



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

L.57

(05/2003)

SERIE L: CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y
PROTECCIÓN DE LOS CABLES Y OTROS
ELEMENTOS DE PLANTA EXTERIOR

Instalación de cables de fibra óptica con aire a presión

Recomendación UIT-T L.57

Recomendación UIT-T L.57

Instalación de cables de fibra óptica con aire a presión

Resumen

En esta Recomendación se describen los métodos de instalación con aire a presión de cables de fibra óptica en canalizaciones. Estos métodos se pueden utilizar para instalar microcables en minitubos, o cables con revestimiento en canalizaciones o conductos. Las condiciones y el equipo de instalación requeridos serán distintos en cada caso.

Orígenes

La Recomendación UIT-T L.57 (2003), preparada por la Comisión de Estudio 6 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 14 de mayo de 2003.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2003

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1	Introducción..... 1
2	Referencias 1
3	Instalación de cables con revestimiento en canalizaciones 1
3.1	Consideraciones sobre los elementos durante la instalación del cable..... 1
3.2	Variantes de la instalación con aire a presión 2
3.3	Operaciones 3
4	Instalación de microcables en minitubos 4
Apéndice I	– Experiencia en la India: Instalación de cables de fibra óptica (OFC, <i>optical fiber cables</i>) mediante el método de aire comprimido 5

Recomendación UIT-T L.57

Instalación de cables de fibra óptica con aire a presión

1 Introducción

La instalación con aire a presión consiste en inyectar un flujo de aire continuo de alta velocidad en el cable con una fuente de aire. La fuerza del aire empuja el cable y lo hace avanzar a una velocidad convencional que puede soportar el equipo.

Por lo general, la carga aplicada al cable es de un orden de magnitud inferior al de la fuerza que normalmente se utiliza con otros métodos de instalación, como las técnicas de tracción, reduciendo así los riesgos de instalación. Además, con esta técnica las flexiones en la trayectoria de las canalizaciones no son un problema importante, como es el caso en las técnicas de tracción, de modo que se puede aumentar la velocidad de instalación y se pueden instalar cables de longitud más larga. Los cables se instalan sin tensión aparente, lo que permite que estén distendidos en la canalización hasta que se termina la instalación.

Hay diversas variantes de instalación: con/sin émbolo en la punta del cable, o con un émbolo con fugas. En el caso de la variante sin émbolo, no hay fuerza de tracción en la punta del cable: el flujo de aire aplica una fuerza distribuida en todo el cable. Además, no se necesita la conexión de un cordón de tracción.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [1] Recomendación UIT-T L.1 (1988), *Construcción, instalación y protección de los cables de telecomunicación en redes públicas*.
- [2] Recomendación UIT-T L.10 (2002), *Cables de fibra óptica para aplicaciones en conductos y galerías*.
- [3] Recomendación UIT-T L.12 (2000), *Empalmes de fibra óptica*.
- [4] Recomendación UIT-T L.35 (1998), *Instalación de cables de fibra óptica en la red de acceso*.

3 Instalación de cables con revestimiento en canalizaciones

3.1 Consideraciones sobre los elementos durante la instalación del cable

3.1.1 Canalización para el cable

La combinación de los parámetros y los materiales de canalización es un factor crítico para determinar los requisitos de instalación de tipos de cable específicos cuando se utilizan técnicas con aire a presión (por ejemplo, hermeticidad al aire, forma circular, coeficiente de fricción, espesor de la pared, etc.). El diámetro máximo de la canalización depende del tipo de máquina que se utilice.

El diámetro interno de la canalización debe garantizar la correcta instalación del cable.

3.1.2 Cable

La longitud de instalación máxima es función de la rigidez y el peso del cable. Un cable muy flexible sólo se puede empujar con una fuerza pequeña y sería necesario utilizar un elemento adicional en la punta del cable, como un manguito abierto que permita que la corriente de aire fluya a través de su orificio central y ejerza una fuerza de tracción pequeña en la punta del cable. También podría ser necesario este elemento cuando el diámetro del cable es muy pequeño en comparación con el diámetro interno de la canalización.

