Whitepaper

Diseño de Conexiones de Cables en Subestaciones Modulares

Autor: P.Eng., MBA. Allan Bozek
EngWorks Inc, Calgary, Canada

Roxtec

Resumen

Son sintetizados los métodos de paso de cables en subestaciones industriales modulares. Se abordan los requisitos para la integridad estructural y del entorno, puesta a tierra, protección contra incendios y facilidad para la expansión de un sistema de conexión de cables. Son comparados los métodos actuales de instalación con el uso de un diseño de pasamuros de cables para la instalación y conexión de cables en subestaciones eléctricas.

Índice de Términos: conexión de cables, subestación modular, pasamuros de cables.

Introducción

Las subestaciones modulares se están convirtiendo en la elección preferida para la instalación de equipos eléctricos y de control en instalaciones industriales. La posibilidad de pre-fabricar un módulo, pre-instalar tanto el equipo eléctrico como el de control y la posibilidad de pre-poner en marcha el equipo antes de la instalación, reduce los costos de instalación in situ. Esto representa una ventaja especial en proyectos ubicados en zonas remotas donde el costo de la mano de obra puede ser muy alto.

La conexión in situ de conductores y cables dentro del equipo representa, con frecuencia, un problema. Los planos del equipo, el diseño de la construcción modular de la base del marco del patín, el número de conexiones y el método de conexión pueden influir en la velocidad y la facilidad de instalación. Elegir un método incorrecto para el paso de los cables puede comprometer la integridad del entorno de la construcción y del equipo, aumentar sustancialmente los costos de instalación y complicar la posibilidad de añadir cables y conductores en el futuro. Esto afectará negativamente en el costo de propiedad (mantenimiento y operación) durante la vida útil del activo.

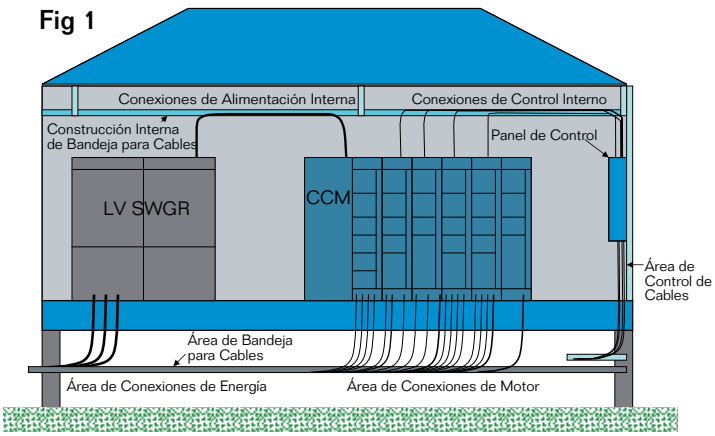
Consideraciones Básicas sobre las Subestaciones Modulares

Una subestación modular básica se compone de una base de acero para el marco del patín, sobre el que se apoya una construcción de paneles aislados pre-fabricados. Las dimensiones de la construcción pueden variar y usualmente está determinada por la cantidad de equipos instalados y la logística disponible para el transporte de un proyecto. Es común ver, en proyectos "onshore", construcciones de subestaciones de dimensiones superiores a 30 metros de longitud, 7 metros de ancho y 6 metros de alto. Si el diseño del equipo requiere una mayor superficie para el módulo, éste se dividirá, con frecuencia, en dos partes para su transporte hasta el lugar de instalación.

La interconexión del cableado entre equipos suele realizarse mediante dos maneras posibles. Si la subestación se ha construido sobre pilotes y las conexiones del cableado para la subestación son internas, los conductos o cables se pasarán por el techo, dentro de la subestación. Si las conexiones de cable son externas entonces se instalarán en el piso de la subestación, directamente en los componentes del equipo. Este diseño tiene la ventaja de minimizar la altura del módulo y ofrecer un cómodo acceso a los trabajadores para conectar los cables.

En la Fig. 1 se ilustra este concepto.

Fig 1



Conexiones de Cables en Subestaciones

Hay un número de retos asociados con la conexión de cables en subestaciones modulares. El primero es el número de conexiones de la instalación. En una subestación de tamaño medio que ofrezca servicio a un gran número de interconexiones de motores, pueden haber 300 o más conexiones de cables de energía eléctrica y de control. Las conexiones deben adaptarse para alcanzar la ubicación del equipo de eléctrico y de control así como de los elementos de acero del patín sobre el que se apoya la construcción.

A menudo es necesario conectar un gran número de cables en áreas muy reducidas, donde seguramente se ocasionará una congestión de conectores y cables, que afectará negativamente la productividad en el trabajo del técnico.

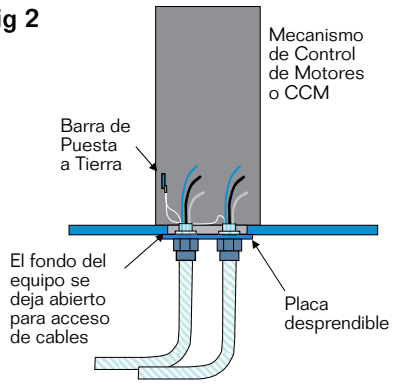
Otro reto asociado a la conexión de cables en la instalación, es el mantenimiento de la integridad ambiental del equipo y de la cubierta de la subestación. Esto requiere que el método de conexión mantenga un aislamiento adecuado mediante una barrera estanca (impermeable) al vapor con un factor de valor "R", para evitar la condensación en el interior del equipo y del envolvente de la estructura. El método de conexión de cables debe ofrecer también una barrera resistente al fuego, en el improbable caso de que éste se produzca.

El método de conexión de cables debe admitir distintos tipos de configuraciones de construcción de cables y métodos de cableado. Los diámetros de los cables pueden variar dependiendo de los conductores de control, desde diámetros de 5 mm o menos, hasta cables blindados de alimentación de 500MCM 3/C que pueden presentar diámetros de 100 mm o más. En cualquier caso, el cable debe quedar perfectamente asegurado y conectado a tierra de acuerdo a los requisitos y códigos locales de instalación eléctrica.

Uno de los aspectos del método de conexión de cables que, con frecuencia, se pasa por alto, es la posibilidad de instalar cables en el futuro. La flexibilidad que ofrece una sencilla adición de cables supone una ventaja, incluso durante la instalación inicial, cuando se realizan modificaciones de diseño de última hora en la fase de instalación de un proyecto.

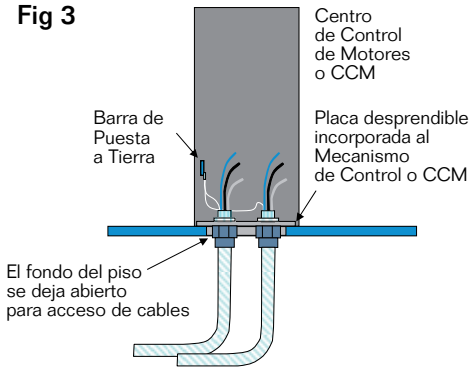
Opciones tradicionales para la conexión de cables

Fig 2



Conexión de Cables al Piso de la Subestación

Fig 3



Conexión de cables directa al mecanismo de control/MCC

Actualmente se usan varios métodos de conexión de cables para conectar los conductores en subestaciones industriales. En algunos proyectos se prefiere que los cables sean conectados en la parte superior del equipo eléctrico y de control montados en el interior de la construcción. Con frecuencia es utilizada una barrera pasamuros de cables para pasar los cables a través de un muro exterior.

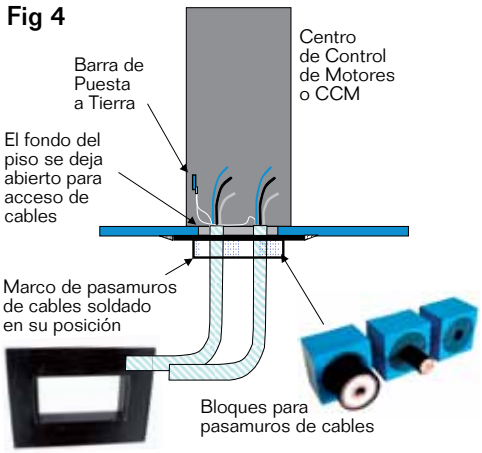
En la Fig. 2 se ilustra un método en el que los cables se conectan en el piso de una subestación. Previo a la instalación in situ, se utiliza una placa de acero desmontable de ¼" para facilitar la previa perforación de agujeros para los conectores de cables antes de su instalación en campo. Esto ayuda a mejorar la productividad de la construcción, ya que permite perforar en un taller la mayoría de los agujeros de entrada de los conectores de cable. Una vez que se ha fijado la placa de conectores en su sitio, la perforación se complica y consume mucho tiempo. También existe el riesgo potencial de que caigan limaduras metálicas y contaminen el compartimento del mecanismo de control de conexión de cables. Cada agujero de conector debe limpiarse también de rebabas para evitar que el aislante del conductor sufra daños cuando se tire de los conductores de cables para colocarlos en su sitio.

En la Fig. 3 se muestra una segunda opción de conexión de cables. Una sección de piso es removida y el cable es conectado directamente al equipo montado sobre el piso. Algunos equipos, como los centros de control de motores de baja tensión (CCM) incorporan una placa desmontable para facilitar la perforación de agujeros para los conectores de cables. La placa desmontable suele ser una plancha metálica de acero que se perfora fácilmente con una perforadora hidráulica.

La principal desventaja de este método de conexión es que con frecuencia es necesario retirar grandes secciones del piso para logar el acceso a la parte inferior del equipo. Esto puede comprometer la integridad estructural del piso así como la estructura que lo rodea. También dificultará la futura entrada de cables ya que el acceso a la placa debe ser posible tanto por encima como por debajo de la ubicación de los conectores. En algunos casos, si la placa no tiene el grosor suficiente, los cables grandes pueden deformarla, comprometiendo aún más la integridad de la instalación.

Opción mejorada de conexión de cables con un sistema pasamuros de cables

Fig 4



Instalación de Pasamuros de Cables para Entrada de Mecanismo de Control/CCM

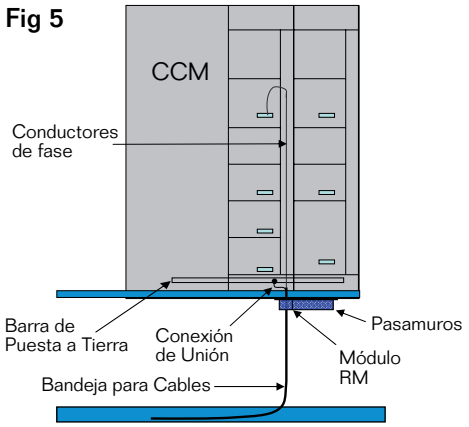
Una tercera opción para la conexión de cables en una subestación es utilizar un marco de entrada con pasamuros. En la Fig. 4 se muestra una instalación con pasamuros de entrada.

El marco del pasamuros se suelda o se fija con tornillos al piso de la subestación en lugares estratégicos, en el lugar donde se conectarán los cables. A continuación, se tira de los cables para colocarlos en su sitio a través de los marcos de pasamuros y, posteriormente, se sellan con bloques Multidiameter™ de paso y una cuña de compresión mecánica. El sistema de pasamuros de cables retiene en su sitio los cables y proporciona un ambiente resistente al fuego y sellado hermético al gas tanto para el equipo como para la cubierta de la estructura.

El uso de pasamuros de cables para la entrada de cables en una subestación ofrece varias ventajas. La primera es la eficacia. Los pasamuros de cables permiten tirar de múltiples cables al mismo tiempo a través de la apertura de los pasamuros. La gran apertura elimina la posibilidad de que el aislante del conductor sufra daños durante la instalación. Por otra parte, el marco de pasamuros mantiene la integridad del sellado estructural y del entorno del piso y permite una instalación de cables muy eficaz y de alta densidad en un espacio muy pequeño. Además, cada pasamuros ofrece capacidad para futuras expansiones mediante los bloques no utilizados que pueden desmontarse fácilmente y ser reinstalados para futuras instalaciones de cables.

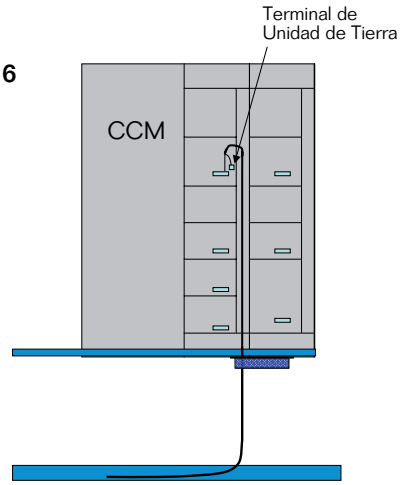
Otra ventaja importante de sellar los cables con un sistema de pasamuros de cables, es el espacio adicional que queda por debajo del suelo de la estructura y del equipo gracias a la extensión del marco de pasamuros. Esta profundidad puede adaptarse para una profundidad igual a la altura de la estructura de acero con una profundidad estándar de 60 mm. Este espacio de trabajo adicional es muy útil cuando hay limitaciones por el radio de curvatura de cables blindados más grandes y permite además una correcta alineación de cables adaptada a la configuración del equipo.

Fig 5



Opción 1 para Conexión a Tierra de Bandeja para Cables

Fig 6



Opción 2 para Conexión a Tierra de Bandeja para Cables

Puesta a tierra del equipo para Bandeja para Cables

Existen dos métodos para la conexión del conductor de unión de bandeja para cables utilizando un sistema de pasamuros de cables. El primero supone la conexión del conector de unión directamente a la barra de puesta a tierra de un mecanismo de control o CCM (centro de control de motores). La envoltura de PVC se retira hasta el lugar de entrada del pasamuros y el conductor de unión se retira y se conecta a la barra de puesta a tierra. Los conductores de fase entonces se continúan al punto de conexión en el mecanismo de control o CCM (centro de control de motores).

Se trata de algo muy similar a lo que ocurre cuando se utiliza un conector estándar de cables para conectar al conductor.

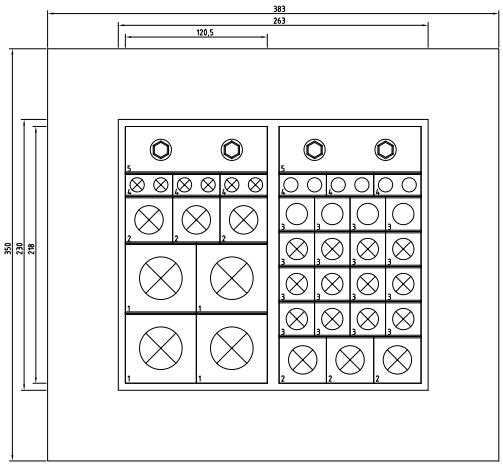
En la Fig. 5 se ilustra este método de unión.

Existe una segunda opción que requiere menos mano de obra para la puesta a tierra de bandejas para cables en centros de control de motores. Algunos fabricantes de CCM (centros de control de motores) ofrecen la opción de una "unidad" de conexión a tierra en la bandeja del CCM, en vez de hacerlo en la barra de puesta a tierra del equipo. Así se reduce la cantidad de funda de cable que hay que remover para conectar el conector de unión a la barra de puesta a tierra del equipo. Esto ofrece la ventaja de mantener los conductores de unión y fase juntos, como un ensamblaje, en el equipo y la desconexión del conductor de unión más cerca del lugar donde normalmente se conectan los conductores de fase. En la Fig. 6 se ilustra este tipo de unión.

Opción 1 para Conexión a Tierra de Bandeja para Cables

Proceso de trabajo

Fig 7



Plano de Ingeniería del Sistema de Pasamuros de Cables

Para maximizar el uso de un sistema de pasamuros de cables, se requiere una comprensión del proceso de trabajo desde el diseño hasta la instalación final.

A. Ingeniería

El uso de pasamuros para la conexión de cables en una subestación requiere una planificación previa. La ubicación del equipo de control y eléctrico debe estar coordinada con la base de acero estructural para garantizar que es posible la instalación de unos marcos de pasamuros del tamaño y dimensiones adecuados sin que el soporte de acero interfiera con la base del mismo material. Si es posible, debe utilizarse un tamaño estandarizado del marco lo que simplificará el proceso de diseño e instalación.

Durante la fase de diseño, mientras se identifican los cables, y se asignan en un marco de pasamuros. Esta información puede integrarse en el programa de cables o bien, en el software dedicado que se utiliza con mucha frecuencia para crear listas detalladas de pasamuros. Una vez se hayan completado las listas de pasamuros, será posible generar la lista de materiales para el fabricante de la subestación y el contratista para la instalación en campo.

En la Fig. 7 se muestra un plano típico de ingeniería producido con el software RTM de Roxtec para un pasamuros CCM con capacidad para 43 cables de distintos diámetros instalados en una ventana de 23cm x 26cm. La flexibilidad de este sistema permite el sellado de tuberías y cables de un tamaño que va de 3 mm (.118") a 99 mm (3.898") en el interior de los marcos de los pasamuros.

B. Fabricación

Una vez que el tamaño de los pasamuros de cables y las ubicaciones han sido determinados, será posible adquirir los marcos de pasamuros para enviarlos al fabricante para su instalación. Los marcos de pasamuros se montan en el muro o el piso fijándolos con tornillos o soldándolos y, son sellados temporalmente para su transporte al lugar de la instalación.

Fig 8

C. Lugar de Instalación

Una vez se haya enviado la subestación modular al lugar de instalación y se haya colocado en su sitio, podrá comenzarse la instalación de los conductores. El contratista de la instalación en sitio, se encargará de instalar los cables de interconexión desde el origen al destino a través de las aperturas de pasamuros identificadas en el programa de cables. La gran amplitud que ofrece el pasamuros de cables ayudará a que el instalador pueda tirar de los cables hasta colocarlos en su sitio, minimizando el riesgo de que el aislante del conductor sufra daños. Cuando se hayan instalado todos los cables de un pasamuros, estos deberán fijarse y sellarse con los bloques de sellado, con las placas de separación y con una cuña de compresión mecánica. Los planos de los pasamuros ayudarán a identificar los cables que deberán instalarse, el lugar de su instalación así como el tamaño del bloque a utilizar. En el programa de pasamuros se registra también la capacidad de reserva disponible en cada paso de cables para futuras expansiones. Es posible agregar cables fácilmente sin tener que cortar ni perforar agujeros adicionales, ya que lo único que hay que hacer es aflojar la cuña de compresión. Es esencial capacitar a los instaladores de campo para ayudarles a comprender el concepto de conexión a través de pasamuros. La capacitación puede llevarse a cabo haciendo uso de los servicios de formación en el lugar de la instalación o bien, con la ayuda de vídeos de instalaciones en los que se proporcionan instrucciones paso a paso. Una vez que el instalador haya observado e instalado los bloques de paso en una instalación de pasamuros, el resto de estas instalaciones será mucho más fácil de completar. En la Fig. 8 se ilustra la instalación de una barrera pasamuros en una subestación modular.

Conclusión

El uso de pasamuros para la instalación y conexión de cables en subestaciones industriales ofrece varias ventajas. Ofrece un diseño estandarizado con flexibilidad para la conexión de distintos tamaños y configuraciones de cables. La facilidad de la instalación ayuda a reducir la mano de obra y minimiza el daño potencial que puede sufrir el aislante. La integridad estructural y del entorno del paso a través del muro o piso se mantiene, proporcionando una barrera aislante, con hermeticidad al vapor y resistente al fuego así como la posibilidad de añadir cables fácilmente en el futuro. Los pasamuros de cables representan una alternativa viable para la conexión de cables en el interior de subestaciones industriales.

Biografía

P. Eng., MBA. Allan Bozek. Se graduó en la Universidad de Waterloo en 1986 donde obtuvo su BASc en ingeniería de diseño de sistemas y un MBA en la Universidad de Calgary en 1999. Trabaja como director en EngWorks Inc. ofreciendo servicios de asesoría en proyectos de ingeniería a los sectores de petróleo y gas.

Roxtec International AB, la empresa matriz de Roxtec, Inc. se fundó en 1990 y es líder mundial en sistemas modulares de sellado de tuberías y cables. Roxtec cuenta con más de 250 pruebas registradas y aprobaciones y sirve a las industrias del gas y del petróleo, telecomunicaciones, equipos marinos, industriales y fabricantes de equipos originales en más de 70 mercados de todo el mundo. Más información sobre la empresa, productos, aplicaciones y datos de ingeniería en www.roxtec.com

BRO2009000914 ver_1.0/ES/0932/thoge

Roxtec

Roxtec Inc
10127 E.Admiral Place, 74116 Tulsa, OK
PHONE +1 800 520 4769, 918 254 9872
FAX +1 918 254 2544
EMAIL onshore@us.roxtec.com, www.roxtec.com

Roxtec ® and Multidiameter ® are registered trademarks of Roxtec in Sweden and/or other countries.