



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**



**Dpto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería  
Telemática**

**Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación**

---

## **SISTEMAS DE COMUNICACIONES GUIADAS**

### **Práctica 1**

### **Conectorización y Fusión de Fibra Ópticas**

Noemí Merayo Álvarez  
Juan Carlos Aguado Manzano

# GUIA APRENDIZAJE 1

## CONECTORIZACIÓN Y FUSIÓN DE FIBRAS ÓPTICAS

### Índice

- Introducción
- Objetivo de la práctica
- Conectorización de la fibra
- Fusión de fibra
- Preparación de la fibra
- Anexo I: Precauciones con la fusionadora

## 1. Introducción

En la guía que aquí se presenta se trata de fijar los conceptos más relevantes que se han estudiado sobre componentes, conectores y empalmes. La práctica tiene dos partes claramente diferenciada. Por un lado, se realizará un ejercicio experimental de conectorización de fibra óptica y por otro lado un ejercicio de fusión de fibra óptica.

Es muy importante que lea detenidamente las instrucciones de la práctica. Se ha tratado que los pasos a seguir y los procedimientos estén muy detallados. Si tiene alguna duda pregunte a los profesores que se encuentran en el laboratorio con ustedes, estarán encantados de ayudarles y explicarle algún concepto.

## 2. Objetivo de la práctica

Los objetivos que se pretende con la presente práctica son los que a continuación detallamos:

- Práctica de conectorización de un conector FC/PC con fibra multimodo y medida de pérdidas.
- Práctica de fusión de dos fibras ópticas multimodo.

## 3. Conectorización de fibra óptica

En esta parte de la práctica vamos a realizar un par de conectores y vamos a comprobar las pérdidas que introducimos. Podrá seguir las indicaciones de las transparencias de las clases teóricas, con lo que sólo daremos a continuación unos pocos pasos explicativos del montaje que hay que realizar.

1. Prepare los extremos de las fibras y compruebe los cortes.
2. Pruebe a introducir el extremo seleccionado de las fibras en el conector y compruebe que sobresale entre 1 y 2 cm.
3. Rellene una jeringuilla con epoxy e introduciéndola en el conector rellénelo con el epoxy hasta que sobresalga una pequeña bola del mismo por la férula. No permita que la bola sea muy grande, puesto que sería mucho más difícil pulir el extremo del conector, pero tampoco permita que el agujero de la férula quede sin rellenar, puesto que debilitaría el conector.
4. A continuación introduzca el extremo de la fibra hasta que haga tope.
5. Deposite el conector sobre unos folios sucios, y utilice el spray acelerador para acelerar el proceso de curado. No utilice el spray como si se tratara de un desodorante. Con una pequeña cantidad es más que suficiente.
6. Espere aproximadamente un minuto y compruebe que el epoxy está seco. Para ello, puede tocar suavemente el extremo de la fibra, en el cual siempre quedan restos de

epoxy y comprobar que está suficientemente seco. También puede tirar ligeramente del extremo de la fibra para comprobar que está suficientemente amarrada al conector.

7. A continuación utilice el cortador de fibra que tiene en el maletín tal y como se indica en las transparencias de la clase de teoría. Debe aproximarse lo más posible al epoxy a la hora de realizar el corte. Para realizarlo ralle suavemente la fibra con el cortado en el punto donde desea realizar el corte, hasta que la fibra parta.
8. Ahora se inicia el proceso de pulido. Lo normal es tener varios tamaños de lija por lo que hay que pasar, desde la de mayor granulidad hasta la de menor. Sin embargo hay que tener cuidado, puesto que un error muy frecuente es el sobrelijado. El profesor le podrá mostrar dos conectores donde se ve este fenómeno. Por ello es importante considerar la cantidad real de epoxy que queremos eliminar (que dependerá de nuestra habilidad para formar la burbuja de epoxy sobre la férula). Si hay poco epoxy, algunas veces se puede utilizar directamente la lija de agua. En cualquier caso, si así lo cree conveniente utilice una lija de mayor granulidad y dibuje como máximo 5 o 6 ochos. Compruebe con el microscopio óptico que ha conseguido un pulido inicial suficiente.
9. Pase a la lija de agua. Deposite unas pocas gotas de agua y dibuje 4 o 5 ochos. Tenga cuidado en no sobre lijar.  
  
IMPORTANTE: Cuando se pasa de una lija a otra la limpieza es fundamental. Por ello limpie el conector con alcohol isopropílico para asegurar que no queda ninguna impureza.
10. Realice un segundo conector de las mismas características.
11. Utilice un soporte para unir los dos conectores y calcule las pérdidas.

NOTA: Las pérdidas que estamos midiendo en este procedimiento son las introducidas entre conectores, no estamos midiendo las pérdidas introducidas por el propio conector. Esto se debe a que teóricamente el conector no debe introducir ninguna pérdida, dado que en el fondo lo único que hacemos es fijar el extremo de una fibra a un soporte metálico, sin afectar para nada al modo de propagación de la luz en el interior de la fibra. Puede comprobar este hecho preparando uno de los extremos iniciales y haciendo la medida de potencia que se recibe antes de realizar el conector.

