراقبة تكوين كل جهاز في النظام وإخطار الأشخاص المناسبين في حالة حدوث تغيير. يجب أن يكون

المستخدم قادرًا أيضًا على مقارنة ملفي تكوين لتحقيق أفضل في التغييرات واكتشاف التعديلات غير المصرح بها، إن وجدت.

مراقبة الأصول

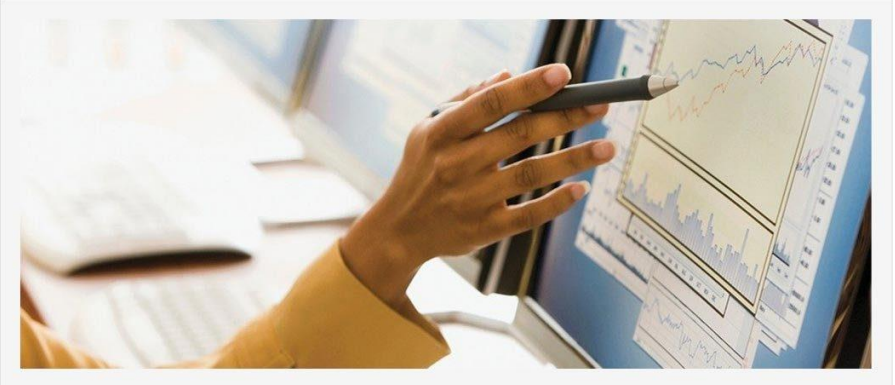
بدأ مفهوم مراقبة الأصول يبدو عمليًا عندما جعلت التقنيات الجديدة تغذية البيانات غير التشغيلية المختلفة إلى مراكز التحكم أسهل وأكثر تكلفة. ويمكن أن تغطي مراقبة الأصول مجموعة واسعة من التطبيقات، ولكن الفكرة العامة هي استخدام البيانات غير التشغيلية من الأجهزة الألكترونية الذكية في الموقع ومعالجتها باستخدام خوارزميات محددة مسبقًا لإنتاج أو توقع معلومات جديدة حول جوانب مختلفة من النظام – مثل الصحة والمشكلات المحتملة أو الصيانة القادمة.

ملفات الأحداث والرسومات البيانية

مباشرة قبل وأثناء الخطأ، تقوم مسجلات أعطال البيانات بإنشاء ملفات الأحداث والرسومات البيانية. قد يساعد ذلك مهندس الوقاية على التحقيق بشكل أفضل في سبب الخطأ واتخاذ التدابير اللازمة لإعادة ضبط النظام لمنع حدوث أخطاء مماثلة في المستقبل.

يتم تخزين هذه الأنواع من الملفات داخليًا في جهاز وقاية وتحتاج عادةً إلى تنزيلها يدويًا من الجهاز. حتى لو كان الجهاز يمكن الوصول إليه عن بعد، يجب أن يأخذ المستخدم بعض الوقت في تصفح الملفات للعثور على الملفات الجديدة ثم تنزيلها ومشاركتها في حالة طلب أكثر من شخص الوصول إلى هذه الملفات.

تتمثل الطريقة الأفضل في وجود نظام آلي لمراقبة أجهزة الوقاية وتنزيل الملفات الجديدة عندما تصبح متاحة. ويمكن لهذا النوع من النظام أيضًا إرسال إعلامات إلى أصحاب المصلحة مع الملفات المرفقة بالرسالة أو ارتباط إلى المجلد حيث يمكنهم العثور على نسخة من الملفات. ويمكن لهذا النظام خفض التكاليف التشغيلية عن طريق أتمتة عملية التنزيل وتقليل الوقت الذي تستغرقه المعلومات حتى تصبح متاحة للمشغلين.



الصيانة القائمة علي الحالة

من خلال تحليل المعلومات الواردة من الأجهزة في الموقع، يمكن استخدام تطبيق للتنبؤ بمتى ولماذا قد يحتاج جهاز أو جهاز معين إلى الصيانة. يمكن للصيانة المستندة إلى الحالة القضاء على عمليات الإغلاق المفاجئة وغير المتوقعة

للمحطات الفرعية التي يمكن أن تحدث عندما تفشل إحدى المعدات بشكل مفاجئ. يمكن أن يساعد أيضًا شركات الكهرباء في خفض تكاليف الصيانة عن طريق التخطيط للصيانة مقدمًا والجمع بين جلسات الصيانة المتعددة في جلسة واحدة استنادًا إلى المعلومات التي يحصلون عليها من نظام الصيانة القائم على الحالة.

الأمن السيبراني للمحطات الفرعية

خلال السنوات الأولى لأنظمة التحكم الرقمية، لم يكن الأمن السيبراني مصدر قلق. وتم إجراء معظم الاتصالات باستخدام طرق مخصصة مثل خطوط الهاتف وأجهزة المودم التي لا تكون مرئية للغرباء. ولم يكن الأمن حتى مشكلة في التصميم الأولي للبنية التحتية للإنترنت. وعندما أصبح الإنترنت متاحًا للجمهور، تم اكتشاف المزيد من نقاط الضعف. وقد حاولت التقنيات الحديثة معالجة المشكلات التي يسببها ارتباط مشترك يمكن الوصول إليه من قبل مستخدمين مجهولين.