Cuando se emplea un émbolo en la punta del cable, se ejerce una fuerza de tracción sobre el cable. En este caso, no se debe exceder la tensión máxima del cable, que depende del diseño del mismo.

El coeficiente de fricción de la funda del cable y las propiedades de fricción del revestimiento de la canalización (bastante reducidas) son críticos. Ambos deberán ser lo menor posible y dependerán de la elección del recubrimiento del cable y las características de la canalización.

La utilización de un lubricante adecuado, en caso necesario, es un factor importante para lograr un rendimiento óptimo.

3.1.3 Ruta del cable

Se deben evitar las curvas muy cerradas ya que la longitud de instalación máxima depende del número de curvas, su ubicación, su forma y las pendientes en la ruta del cable. Por lo general, cuanto más recta sea la canalización más larga será la longitud de instalación posible.

3.1.4 Aire comprimido

Normalmente se utiliza un compresor local para generar el flujo de aire de alta velocidad que empuja el cable por la canalización. La presión máxima del compresor depende del tipo de equipo que se utilice. Por lo general, la presión es aproximadamente de 10-12 bar. La tasa del flujo en la salida del compresor depende del tipo de equipo y también del diámetro interno de la canalización. Normalmente, cuanto más pequeño sea el diámetro de la canalización, menor será la tasa de flujo de aire y más corta la longitud de la instalación, para un diseño de cable específico.

La temperatura del aire comprimido tiene una gran influencia en los parámetros más importantes. A temperaturas altas el material del revestimiento del cable y de la canalización empieza a ablandarse. Esto aumenta la fricción entre el cable y la canalización, provocando una reducción de la calidad de funcionamiento del sistema. A temperaturas ambiente superiores a 30° C es muy recomendable la utilización de un equipo de refrigeración por aire instalado entre el compresor y el sistema de aire comprimido.

3.1.5 Máquina para introducir el cable

Esta máquina consta de un dispositivo mecánico que aplica una fuerza sobre el cable y controla su velocidad de introducción en la canalización. El dispositivo se controla mediante un motor de aire o hidráulico, con un aparato manual y automático de arranque-paro. Este elemento puede basarse en dos principios de construcción: empuje del cable mediante una correa de transmisión de oruga de goma y empujarlo mediante tracción por rueda dentada.

3.2 Variantes de la instalación con aire a presión

La elección del método, entre los que se describen a continuación, depende de varios factores: tipo de cable (diámetro, peso, rigidez), diámetro de la canalización, forma de la ruta (número de curvas y ubicación de las mismas, pendiente) y equipo que se ha de utilizar. De la misma manera, las longitudes de instalación y la velocidad de tendido del cable dependen de todos esos factores.

3.2.1 Método de instalación con un émbolo en la punta del cable

En este método se coloca un émbolo en la punta del cable. El émbolo aplica una determinada fuerza de tracción al cable, que no debe rebasar la carga de tracción permitida. El émbolo ejerce sólo una fracción de la fuerza de tracción máxima permisible sobre el cable.

Si el émbolo llega a una sección ovalada de la canalización, se puede atorar. Para evitarlo, el émbolo debería tener una funda flexible o algo similar.

También es posible utilizar un émbolo con un diámetro más pequeño que el diámetro interno de la canalización sujeto a la punta del cable (émbolo con fuga). Podría tratarse de un manguito abierto, que permita el paso de la corriente de aire a través de su orificio central. En este caso, el nivel de fuga afectará al nivel de tensión aplicado al cable.

3.2.2 Método de instalación sin émbolo en la punta del cable

En este caso el cable se introduce en la canalización sin fuerza de tracción mediante un gran volumen de aire que fluye rápidamente. La corriente de aire a través de la canalización ejerce un cierto empuje sobre la cubierta del cable. Esta fuerza es causada por la fricción entre las partículas del aire y la cubierta del cable. El compresor debe generar suficiente capacidad de aire para la instalación.