## 4. Fusión de fibras ópticas multimodo

La fusionadora TIPO -201eVS/M4 pre-examina automáticamente y alinea un par de fibras ópticas con los microscopios que tiene integrados, luego las funde con el calor de un arco eléctrico para conseguir un empalme con baja atenuación. Se pone el protector de empalme sobre la fibra desnuda y se calienta en el horno para termo-retráctiles que lleva integrado.

LA FUSIONADORA NO ES UN JUGUETE, ES UNA HERRAMIENTA DE TRABAJO CARA Y PELIGROSA. NO TOQUE PARTES INTERIORES, NO HAGA

PRUEBAS FUERA DE LAS INSTRUCCIONES QUE SE LE DAN PARA REALIZAR LA PRÁCTICA.

#### 4.1. Estructura de la Fusionadora



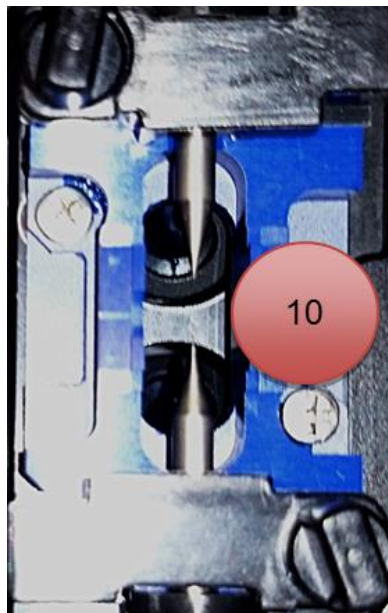
1. Botón de encendido.
2. Pantalla táctil
3. Cubierta de la fusionadora (donde se realiza la fusión)
4. Horno para el protector termoretractil
5. Entrada para el conector a la fuente de alimentación
6. Panel de entrada/salida



Una vez abierta la cubierta se observan los siguientes elementos (recuerde NO TOQUE NADA EN EL INTERIOR BAJO NINGÚN CONCEPTO):

7. Espacio para los Fiber Holder. Los fiber holder son piezas que sirven para sujetar los extremos de la fibra que se van a cortar. Estas piezas van en la posición indicada.
8. Electrodo: El arco se genera entre estas dos puntas de metal
9. LED para observar la fibra.
10. Lente del microscopio que sirve para observar la fibra

Finalmente, tenga cuidado en los lugares donde están situadas las etiquetas de precaución, en concreto las de alto voltaje y temperatura extrema.



## 4.2. Pasos y materiales para realizar el empalme y protección

Para realizar un empalme adecuado deberá previamente tener a mano y preparar el siguiente material:

1. Fusionadora T-201eVS/M4
2. Fibra óptica a empalmar
3. Peladora de cubiertas
4. Cortadora de fibras
5. Alcohol isopropílico (no acercar a la fusionadora en ningún momento. Trabajar en una mesa distinta a la de la fusionadora con este líquido)
6. Papel para secar
7. Protectores de empalme

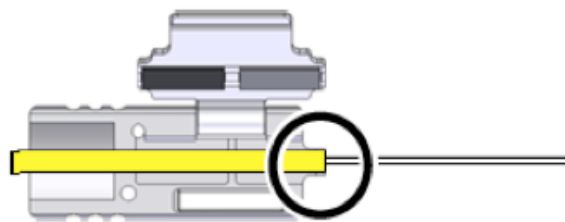
Una vez que tiene a mano todos estos elementos los pasos generales que habrá de dar para realizar una fusión son los siguientes

1. Pelar el recubrimiento de la fibra/ Limpiar la fibra pelada
2. Cortar la fibra
3. **Colocar la fibra en la fusionadora**
4. Encender la T-201eVS/M4
5. **Pantalla inicial**
6. **Configuración del tipo de fibra del protector de empalmes**
7. **Test de arco**
8. Volver a preparar la fibra
9. **Comenzar empalme automático**
10. **Evaluación del empalme**
11. **Test de tensión**
12. **Protección de empalme**

En las siguientes secciones se verá paso a paso cada una de las operaciones generales que se han descrito en esta sección.

### 4.2.1. Colocar la fibra en la fusionadora

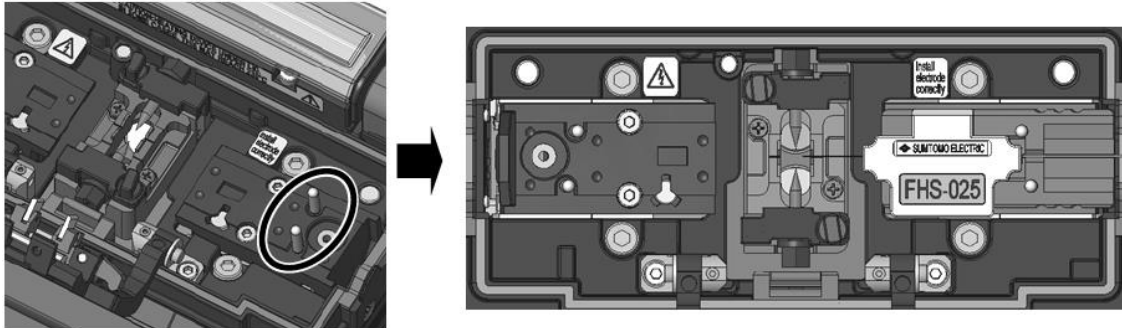
1. Coloca con cuidado la fibra en el fiber holder de la fusionadora. Las camisas de protección deben estar alineadas con el borde del fiber holder.