يمكن تصنيف التهديدات الأمنية إلى نوعين رئيسيين:

• التهديدات الطوعية التي يسببها أشخاص داخل الشركة أو خارجها يحاولون عمدًا الشروع في فشل أو الوصول إلى المعلومات وسرقتها

• مشاكل لا إرادية ناجمة عن سوء تصميم النظام

يجب أن تتأكد البنية التحتية للأمان الجيد من أن المعلومات الصحيحة ستكون متاحة فقط للأشخاص المناسبين في أي وقت باستخدام المصادقة المناسبة والترخيص والتحكم في الوصول.

• NERC–CIP

• إدارة وصول المستخدم

• تأمين الوصول عن بعد و VPN

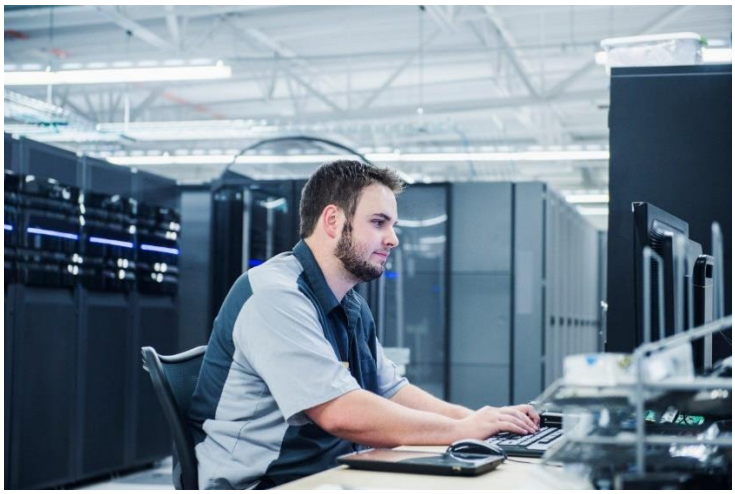
• إدارة كلمة المرور

• سجل النشاط والتتبع

• جدار الحماية، الحماية من البرامج الضارة

NERC–CIP

طورت مؤسسة الموثوقية الكهربائية بأمريكا الشمالية (NERC) مجموعة من المعايير لحماية البنية التحتية الحرجة (CIP). يتضمن هذا الجزء تسعة معايير مختلفة تغطي مجالات مختلفة من الأمن المادي إلى الأمن الإلكتروني والأمن السيبراني. الغرض الرئيسي منه هو تقييد الوصول ومنحه فقط للأشخاص المصرح لهم، لتأمين الاتصالات وتسجيل كل وصول إلى عنصر في النظام – أثناء توثيق أي تغييرات.



إدارة وصول المستخدم

أحد المتطلبات الرئيسية في النظام الآمن هو التأكد من أن المستخدمين يمكنهم فقط الوصول إلى الأصول التي حصلوا عليها أو تعديلها من قبل مسؤول النظام. يمكن لهذا النوع من النظام الاستفادة من نظام إدارة الوصول على مستوى الشركة (مثل MS Active Directory) واعتماده في بيئة التشغيل الآلي للمحطات الفرعية لمنح الوصول الدقيق إلى المشغلين ومهندسي النظام والمستخدمين الآخرين الذين يحتاجون إلى الوصول إلى الأجهزة في النظام .

يجب أن يقوم نظام إدارة المستخدم أيضًا بتسجيل كل وصول إلى النظام ووضع طابع زمني له والتأكد من إبطال امتيازات الوصول بمجرد مغادرة المستخدم للشركة.

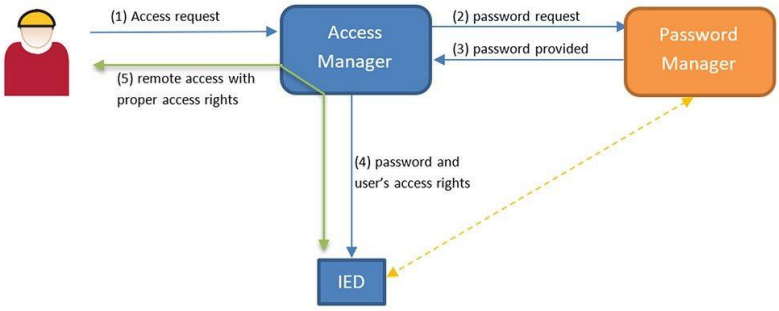
تأمين الوصول عن بعد والشبكة الأفتراضية الخاصة VPN

للتخلص من وقت السفر إلى محطة فرعية ، ستستخدم شركات الكهرباء نظام وصول عن بُعد يعمل جنبًا إلى جنب مع أدوات إدارة وصول المستخدم. ويتمثل العيب الرئيسي لنظام الوصول عن بُعد في احتمال تعرض الأمان للخطر، خاصةً عند استخدام روابط مشتركة مثل أجهزة المودم الخلوية أو اتصال الإنترنت لإنشاء اتصال. بالإضافة إلى طرق التشفير المختلفة، يمكن أيضًا استخدام شبكة افتراضية خاصة (VPN) لتأمين ارتباط اتصال وإخفائه عن المستخدمين غير المصرح لهم الذين قد يستخدمون نفس الاتصال المشترك.