3.3 Operaciones

3.3.1 Precauciones

Cuando se instala un cable utilizando estos métodos, se deben tener en cuenta todas las precauciones consideradas en otros métodos de instalación (manejo de carretes, cables, seguridad personal, almacenamiento de cable en el punto de empalme, etc.).

Además, antes de la instalación del cable, será conveniente:

- Planificar la ruta y determinar las mejores posiciones para colocar las máquinas de aire comprimido, a fin de lograr una adaptación óptima entre la máquina y la canalización. Este método de instalación permite la utilización de varias máquinas de aire comprimido conectadas en serie en distintos puntos de la misma ruta, para lograr mayores longitudes de instalación o para resolver problemas de complejidad de la ruta. Se pueden alcanzar longitudes de instalación de 3 km, utilizando una sola máquina de aire comprimido, en función de las características de la ruta, el tipo de cable, la canalización y la máquina que se empleen.
- Verificar la continuidad e integridad de la canalización, a fin de evitar pérdidas de presión de aire, que pueden limitar la calidad de funcionamiento del sistema. En los puntos de discontinuidad de la canalización será necesario empalmarla.
- Verificar el interior de la canalización, en el sentido de instalación, con objeto de asegurar la ausencia de elementos de obstrucción, como agua, polvo e incluso piedras. Del mismo modo se debería verificar¹ que no se haya aplastado la canalización en toda su longitud.
- Si es necesario, se puede añadir un líquido lubricante a la canalización. Para esparcir el lubricante de manera uniforme a lo largo de la canalización, se puede utilizar una esponja empujada por el flujo de aire. En algunos casos, será necesario verter lubricante adicional durante la instalación del cable.
- Limpiar el cable antes de insertarlo en las máquinas de introducción del cable.

¹ Hay diversos métodos de comprobar la adecuación de la canalización (por ejemplo inyectar aire en un mandril calibrado o una esponja).

- Tener en cuenta que se necesitará cierto número de personas durante el proceso de instalación, a fin de gestionar sin percances las siguientes actividades: manejo del carrete de cable, operación de la máquina de aire comprimido, inserción del cable en la máquina y recepción del cable en el extremo distante.
- Cuando sea necesario, el cable se podrá instalar desde un punto intermedio. En este caso, una vez instalada la primera parte del cable, se recomienda disponer el resto del cable en forma de ocho o meterlo en un armazón temporal mediante la máquina de aire comprimido.
- No se debe rebasar la presión máxima que puede soportar la canalización.

3.3.2 Proceso de instalación

Una vez que se han tenido en cuenta todas las precauciones indicadas en los párrafos anteriores y que las máquinas de aire comprimido se han colocado en los sitios correctos, se recomienda:

- Preparar la punta frontal del cable. Cuando se utiliza el método de instalación sin émbolo, se adaptará una guía de cable ligero sobre la cubierta del cable para facilitar el movimiento del mismo en las secciones curvadas y a través de los conectores de subcanalización. Cuando se emplea el método de instalación con émbolo, se deben preparar las horquillas de cable correctas que se adaptarán a la punta del cable.
- Preparar la canalización para adaptarla a la máquina de aire comprimido.
- Si es necesario, se deben adaptar los elementos de empuje del cable de la máquina de aire comprimido al diámetro del cable.
- Colocar el cable en los elementos de inserción de la máquina.
- Introducir el cable en la canalización.
- Adaptar el cable a los elementos de inserción de la máquina.
- Adaptar la canalización a la máquina de aire comprimido utilizando un conector apropiado, a fin de evitar pérdidas de aire durante el proceso.
- Arrancar la máquina. El flujo de aire generado por el compresor empezará a arrastrar el cable dentro de la canalización.
- Se debe recibir el cable en el extremo distante de la canalización. El personal de operación debe tener la precaución adecuada ya que el cable puede salir con bastante velocidad. Si el proceso de instalación termina en ese punto, el resto de la longitud del cable, para fines de empalme, se debe almacenar conforme a las condiciones normales.
- Si se utilizan varias máquinas de aire comprimido en serie, cuando el cable alcanza el segundo punto de instalación, es necesario detener la primera máquina e introducir el cable en la segunda máquina y en la segunda canalización, como se describió anteriormente, adaptándolas al cable. A continuación, se arrancará la primera máquina y después la segunda. Si se va a utilizar una máquina de aire comprimido adicional, se procederá de la misma manera antes descrita.
- Cuando se instala el cable desde un punto intermedio, se instalará la primera parte en un sentido. Una vez concluida esta parte, se dispondrá el resto del cable en forma de ocho o se enrollará en el aparato de embobinado especial mediante la máquina de aire comprimido. Se deben tomar precauciones para evitar que el cable se ensucie. Se colocará la máquina de aire comprimido de modo que permita la instalación en el sentido opuesto y proceda de una manera similar a la que se describió previamente.