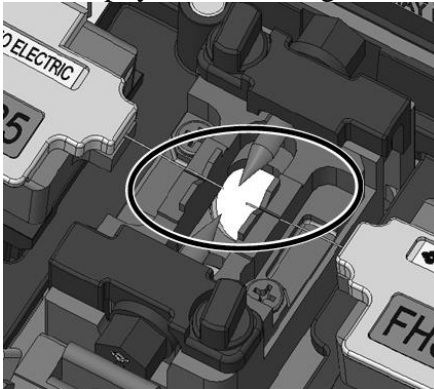
2. Abra la cubierta de la empalmadora



3. Coloque los fiber holder en su posición. **Tenga cuidado y asegúrese que la fibra no toca ninguna superficie. Si toca alguna superficie bajo ninguna circunstancia intente manipular la fibra, ni con los dedos ni con ningún elemento. Vuelva a sacar el fiber holder y vuélvalo a colocarlo con cuidado**



4. Asegúrese que la fibras están apoyadas en el V-groove



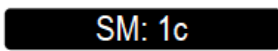
5. Cierre la tapa de la fusionadora  
6. Enciéndala.

#### 4.2.2. Pantalla inicial de la fusionadora

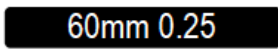
Una vez se inicie la fusionadora, verá un primera pantalla con varios iconos. Los iconos son los siguientes:



: Muestra la pantalla del menú principal donde se pueden seleccionar varias opciones



: Muestra el programa de empalme que seleccionado.



: Muestra el programa de horno seleccionado.



: Muestra la pantalla de observación. La pantalla cambia con cada toque X/Y  
→X→Y



: Comienza el programa de empalme que haya sido seleccionado



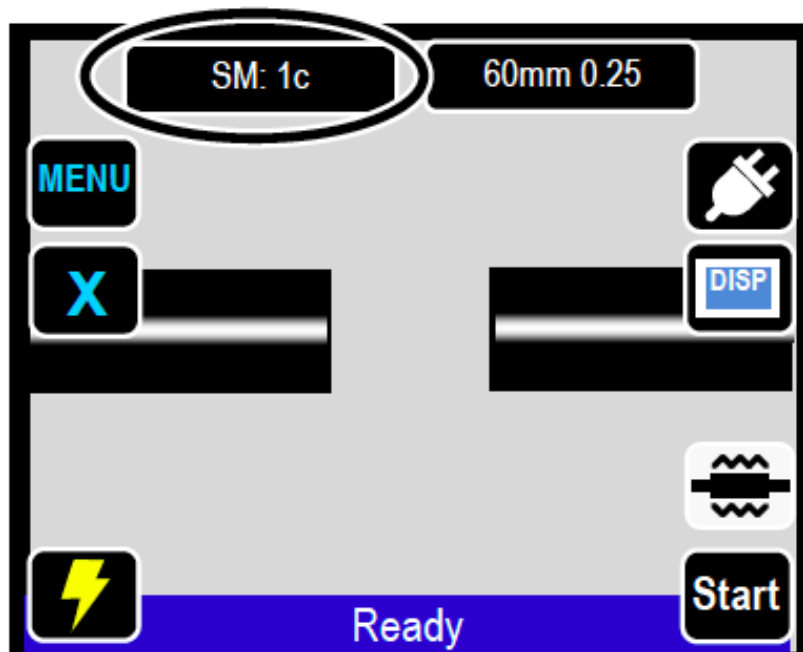
: Inicia y cancela el proceso de calentamiento del horno de los protectores termoretráctiles



: Test de arco

#### 4.2.3. Configuración del programa de empalme y del horno

La empalmadora tiene varios programas predefinidos que permiten fusionar automáticamente distintos tipos de fibra. Habrá que elegir un programa u otro dependiendo del tipo de fibra. Para cambiar el programa predeterminado actúe de la siguiente manera. Toque en el icono del programa automático actualmente seleccionado.



Esto le dará acceso a los una pantalla donde podrá seleccionar entre varias opciones disponibles:

- Auto: Se puede utilizar para fusionar fibras idénticas estándar. Encontrará tres opciones en el interior SM (monomodo ITU-T G.652), MM (ITU-T G.651), DS/NZ (DSF ITU-T G.653, NZDSF ITU-T G.655)
- SMF: Fibra monomodo. (ITU-T G.652)
- DSF: Fibra monomodo de dispersión desplazada. (ITU-T G.653)
- BIF: Fibra monomodo insensible al curvamiento. (ITU-T G.657)
- MMF: Fibra multimodo (ITU-T G.651)
- NZDS: Fibra monomodo con dispersión no nula. (ITU-T G.655)

Entrando en cada una de ellas la única opción que debería tener disponible es la opción 1c, correspondiente a la fusión de una única fibra.

Para elegir el programa del horno, debido a que tenemos protectores termoretráctiles de 60 mm, debería mantener el programa que aparece por defecto (60 mm 0.25).

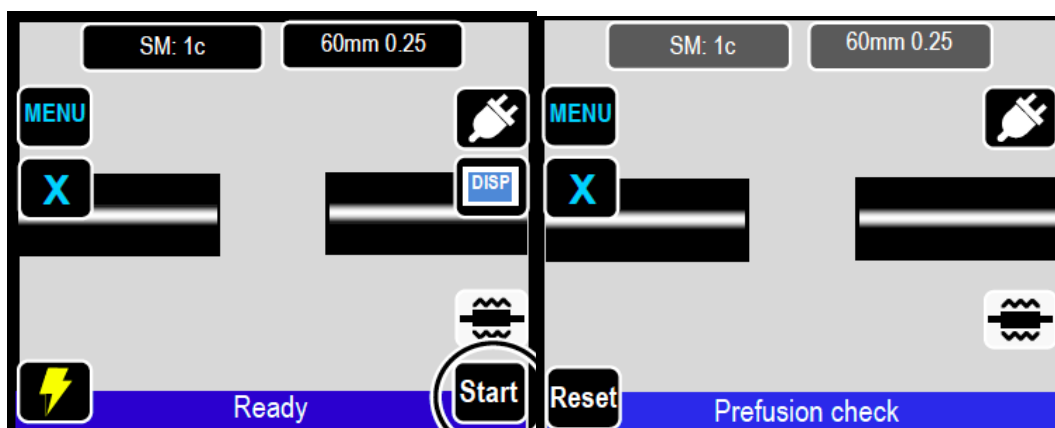
#### 4.2.4. Test de Arco

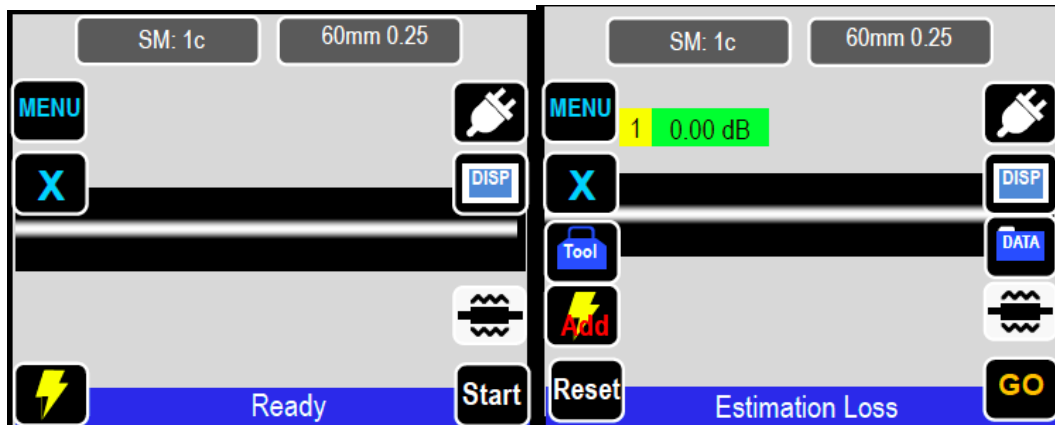
Antes de realizar una fusión entre dos fibras, es conveniente calibrar el equipo, dado que puede haberse descalibrado durante el proceso. Por ello, se debe realizar un test de arco. Siga los siguiente pasos:

1. Toque el icono de test de arco
2. La pantalla muestra “Test de Arco Listo” en la parte inferior.
3. Toque el icono “Start”
4. Se inicia una prueba de arco. La fibra no se empalma por estar en modo prueba.
5. Como resultado de la prueba pueden ocurrir una de las siguientes cuatro opciones:
  - a. Arco muy débil
  - b. Arco muy fuerte
  - c. Arco centro
  - d. Arco OK
6. Si el mensaje no es Arco OK vuelva a preparar la fibra y realice de nuevo el test hasta obtener Arco OK.
7. Si el mensaje es Arco OK vuelva a preparar la fibra. **ANTES DE CORTAR LA FIBRA ASEGURESE QUE METE EN UNO DE LOS EXTREMOS UN PROTECTOR DE EMPALME.**

#### 4.2.5. Comienzo del empalme automático con la fusionadora

Una vez ha finalizado la parte de test de arco puede comenzar con el empalme. Para ello presione en el icono “Start”, y el empalme se realizará automáticamente, pasando por las etapas que se ven en las siguiente figuras.



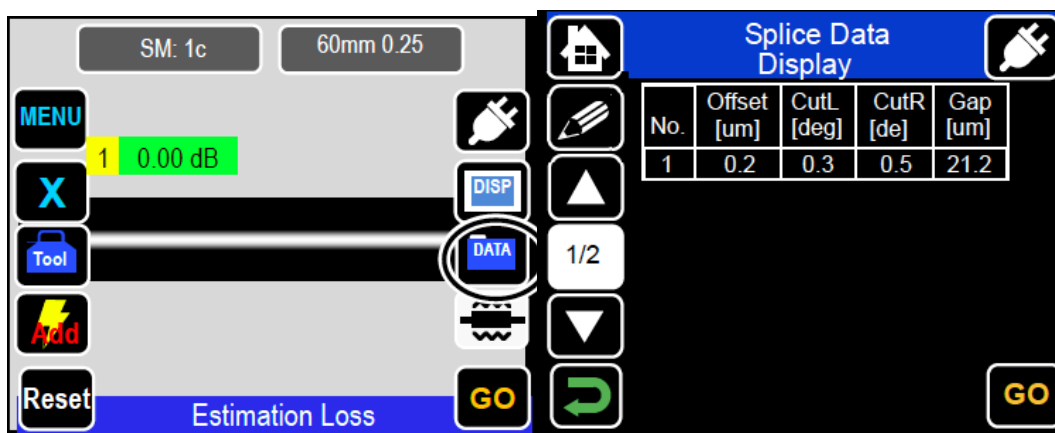


Al finalizar el empalme se le indicará las pérdidas estimadas que introducirá el mismo.

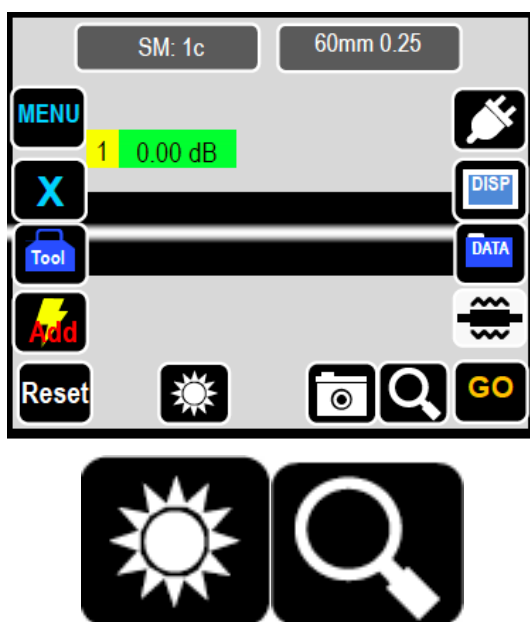
#### 4.2.6. Realizar la evaluación del empalme

Podrá comprobar de forma detenida las características del empalme recién hecho. Para ello presione en el icono “Data”, aparecerá una tabla como la que se ve, donde cada columna tiene el siguiente significado:

- Offset: Es el offset encontrado entre los ejes de los núcleos de las dos fibras
- CutR: Es el ángulo de corte encontrado en la fibra derecha
- CutL: Es el ángulo de corte encontrado en la fibra izquierda
- Gap: Es la distancia de las fibras durante la formación del arco
- Irregular: Irregularidad encontrada para la fibra izquierda o derecha
- Pérdidas: Pérdidas que tendrá la fibra debido a la fusión.



Para finalizar, es posible realizar una inspección visual de la fusión. Esta inspección es importante, dado que se pueden detectar algunos problemas que la máquina podría no ser capaz de detectar automáticamente. Para entrar en el modo de inspección visual toque en el icono “Tool”. Aparecerán una lupa, presionando en ella podrá hacer zoom sobre cualquier zona del empalme. El icono con forma de sol le permite cambiar el brillo de la imagen.



Si durante la inspección visual encuentra cualesquiera de los siguientes defectos, debería repetir la fusión.



Ángulo  
cóncavo



Ángulo  
convexo



Burbuja



Línea negra



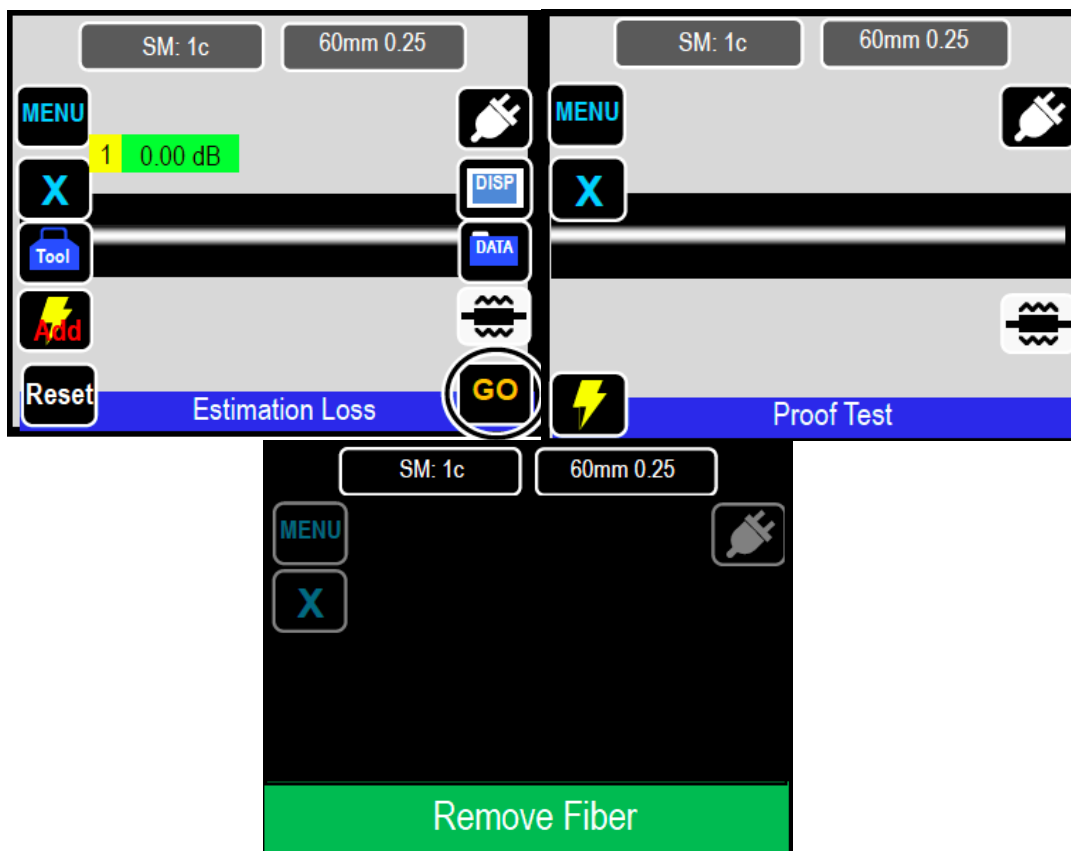
Línea  
blanca

**Nota.** Después de empalmar dos fibras multimodo o similares, en algunas ocasiones aparece una línea en el punto de empalme, esto no afecta a la calidad del empalme, tales como pérdida de empalme, resistencia a la tracción, etc.

#### 4.2.7. Realizar el test de tensión del empalme

Para terminar de comprobar la calidad del empalme, la fusionadora es capaz de realizar un test de tensión, es decir, comprobar si el empalme es suficientemente fuerte como para soportar tensiones.

Para comenzar el test de tensión toque en el icono “GO” de la pantalla principal. Inmediatamente el test de tensión se iniciará y no podrá ser cancelado. Una vez finalizado el test de tensión, la fusionadora le indicará que saque la fibra de la misma.

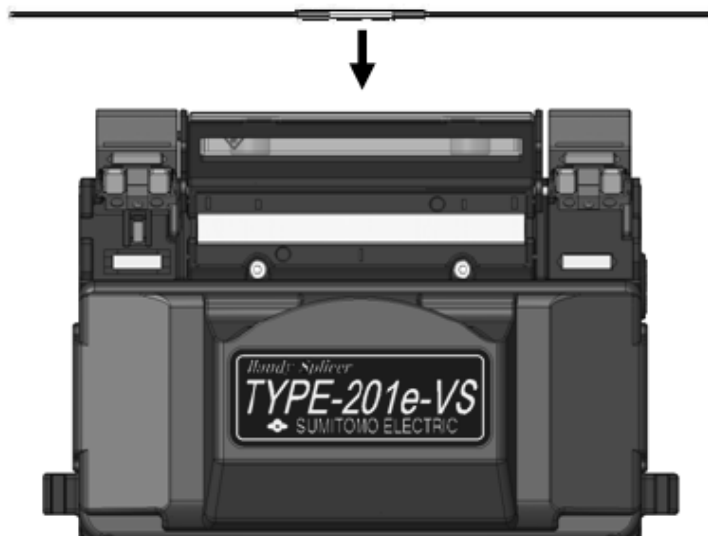


#### 4.2.8. Añadir la protección del empalme

**Nota.** Asegúrese de mantener recta la fibra recién empalmada. No doblarla ni hacia delante ni hacia atrás. Si lo hace, la fibra se puede romper por la zona desnuda.

Para proteger el empalme realice los siguientes pasos:

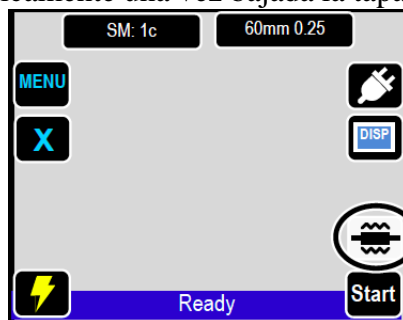
1. Abra la tapa y las pinzas del horno de calentamiento.
2. Acerque el protector del empalme al holder más próximo, de tal forma que sea fácil colocarlo en posición.
3. Abra la tapa y las abrazaderas de los holders para liberar la fibra empalmada (no intente sacar la fibra con los holders, casi seguro que se rompe)
4. Según saque la fibra de la fusionadora coloque el protector en la zona del empalme.
5. Mueva el protector de empalme hasta que este centrado (debe coger parte de los revestimientos a izquierda y derecha)
6. Cierre la pestaña derecha del horno, aprisionando la fibra, tire suavemente del otro extremo de la fibra y mientras se mantiene en tensión el extremo de la fibra, colóquela en el interior del horno y empuje hacia abajo la tapa(**no gire la fibra, no doble la fibra**)



7. Al bajar la fibra en el horno, utilice las marcas del horno como referencia para que el protector de empalmes quede dentro del mismo.





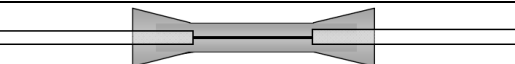
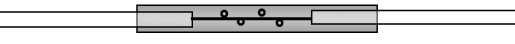

8. Toque el icono “Calor” en la pantalla. El ciclo de calentamiento se inicia (también puede iniciarse automáticamente una vez bajada la tapa, si es así, no toque nada)



9. El indicador del horno cambia para indicar el estado actual del proceso.

	Antes de calentar
	Inicio de calentamiento
	Proceso de calentamiento
	Proceso de calentamiento
	Refrigeración

10. Cuando finaliza el proceso de calentamiento sonará una señal acústica. Saque el protector del horno en ese momento.
11. Coloque el protector sobre la bandeja de enfriamiento.
12. Una vez frío el protector, compruebe que el procedimiento se ha realizado correctamente.

	El protector no queda centrado sobre el empalme. REPETIR.
	Curvas en la fibra pelada dentro del protector. REPETIR
	Contracción incompleta del protector (forma de trompeta) REPETIR
	Burbujas en el interior del protector. REPETIR
	PERFECTO

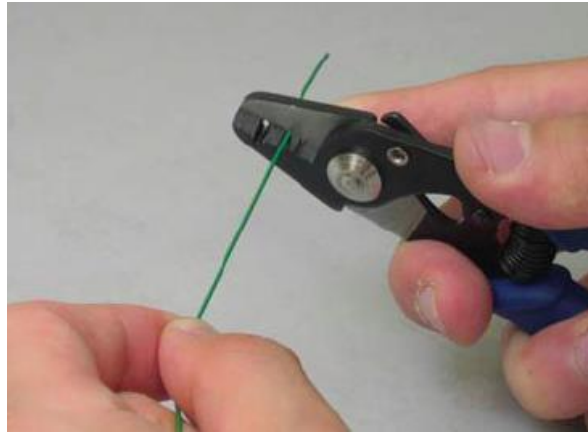
## 5. Preparación de la fibra

En la siguiente fotografía se puede ver las herramientas que se necesitan en los primeros pasos de preparación de la fibra. Se trata de peladoras de distinto grosor. En nuestro caso, dado que sólo vamos a quitar la camisa secundaria y primaria de protección, utilice primero la herramienta CFS-2, y posteriormente si queda algún resto de la camisa de protección primaria y desea limpiarla algo más, utilice la herramienta KNIPEX 1285100.

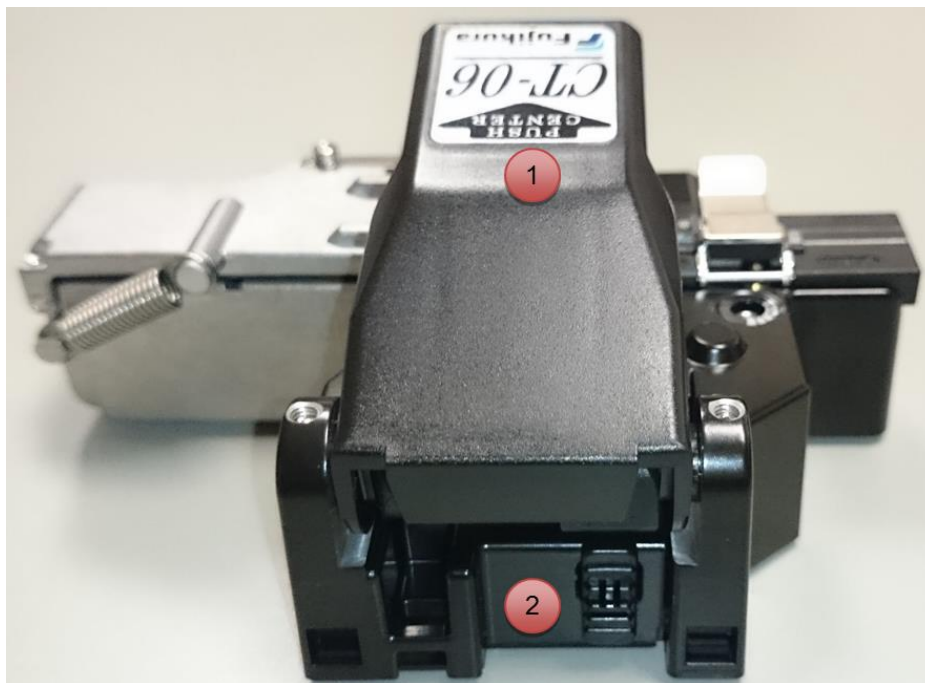


1. Quite aproximadamente entre 30 y 40 mm del recubrimiento, tal y como se ve en la siguiente figura.

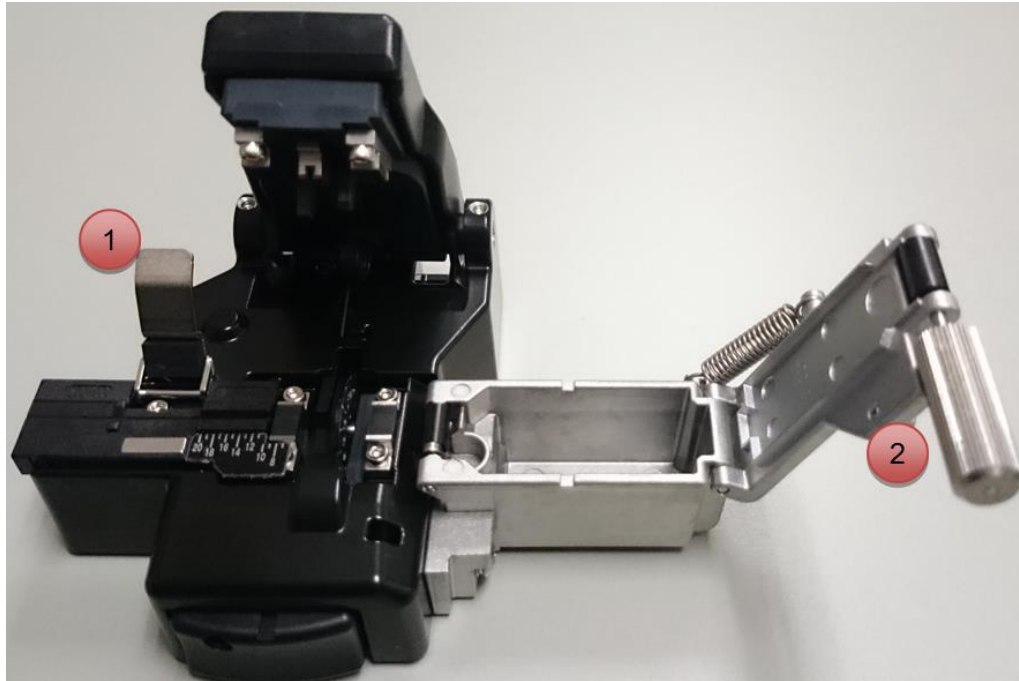




2. Repita esta operación con las dos fibras que va a empalmar.
3. Limpie el extremo de la fibra pelada con papel sin pelusa humedecido con alcohol isopropílico. Tire la fibra pelada sobre el papel humedecido. Gire la fibra noventa grados para quitar cualquier residuo de la cubierta. No reutilice el papel usado.
4. ASEGURESE QUE LOS EXTREMOS ESTÁN PERFECTAMENTE LIMPIOS DE CUALQUIER RESIDUO. CUALQUIER RESIDUO PUEDE AFECTAR A LA EMPALMADORA.
5. Para cortar la fibra utilizará el cortado de fibra CT-06. El primer paso es desbloquear el dispositivo. Para ello presione ligeramente la tapa superior (1) a la vez que baja el botón lateral (2) para que abra completamente la tapa superior. NO TOQUE EN NINGÚN MOMENTO LA CUCHILLA. SE PUEDE CORTAR Y ESTROPEARÁ ADEMÁS LA CUCHILLA. EL RESPUESTO VALE 200 €.



6. Levante la pestaña metálica para situar la fibra (1), y la tapa (2) que cierra la caja de deposición de fibra.



7. El comienzo de las camisas de protección deben situarse en la marca 10 de la escala, de tal manera que el corte de lugar a unos 10 mm de fibra desnuda.
8. Baje la pestaña metálica para fijar la fibra y la tapa de la caja de deshechos.
9. Baje la tapa de la cortadora suavemente hasta que se dispare un resorte lateral. Se habrá hecho el corte.
10. Levante la tapa, la pestaña metálica que sujeta la fibra y sáquela de la cortadora
11. Si ha quedado algún trozo de fibra colgando, utilice la rueda metálica para arrastrar el trozo de fibra al depósito de material desechable.

## 6. Precauciones con la fusionadora

### ACCIONES PROHIBIDAS POR DAÑOS PERSONALES

1. NO UTILICE la empalmadora en un lugar en el que pueda haber GAS INFLAMABLE.
2. Para reducir el RIESGO DE INCENDIO, CORTOCIRCUITO O MALFUNCIONAMIENTO, no permita que la empalmadora quede expuesta a LÍQUIDOS ni que se introduzcan OBJETOS METÁLICOS.
3. NO TOQUE LOS ELECTRODOS durante y después del arco. Si se hace puede causar LESIONES personales o descargas eléctricas.
4. La placa de calor del horno de protectores estará caliente durante el proceso de calentamiento. NO TOQUE EL PROTECTOR DE EMPALMES

DIRECTAMENTE DESPUÉS DEL CALENTAMIENTO. Si se hace, podrá sufrir QUEMADURAS.

5. No utilice de forma continua el horno durante muchas horas, manteniéndolo a temperaturas altas. Si se hace puede que el horno no funcione correctamente.
6. Si la fusionadora por cualquier razón se moja (incluido el rocío) NO VUELVA A ENCENDERLA.
7. Si LLEVA MARCAPASOS, NO UTILICE LA FUSIONADORA.
8. Compruebe que no haya condensación antes de trabajar. Si es necesario, seque la empalmadora con un secador de pelo antes de trabajar. Si el agua u otro líquido, un objeto metálico u otra sustancia extraña entran en la empalmadora, APAGUE EL DISPOSITIVO Y DESCONECTE EL CABLE DE ALIMENTACIÓN.
9. Si observa algo anormal como ruido anormal, humo u olor inusual, APAGUE LA FUSIONADORA Y DESCONECTE EL CABLE DE ALIMENTACIÓN.
10. No mire a través del conector de una fibra óptica conectado a una salida óptica si el dispositivo está activo. La radiación láser puede DAÑAR SERIAMENTE SU VISIÓN.

### **ACCIONES PROHIBIDAS POR OTRAS RAZONES**

1. No lleve la máquina agarrándola de la cubierta o del monitor.
2. No agite o balancee la máquina con la correa ni por el cable de la corriente. Puede dañar la máquina.
3. No utilice la máquina con la tapa de la ranura de la batería abierta.
4. No presione las teclas en el teclado con un objeto punzante (por ejemplo, un bolígrafo, un destornillador o un clavo) si lo hace podría dañar el teclado.
5. No presione la pantalla táctil con un objeto punzante.
6. No presione la pantalla de plasma con fuerza ya que puede dañarse.
7. Mantenga la fibra recta una vez empalmada. No la flexione ni hacia atrás ni hacia delante. Si lo hace, puede causar la rotura de la fibra empalmada, y en consecuencia la pérdida de fiabilidad a largo plazo del empalme de la fibra.
8. Transportar la empalmadora con los elementos de sujeción de fibra colocados, pueden causar daños en las pinzas o V-grooves, lo que puede dar problemas en los posteriores empalmes. Hay que quitar estas piezas de sujeción de fibra de la empalmadora antes de su almacenamiento.