إدارة كلمة المرور

عادةً ما تكون الأجهزة الرقمية محمية بكلمة مرور لمنع الأشخاص غير المصرح لهم من الوصول إلى الجهاز وتعديله. وتتطلب معايير الأمان تغيير كلمة مرور الجهاز بشكل روتيني. لا يمكن إدارة كلمات المرور على مئات الأجهزة يدويًا، لذا يلزم وجود نظام آلي لتتبع تغييرات كلمة المرور.

لا تكتفي أنظمة إدارة كلمات المرور الأكثر تعقيدًا بمراقبة كلمات المرور وتحديثها عند الضرورة فحسب، بل تخفيها أيضًا عن المستخدمين بربطها بحساب المستخدم. وفي مثل هذا النموذج، كل ما يحتاجه المستخدمون للوصول إلى النظام هو تسجيل الدخول عن بُعد باستخدام بيانات اعتماد الشركة الخاصة بهم. يقوم نظام إدارة كلمات المرور بعد ذلك بتزويد نظام إدارة الوصول بكلمة مرور الجهاز دون الكشف عنها للمستخدم. سيستخدم نظام إدارة الوصول كلمة المرور هذه داخليًا لمنح الوصول إلى الجهاز بامتيازات مستخدم محددة مسبقًا.



سجل النشاط والتتبع

يمكن أن يوفر تسجيل تفاعل المستخدم مع جهاز ما لمسؤولي النظام أو المستخدمين الآخرين بمعلومات قيمة – خاصة في حالة حدوث عطل. يمكن التحقق من السجلات والتتبعات لاكتشاف أي أخطاء محتملة أثناء جلسة الأختبارات أو الصيانة. يمكن للنظام الآلي جمع معلومات السجل هذه وحفظها في قاعدة بيانات مركزية لاستخدامها في المستقبل.

جدار الحماية، الحماية من البرامج الضارة

على الرغم من أن جدران الحماية وبرامج مكافحة الفيروسات تعد بشكل عام جزءًا من البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات في نظام التحكم في المحطة الفرعية، إلا أن الأجهزة الأكثر تطورًا تدعم أيضًا بعض ميزات الأمان هذه.

ونظرًا لأنه يمكن استخدام البوابة أحيانًا كنقطة وصول واحدة إلى محطة فرعية، فإنها تحتاج إلى دعم الإجراءات الأمنية التي تمنع الوصول غير المصرح به.

سيقوم جدار حماية البوابة بحظر جميع منافذ الاتصال، باستثناء تلك اللازمة للتشغيل العادي. يستخدم نظام الحماية من البرامج الضارة على البوابة نهج القائمة البيضاء لمراقبة الرموز التي يتم تشغيلها على البوابة باستمرار. يتم حظر الرموز التي لم يتم توقيعها رقميًا من قبل مصدر موثوق به ويتم إيقاف تشغيل البوابة إذا تم اكتشاف رمز مشبوه.

Alarm management	إدارة الإنذار
Asset management	إدارة الأصول
Asset monitoring	مراقبة الأصول
Automation	أتمتة
Automation platform	منصة أتمتة
Cellular	هاتف خلوي
Commissioning tools	أدوات المهام
Condition-based maintenance	الصيانة القائمة علي الحالة
Control commands	أوامر التحكم
Cyber security	الأمن السيبراني
Digital	رقمي
Event files	ملفات الأحداث
Event management	إدارة الحدث
Firewall protection	جدار الحماية
Firmware update	تحديث البرامج الثابتة
Gateway	بوابة
GOOSE	أحداث المحطة الفرعية للكائنات العامة الموجهة
Historian	تأريخ
Human Machine Interface	واجهة الألة البشرية
Intelligent electronic devices	للأجهزة الإلكترونية الذكية
Involuntary problems	مشاكل لا إرادية
Logic gates	البوبات المنطقية
Logic processing	المعالجة المنطقية
Logs	السجلات
Malware protection	الحماية من البرامج الضارة
Microprocessor	المعالجات الدقيقة
Modem	مودم
Oscillography files	ملفات الرسومات البيانية
Redundancy	التكرار
Real-time trending	الاتجاهات في الوقت الحقيقي
SCADA system	نظام التحكم الإشرافي وجمع البيانات
Serial	تسلسلي
Single-line diagram	المخطط أحادي الخط
Smart meters	العدادات الذكية
System logs	سجلات النظام
Time stamping	الطابع الزمني
Time synchronization	مزامنة الوقت
Voluntary threats	التهديدات الطوعية