4 Instalación de microcables en minitubos

Cuando se instalan microcables en miniductos se deben tener en cuenta consideraciones similares a las descritas anteriormente. Por lo general, en este caso, el diámetro de los cables y de las canalizaciones será más pequeño. Las características de las canalizaciones, los materiales y las

propiedades podrán diferir. Las máquinas de aire comprimido también pueden ser diferentes. No obstante, las precauciones y el proceso de instalación serán similares a los descritos previamente.

Apéndice I

Experiencia en la India: Instalación de cables de fibra óptica (OFC, *optical fiber cables*) mediante el método de aire comprimido

La liberalización de las telecomunicaciones, la aparición de Internet y los avances en la tecnología de fibra óptica han dado lugar a una necesidad cada vez mayor de un método eficiente, rápido y altamente fiable para la instalación de OFC. El peso ligero de los OFC ha llevado al desarrollo de la tecnología de instalación por aire comprimido. Esencialmente, esta tecnología requiere dos productos principales, a saber, una canalización ultralisa y una máquina de aire comprimido.

La canalización se fabrica con tubo de polietileno de alta densidad (HDPE, *high density polyethylene*) de alta calidad coextruido con un lubricante polímero sólido especial como revestimiento interior. Las características importantes de este tipo de tubo son:

- a) Bajo coeficiente de fricción interno con la cubierta del OFC.
- b) Ausencia de grupos de pliegues.
- c) Radio de curvatura: mínimo 10 veces el diámetro exterior del tubo.
- d) Instalación en una amplia gama de temperaturas -5°C a $+50^{\circ}\text{C}$.
- e) Dimensiones controladas con precisión que permitan uniones a prueba de fugas con los accesorios apropiados.
- f) Vida útil prevista de 50 años como mínimo.

La máquina de aire comprimido puede proporcionar un chorro de aire a presión sin humedad e introduce el OFC en la canalización a través de una máquina alimentadora. Básicamente consta de:

- a) Un compresor con capacidad de suministro de aire con una presión continua de 10 kg.
- b) Un enfriador de aire con facilidad para eliminar el vapor de agua.
- c) Un sistema de alimentación de cable adaptado con un motor neumático para introducir el cable continuamente a una velocidad de hasta 100 metros por minuto. Por lo general se elige una velocidad de aproximadamente 60 metros por minuto. Las ventajas del método por aire comprimido para el tendido del OFC en la canalización son:
 - i) No se aplica tensión sobre el OFC, ya que la superficie interior de la canalización es ultralisa. Normalmente, el coeficiente de fricción es menor de 0,08. El método se basa en empujar el cable en lugar de jalarlo.
 - ii) Permite una instalación más larga de un modo más rápido y eficiente. Se puede tender 1 km de OFC en menos de 20 minutos.
 - iii) La influencia de las flexiones y las curvas es mínima.
 - iv) Número mínimo de uniones de la canalización y de empalmes de cable.
 - v) Reduce el costo global de instalación y de mantenimiento.
 - vi) Facilita las mejoras futuras.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación