

**Manual de Usuario**

**ADInstruments**

**Fusionadora de fibra óptica  
AD350**

---

## Contenido

Capítulo 1. Información general .....	2
Capítulo 2. Términos especiales .....	3
Capítulo 3. Parámetros técnicos .....	5
Capítulo 4. Configuración .....	7
Capítulo 5. Estructura y panel .....	8
Capítulo 6. Instalación y alineamiento de la fibra .....	13
Capítulo 7. Funcionamiento básico .....	14
Capítulo 8. Mantenimiento .....	23
Apéndice A. Comprobaciones y ajustes .....	26
Apéndice B. Ajuste del tiempo de calentamiento .....	30
Apéndice C. Configuración .....	31
Apéndice D. Mantenimiento .....	35
Apéndice E. Ajuste de los parámetros de la fibra multi-modo .....	38
Apéndice F. Cambio de electrodos .....	39
Apéndice G. Actualización del sistema .....	40
Apéndice H. Preparacion de la fibra .....	41

## **Cap 1. Información general**

La fusionadora de fibra óptica AD350 puede unir distintos tipos de fibra óptica (diámetro del núcleo 80~150  $\mu\text{m}$ ) incluyendo fibra mono modo, multi modo y de dispersión desplazada. El AD350 es un equipo de precisión basado en un sistema óptico, mecánico y eléctrico que deberá mantenerse siempre limpio y evitar cualquier impacto o vibración.

## Cap 2. Términos especiales

### 2.1 SM

Fibra monomodo

### 2.2 MM

Fibra multimodo

### 2.3 DSM

Fibra de dispersión desplazada

### 2.4 NZDSM

Fibra no nula de dispersión desplazada

### 2.5 Longitud descubierta

En una fibra preparada como la de la fig. 2-1, se refiere a la longitud de fibra descubierta después de cortarla. El valor típico es de 10~16 mm.

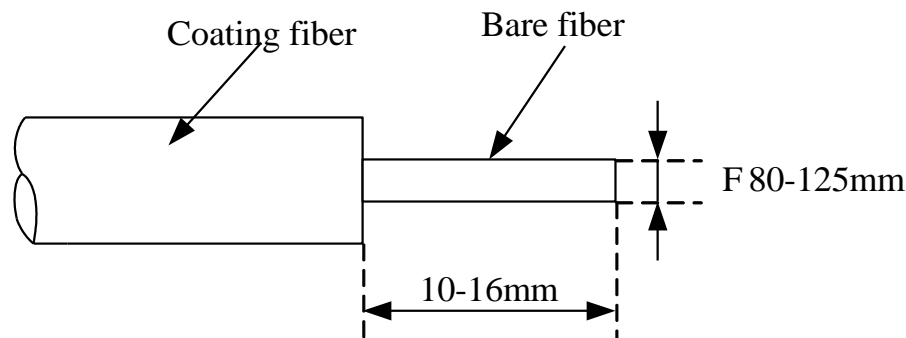


Fig. 2-1

### 2.6 Fibra desnuda

Se denomina a la fibra que tiene quitada su recubrimiento.

### 2.7 Imagen

Imágenes de fibras en la pantalla como las de la fig. 2-2 y fig. 2-3, la posición de las dos fibras se muestra en las dos imágenes de fibra en la dirección vertical y denotadas como 'X' e 'Y'. El texto que aparece en la parte superior de la pantalla es el índice del grupo de parámetros de fusión usado.

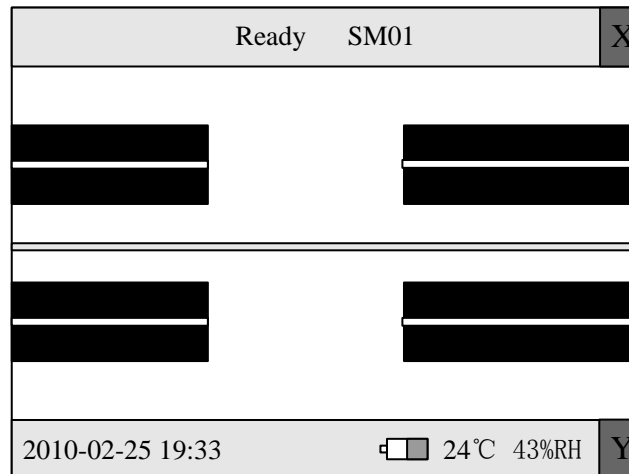


Fig 2-2

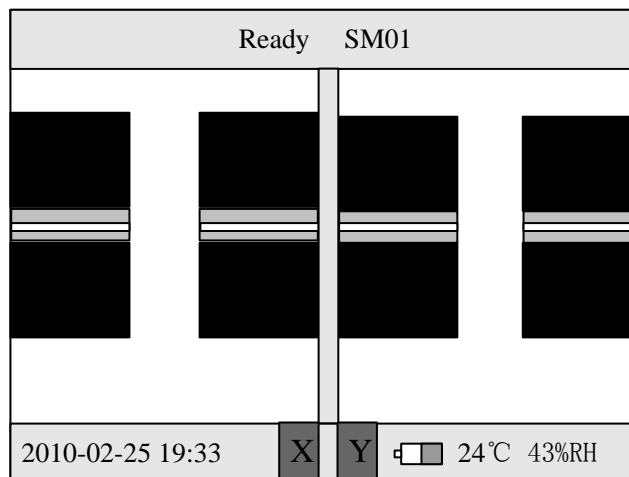


Fig 2-3

## 2.8 Reset

El realizar esta operación hace que el equipo vuelva a su estado inicial tanto mecánica como electrónicamente. Una vez reiniciado, el equipo es capaz de fusionar nuevamente.

## 2.9 Alineamiento

Se efectúa esta operación para ajustar las dos fibras, de forma que ambas están en la misma dirección. Si las fibras no están alineadas de forma precisa, se producirán desviaciones en el eje horizontal (eje x) y en el eje vertical (eje y), que se denominan desplazamiento radial (radial offset). La operación de alineamiento controla el desplazamiento radial dentro del rango admisible.

## 2.10 Pérdida estimada de fusión

La fusionadora calcula la pérdida en el punto de fusión en función de las imágenes de las fibras. Los resultados son fiables cuando la fusión se ha realizado correctamente.

### 2.11 Manguera de protección de la fibra

Se utiliza para proteger el punto de fusión de la fibra, tal y como se muestra en la figura siguiente.

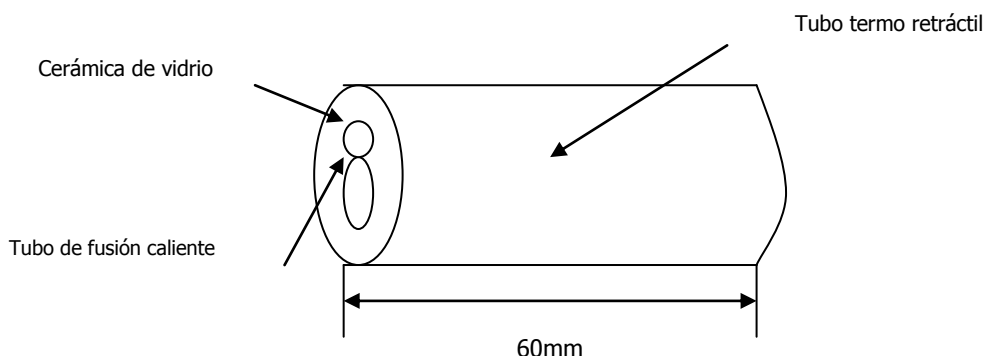


Fig. 2-3

## Cap 3. Parámetros técnicos

### 3.1 Requisitos de la fibra

El AD350 puede fusionar fibras que cumplan el estándar ITU-TG.651~G.655, las restantes fibras de cuarzo con las siguientes condiciones también pueden unirse, pero no puede garantizarse el índice.

- Material de la fibra: Cristal de silicio
- Número de fibra: Individual
- Tipo de fibra: SM, MM, DS, NZDS
- Longitud descubierta: 10~16 mm.
- Diámetro del revestimiento: 80~150  $\mu\text{m}$
- Diámetro de la cubierta: 100~1.000  $\mu\text{m}$

### 3.2 Calentador de la fibra

- Longitud efectiva de calentamiento: < 60 mm.
- Tiempo de calentamiento: 10~90 s., 9 opciones disponibles
- Tiempo típico de calentamiento: 30 s.

### 3.3 Alimentación

- Entrada tensión continua: 13,5  $\pm$  0,5 V, 4,5 A. La toma central eléctrica es el ánodo.
- Batería Li-Ion incluida: 11,1 V, 10,4 Ah. El tiempo de carga aproximado es de 3,5 horas.

### 3.4 Tamaño y Peso

- Tamaño: 160 (L) x 140 (A) x 150 (H) mm.
- Peso: 2,8 Kg. Incluyendo la batería.

### 3.5 Condiciones ambientales

- Temperatura de funcionamiento: 0° ~ 40° C
- Límites de temperatura: -10 ° ~ +60° C
- Humedad en funcionamiento: < 95% HR (sin condensar)
- Velocidad del viento: < 15 m/s
- Temperatura de almacenamiento: -20° ~ +60° C
- Humedad en almacenamiento: Sin condensar.

### 3.6 Pérdidas en la fusión

Para las fibras recomendadas por ITU-T G.651~G.655, las referencias para las pérdidas de fusión son las siguientes:

- SM: 0,02 dB
- MM: 0,01 dB
- DSF: 0,04 dB
- NZDSF: 0,04 dB

### 3.7 Otros

- Tiempo típico de fusión: 8 s.
- Modo de procesamiento de la imagen: digital
- Tiempo de vida de los electrodos: 4.000 veces
- Prueba de tensión: 2N
- Pantalla a color TFT de 5,7 pulgadas
- Puerto USB, a través del cual puede actualizarse el software, y por el que se descargan los datos de los empalmes realizados.
- Puerto VGA.
- Visualización en tiempo real de la capacidad de la batería.
- LED de alta luminosidad embebidos, ideales para los trabajos nocturnos.

## Cap 4. Configuración

La tabla siguiente muestra la configuración estándar del equipo.

Tabla 4-1

No.	Nombre	Imagen	Cant.	Comentario
1	<b><u>Fusionadora de fibra óptica AD350</u></b>		1	Instrumento
2	Maleta de transporte		1	Accesorio
3	Botella bomba		1	Accesorio
4	Brocha sopladora		1	Accesorio
5	Cable corriente AC		1	Accesorio
6	Alimentador AC		1	Accesorio
7	Electrodos de repuesto		1	Accesorio
8	Bandeja de refrigeración		1	Accesorio
9	Cortadora de precisión		1	Accesorio opcional
10	Alicates pelar miler		1	Accesorio



## Cap 5. Estructura y panel

### 5.1 Breve introducción de la estructura

La fusionadora portátil AD350 ha sido diseñada para poder funcionar sin problemas a la intemperie, en el laboratorio y en otras situaciones. Su estructura y componentes se muestran en la fig. 5-1.

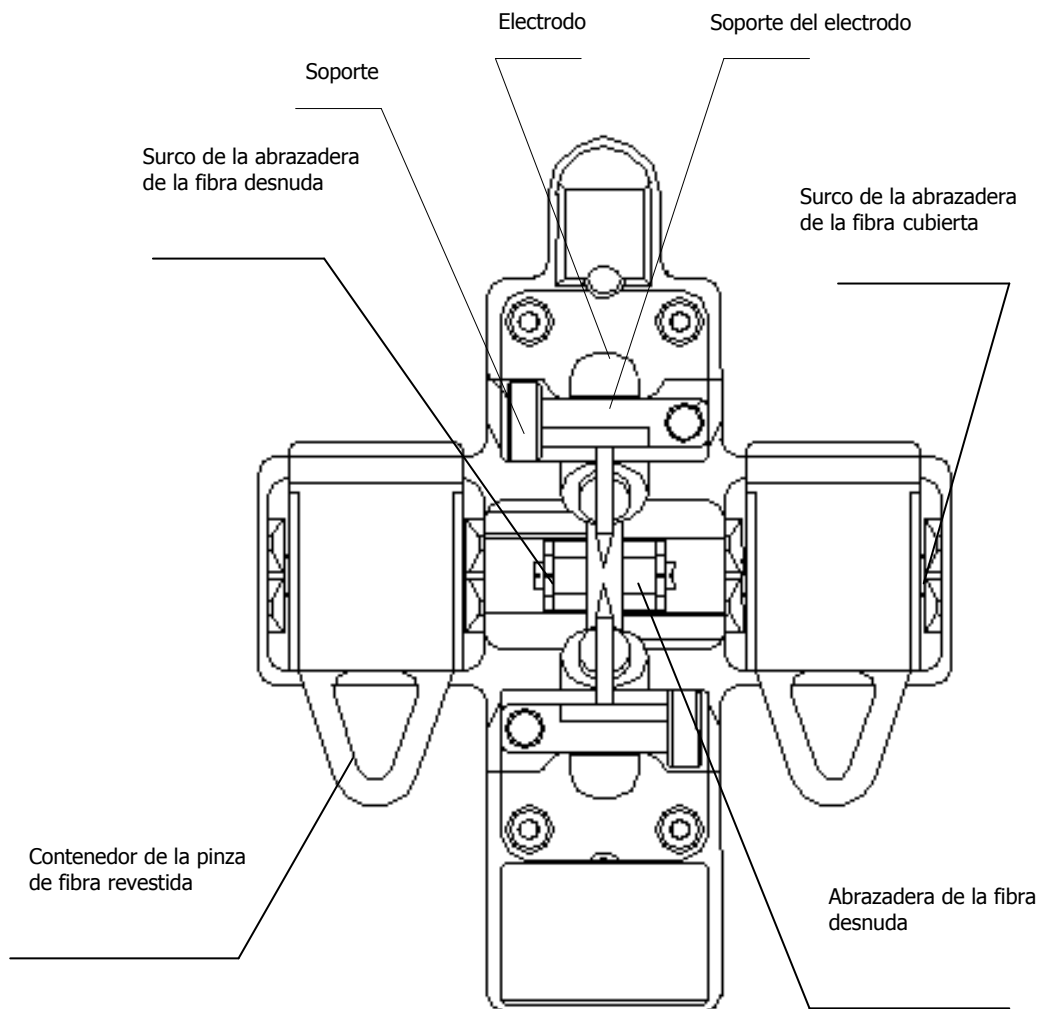


Fig. 5-1

## 5.2 Introducción al panel

### 5.2.1 Protector

El protector deberá mantenerse cerrado a menos que vayan a introducirse fibras. Ciérralo antes de efectuar ninguna operación con el teclado. Este protector dispone de un espejo visor y una abrazadera para la sujeción de la fibra desnuda en la ranura en V, de tal forma que previene del polvo y del viento y proporciona luz vertical al microscopio.

### 5.2.2 Pantalla

Puede ajustarse el ángulo de visión de la pantalla LCD – TFT de 5,7 pulgadas para mayor comodidad y visibilidad. Proteja siempre la pantalla contra objetos afilados o puntiagudos.




### 5.2.3 Fuente de alimentación

Para mayor comodidad para el usuario, el equipo usa la energía de la batería interna de iones de litio. La corriente suministrada por el alimentador, sirve para cargar la batería incluso al tiempo que se usa el equipo.

### 5.2.4 Luz indicadora de carga

Cuando se conecta el alimentador, se ilumina el LED rojo. Cuando se haya completado la carga se iluminará el LED de color verde.

## 5.3 Introducción al teclado

LA disposición del teclado puede verse en la figura 5-2. Hay dos tipos de teclas de funcionamiento, las de menú y las de fusión.  ,  y  están activas en cualquier modo, las funciones se listan en la tabla 5-1. Bajo el modo menú y el modo fusión, la función de las teclas puede verse en las tablas 5-2 y 5-3.

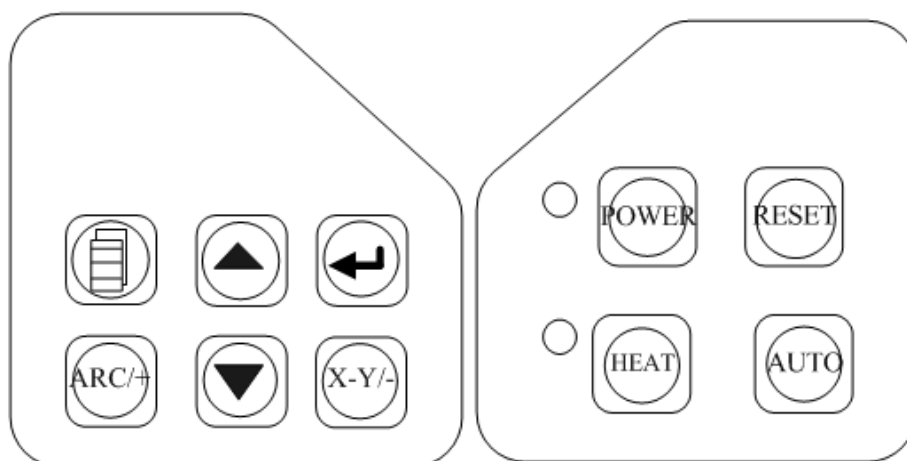


Fig. 5-2

Tabla 5-1




Tecla	Descripción de la función
	Tecla de encendido/apagado. Púlsela durante medio segundo para encender o apagar el equipo
	Pulse esta tecla para hacer funcionar el refuerzo de calentamiento. La luz roja se ilumina durante el funcionamiento. Si la tapa está cerrada, el calentador funcionará también. El tiempo de calentamiento puede configurarse en el menú, vea el apéndice B. Si esta tecla se pulsa durante el proceso de calentamiento, el calentador dejará de calentar.
	Cancela todas las operaciones excepto el calentamiento, si se pulsa esta tecla, todas las partes móviles se mueven a su posición por defecto, y el equipo queda listo para efectuar la siguiente fusión.

Tabla 5-2







Tecla	Descripción de la función
	Sale del menú actual y vuelve al nivel superior o al interfaz de fusión (si el menú actual es el menú principal).
	Pulse esta tecla para acceder al siguiente sub-menú; se usa para cambiar entre la fibra izquierda y derecha cuando se ajusta el motor. En el menú de test, confirma el comienzo de un test.
	Mueve el cursor hacia arriba o incrementa un parámetro. En el menú de comprobación del motor, se usa para mover la fibra hacia arriba.
	Mueve el cursor hacia abajo o reduce un parámetro. En el menú de comprobación del motor, se usa para mover la fibra hacia abajo.
	Si se pulsa en un menú, el valor del parámetro disminuirá, o cambiará la pantalla.
	Si se pulsa en un menú, el valor del parámetro aumentará.

Tabla 5-3

Tecla	Descripción de la función
	Al pulsar esta tecla; el equipo realizará una limpieza, un ajuste de la abertura, un alineamiento, un empalme por fusión y una estimación de las pérdidas. Los resultados se mostrarán automáticamente en la pantalla.
	Pulse esta tecla para que se produzca una breve descarga eléctrica entre los electrodos. Esta operación puede eliminar el polvo en la fibra pero no las punzadas de la fibra NZDS.
	Esta tecla realiza ejecuta un ciclo de fusión. La pérdida estimada se mostrará en la pantalla. No pulse esta tecla sin tener colocada la fibra, excepto para la limpieza de los electrodos. Durante el proceso de descarga existe una elevada tensión entre los electrodos, o sea que por seguridad no los toque.
	Esta tecla permite ajustar la fibra a una posición apropiada y limpiarla para la fusión. Cuando finaliza la operación el zumbador sonará y la pantalla mostrará "OK".
	Al pulsar esta tecla se efectúa un alineamiento. Cuando se completa, el zumbador sonará y la pantalla mostrará "OK".
	Esta tecla permite acceder al menú principal.

#### 5.4 Introducción al panel de los puertos

Los puertos de entrada/salida se encuentran a la derecha de la parte principal del equipo, como puede verse en la fig. 5-3, las distintas funciones se describen en la tabla 5-4.




Fig. 5-3

Tabla 5-4

Nombre	Descripción de la función
POWER IN	Terminal de entrada de alimentación 13,5V – 4,5A
CHARGE	Cuando se ilumina en rojo la batería se está cargando. Cuando se apaga, la batería está cargada.
USB	Usado para actualizar el software y exportar datos grabados.
VGA	Salida de la señal de vídeo.

### 5.5 Introducción al interfaz en reposo

El interfaz en reposo y el inicio de este equipo se muestra en la Fig. 2-2 y puede cambiarse al mostrado en la Fig. 2-3 pulsando la tecla . La imagen de las fibras, programa actual de fusión, capacidad de la batería, temperatura interna, humedad interna, la fecha y hora se muestran en la pantalla.

## Cap. 6 Instalación y alineamiento de la fibra

- Abra la cubierta y compruebe si hay polvo u otros restos (como pedazos de fibra) en el conjunto.
- Limpie los surcos en V con un bastoncillo de algodón humedecido en alcohol siguiendo siempre el mismo sentido.
- Encienda el equipo, y disponga las fibras tal y como puede verse en la Fig. 6-1 y Fig. 2-2. La longitud descubierta de la fibra desnuda deberá ser de 10~16 mm., y la fibra descubierta deberá colocarse en la ranura en V. La pinza de sujeción de la fibra la mantendrá en su lugar. Podrán verse las fibras en la mitad de la pantalla, no las superponga.

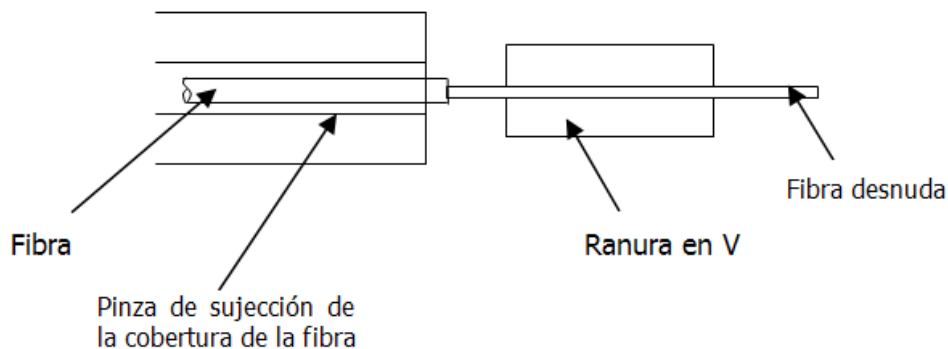





Fig. 6-1

d) Compruebe que todo está correcto en el equipo y contáctenos en caso de alguna excepción.

e) En el modo de fusión, use las teclas  (separación o GAP),  (alineamiento o ALIGN) para ajustar las fibras en su posición correcta. Si en la pantalla aparece la palabra "OK", comience la fusión, en caso contrario compruebe lo siguiente:

- ¿Están las fibras limpias o no?, si no lo están, límpielas.
- La ranura en V ¿está limpia o no?, si no lo está, límpiela.
- ¿El perfil final de la fibra es correcto o está mal cortado?, si está mal corte de nuevo la fibra.
- ¿La fibra es estándar o no?, si no lo es sustitúyala por una estándar.

Si el problema no está incluido en la lista anterior, pida ayuda al fabricante.

f) Pulse la tecla , el equipo realizará una limpieza, un ajuste de la separación entre fibras, un alineamiento de las mismas, una fusión de los dos extremos, y una estimación de las pérdidas en la fusión. Los resultados se mostrarán automáticamente en la pantalla.

## Cap. 7 Funcionamiento básico

### 7.1 Conexión de la alimentación


Se suministra el equipo con una batería y un alimentador para su mayor versatilidad, asegúrese por favor de que la tensión de alimentación eléctrica se encuentra entre 110~240V. Cuando el AD350 está conectado al alimentador de tensión continua, la batería se recarga.

### 7.2 Ajuste de los parámetros de fusión



Al encender el equipo, se realiza una comprobación automática. Si todo está correcto, el equipo se pone en modo fusión, y en la pantalla aparece como la de la Fig. 2-2

#### 7.2.1 Menú principal

##### Acceso al menú principal

Para acceder al menú principal, desde el modo fusión pulse la tecla , y el equipo accederá al modo menú. La pantalla mostrará el menú principal tal y como puede verse en la Fig. 7-1.

### Funciones del menú principal

El cursor es un rectángulo resaltado que puede moverse arriba y abajo con las teclas  o . Las funciones en el menú principal son las siguientes:

**Fiber Type** : Para seleccionar el tipo de fibra.

**Para. Group** : Selecciona el grupo de condición de descarga, ajusta los parámetros de la descarga.

**Heat Time** : Ajusta el tiempo de calentamiento.

**Splice Mode** : Modo de fusión, puede ser Auto, Semi-auto, Manual.

**Setup** : Comprende el ajuste CMOS, selección del idioma, configuración de la hora/fecha, ajuste de la tensión de prueba, ahorro de energía, ajuste de fábrica.

**Test** : Comprende las siguientes pruebas: Potencia del arco, Prueba de superposición, Configuración del brillo, Ajuste del motor.

**Maintenance** : Muestra los resultados de la fusión, o el número de descargas realizadas y limpia los valores.

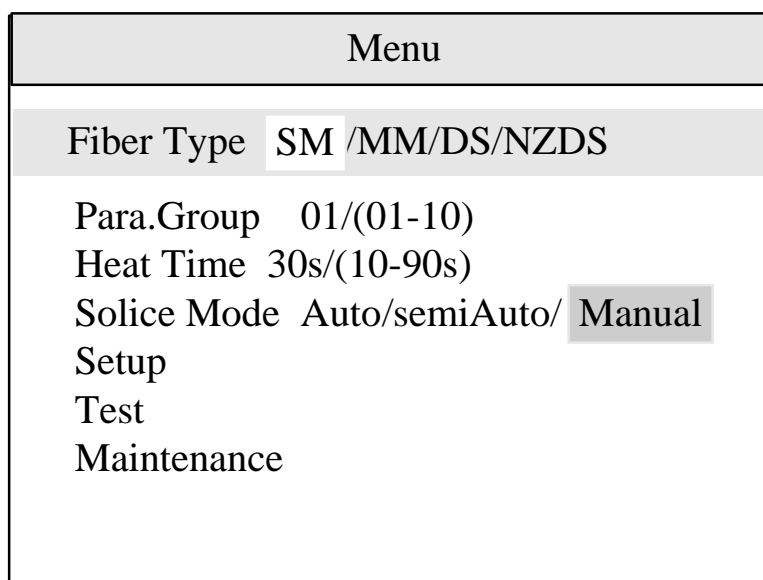





Fig. 7-1

Si estando en el menú principal se pulsa la tecla , el equipo vuelve al modo de fusión.

#### 7.2.2 Acceso al sub-menú de ajustes de parámetros

Una vez que nos encontramos en el menú principal, la opción del tipo de fibra se obtiene mediante las teclas  o .











El menú es el siguiente:


- SM : Para seleccionar el grupo de parámetros de fusión para fibra mono modo. En total hay 10 grupos: 01~09 que pueden modificarse.
  - MM : Para seleccionar el grupo de parámetros de fusión para fibra multi modo. En total hay 10 grupos: 01~09 que pueden modificarse.
  - DS : Para seleccionar el grupo de parámetros de fusión para fibra desplazada. En total hay 10 grupos: 01~09 que pueden modificarse.
  - NZDS : Para seleccionar el grupo de parámetros de fusión para fibra de dispersión distinta de cero. En total hay 10 grupos: 01~09 que pueden modificarse.
- Para Group : El grupo actual de parámetros de fusión.

### 7.2.3 Cambiar entre los grupos de parámetros de fusión

Vamos a poner como ejemplo a continuación como seleccionar el grupo de parámetros SM1 para limpiar los electrodos.

a) Como se muestra en la Fig. 7-1, mueva el cursor a la opción del tipo de fibra con las teclas  o  y seleccione "SM" con las teclas  o .


b) Mueva el cursor hasta "Para. Group" con las teclas  o , y seleccione "01" con las teclas  o .

c) Pulse la tecla  para volver atrás, y ya está listo.

### 7.2.4 Ajuste de los parámetros de fusión

Acceder al menú de modificación



Si necesita ajustar los parámetros de fusión en el grupo SM0 por ejemplo,

seleccione por favor la opción "Fiber Type" o "Para. Group", y pulse  para acceder al menú de ajuste de los parámetros de fusión.

Especificación de los parámetros de fusión

Todos los ítems de los parámetros del grupo pueden verse en la Tabla 7-1.

Modificación de los parámetros:

a) Use las teclas  o  para mover el cursor al ítem que necesita ajustarse.

b) Ajuste el parámetro al valor deseado con las teclas  o .

c) El resto de los parámetros se pueden cambiar de la misma forma.

Tabla 7-1

Ítem	Rango	Unidad	Valor por defecto
Tiempo de pre fusión	00~99	10ms	05
Tiempo de fusión	00~99	100ms	14
Corriente de pre fusión	00~99	0.1mA	30
Corriente de fusión	00~99	0.1mA	30
Superposición	00~40	2 $\mu$ m	07
Ángulo final	0.5~2.0	1.0°	2.0
Separación	00~09	2 $\mu$ m	04

### 7.3 Ajuste de la potencia de fusión

Este apartado muestra como conseguir unas pérdidas de fusión mínimas en las diferentes condiciones del entorno.

a) El grupo de parámetros de decide en función de la separación de la fibra en la prueba del arco. La longitud de la separación puede ser: 015~025.

b) Modificación de los parámetros según las diferentes circunstancias. Modifique la corriente de pre fusión y la corriente de fusión en el grupo de parámetros de descarga, y haga que el valor de la prueba de arco coincida con los requisitos en este paso, por lo que se conseguirá una baja pérdida. Los parámetros disminuirán a temperaturas altas e incrementarán a baja temperatura.

### 7.4 Funcionamiento con la fibra

Paso 1: Antes de fusionar, introduzca el hilo de fibra a través de la manguera de protección de la fibra.

Paso 2: Quite la cubierta de la fibra y a continuación limpie la fibra sin cubierta con un bastoncillo de algodón empapado en alcohol. La longitud típica de fibra desnuda es de 20 mm. La concentración del alcohol debe ser superior a 90,5 °

Paso 3: Corte la fibra desnuda con la cortadora, El valor típico de fibra es de 10~16 mm.

Paso 4: Abra la cubierta protectora y la pinza del contenedor de fibra

cuidadosamente. Ponga la fibra en la ranura en V y el retenedor en su posición. Al mismo tiempo, fíjese que la punta de la fibra desnuda no toca nada. Asegúrese de que la fibra está en el fondo de la ranura en V, si no es así recolóque la fibra.

Paso 5: Ponga la otra fibra en el otro lado de la misma manera. Cierre la cubierta protectora cuidadosamente.

Notas:

a) Ponga la otra fibra de la misma manera. Baje la tapa protectora cuidadosamente

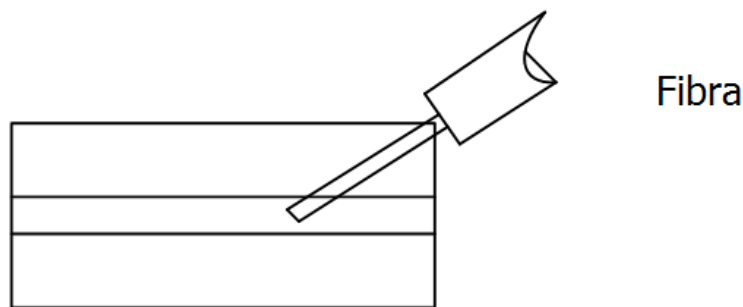


Fig. 7-7 Fibra mal colocada

b) La punta de la fibra cubierta deberá colocarse a una cierta distancia del conjunto con la fibra pelada.

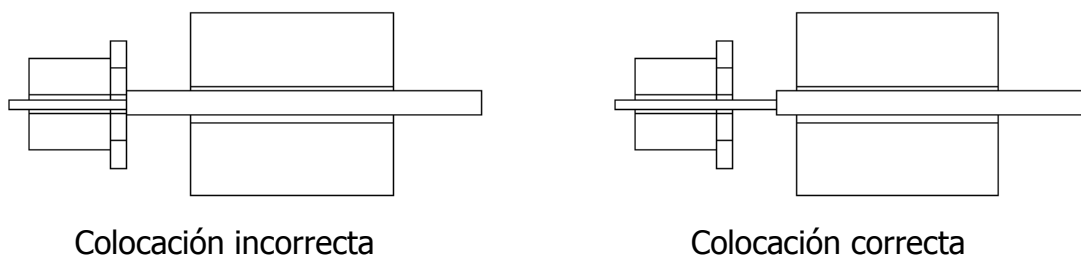


Fig. 7-8

c) Asegúrese de que las fibras cubiertas están firmemente sujetas por las correspondientes pinzas. Una vez que se cierra la cubierta protectora, las fibras deben quedar presionadas en la ranura en V por la cubierta.





### 7.5 Prueba de la potencia del arco

La prueba de la potencia del arco es muy importante para conseguir unas pérdidas de fusión pequeñas. Por lo tanto realice esta prueba antes de fusionar fibras. Vea los detalles en el Apéndice A.

## 7.6 Funcionamiento de la fusión

Hay tres modos de fusión para seleccionar: Manual, Semi-automático y Automático.

### 7.6.1 Modo manual de fusión

- 1) Pelar, limpiar y cortar las fibras ópticas.
- 2) Abrir la cubierta protectora.
- 3) Levantar las pinzas que sujetan las fibras.
- 4) Colocar las fibras ópticas en las ranuras en V.
- 5) Cerrar cuidadosamente las pinzas de las ranuras en V. Asegúrese de que las fibras peladas se encuentran bien asentadas en entre la ranura en V y los electrodos.
- 6) Cierre cuidadosamente las pinzas de las fibras y a continuación la tapa protectora.
- 7) Decida si la cara final de las fibras son correctas o no.
- 8) Pulse la tecla , y las fibras se aproximarán hasta su separación inicial. Ajuste esta separación. Si algún ángulo de los dos extremos de las fibras es superior al valor prefijado, se producirá un error. Pulse la tecla  para volver a preparar las fibras de nuevo.
- 9) Pulse la tecla , en la pantalla aparecerá "ALIGN" y las fibras se alinearán automáticamente. El zumbador emitirá un sonido y aparecerá en la pantalla la palabra "OK" cuando haya finalizado esta operación.
- 10) Pulse la tecla  para acabar con esta operación de fusión. El resultado de la pérdida estimada se mostrará en la pantalla.

### 7.6.2 Modo semi-automático de fusión

La diferencia entre el modo semi-automático y el modo manual de fusión es si el equipo centra los dos perfiles finales de las fibras o no. Se recomienda usar el modo semi automático y automático excepto para los tipos especiales de fibra.

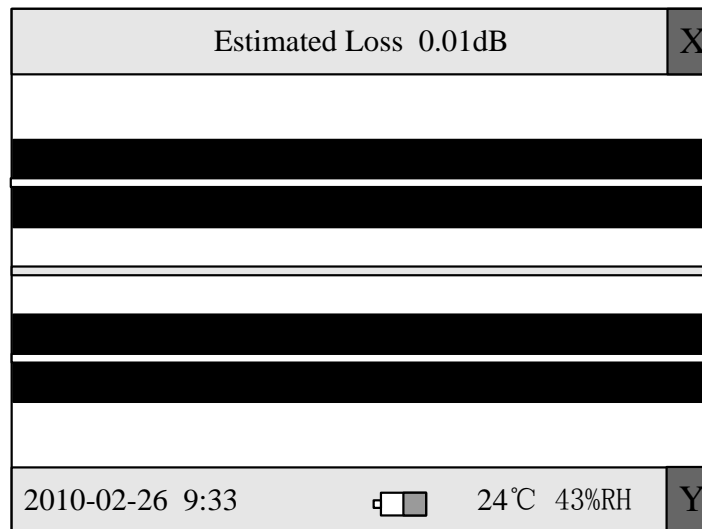


Fig 7-7

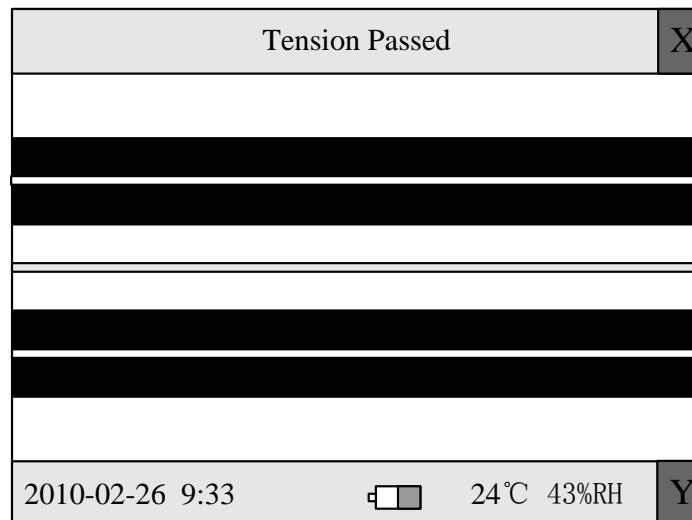


Fig 7-8

### 7.6.3 Modo automático de fusión

Cuando en la pantalla aparezca la palabra "READY" siga los pasos siguientes:

- 1) Siga los pasos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 del apartado 7.6.1
- 2) Cierre la tapa protectora y el equipo realizará automáticamente las funciones de limpieza, ajuste de separación, alineamiento, fusión y prueba de tensión. Los resultados se mostrarán en la pantalla tal y como se puede ver en las figuras 7-7 y 7-8.

#### Notas:

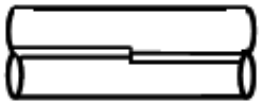

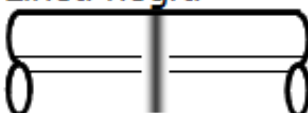
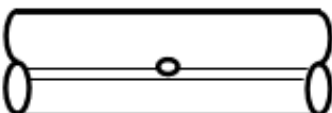
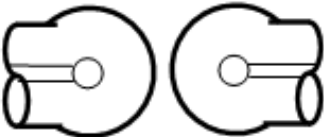

1. El modo automático de fusión es el más recomendable, por lo que recomendamos a los usuarios que usen este modo siempre que sea posible.

2. El equipo dispone de las funciones de comprobación del ángulo de corte y del perfil final de la fibra cuando funciona en modo semi-automático o automático. La calidad del final de la fibra tiene un impacto enorme en las pérdidas del punto de contacto; por lo que debe prestar mucha atención a que la cara del final de la fibra y el ángulo del corte con el plano de la sección sea menor de 1°.

### **7.7 Pérdida estimada en la fusión**

La pérdida en la fusión puede estimarse viendo la operación de la fusión y la parte fusionada. Si la parte fusionada es anormal (el diámetro es mayor o menor), la fibra deberá ser fusionada de nuevo.

**Nota:** Cuando se fusionen fibras diferentes o multi-fibra, puede aparecer a veces una línea negra en la parte fusionada, pero esto no afecta al resultado de la fusión.

Fenómeno	Razón	Resolución
Fibra no alineada 	Polvo en la ranura en V	Limpiar la ranura en V.
Diámetro de la fibra muy pequeño 	Energía de descarga inapropiada.	Ejecute un test de arco y ajuste la corriente.
	Parámetros de fusión inadecuados.	Incremento el tiempo de descarga o la longitud.
Línea negra 	Parámetros de fusión inadecuados.	Ajuste la corriente y el tiempo de descarga.
Gas 	El final de la fibra no es adecuado.	Compruebe la cuchilla.
	Corriente pequeña o tiempo de descarga corto.	Ajuste la corriente y el tiempo de descarga.
Fibra en pedazos 	Longitud es muy pequeña.	Ejecute un test de superposición.
	Corriente demasiado fuerte.	Reduzca el valor de la corriente y el tiempo de descarga.
Diámetro de la fibra demasiado grande 	Longitud demasiado grande.	Ejecute un test de superposición..
	Corriente demasiado grande o tiempo de descarga muy largo.	Ajuste el valor de la corriente y el tiempo de descarga.

## 7.8 Funcionamiento del calentador

- 1) Abra la tapa del calentador y las pinzas sujetadoras de la fibra izquierda y derecha.
- 2) Mueva el manguito de protección al centro de la parte de fusión.
- 3) Sujete la fibra, apretando suavemente y a continuación ponga en punto de fusión en el centro del calentador. (No deje que se combe la fibra).

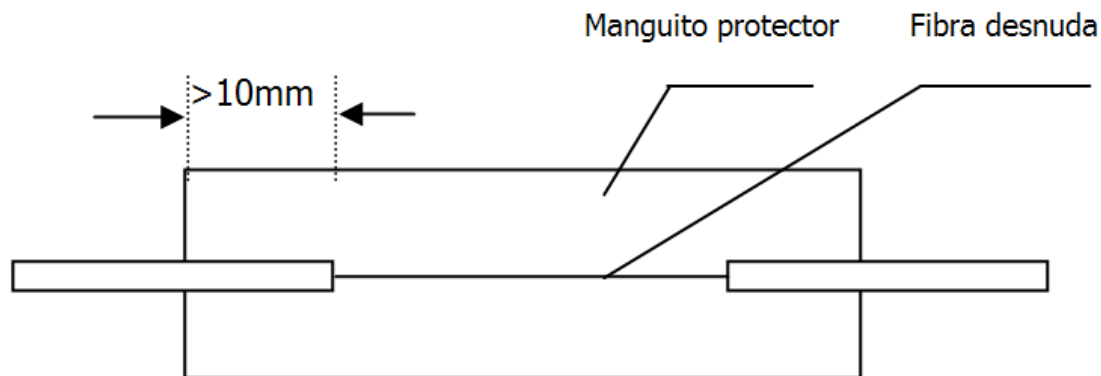


Fig. 7-8

## Cap. 8 Mantenimiento

### 8.1 Limpieza

Mantenga la ranura en V, los electrodos y el microscopio limpios. La tapa protectora deberá mantenerse cerrada cuando no se use la fusionadora.

#### 8.1.1 Limpieza de la ranura en V

Si hay polvo en la ranura en V, el alineamiento de la fibra puede ocasionar una gran pérdida de fusión. Siga los pasos siguientes para limpiar la ranura en V.

- 1) abra la tapa protectora.
- 2) Corte una fibra pelada y empuje la punta de esta fibra de un extremo de la ranura en V al otro extremo.
- 3) Si el método anterior no consigue hacer que se limpie la ranura en V, puede utilizar un bastoncillo empapado en alcohol para limpiar la ranura y dejarla limpia de polvo.

#### 8.1.2 Limpieza de los electrodos

- 1) Si los electrodos están contaminados debido a su prolongado uso, limpie la punta de los mismos suavemente con un bastoncillo de algodón empapado en acetona o con una lija fina de 3 x 50 mm. Preste atención de proteger la punta de los electrodos y su posición durante la limpieza. Estabilice finalmente los



electrodos, vea como estabilizar los electrodos en la sección Apéndice D.4.

2) La sustitución de los electrodos es un trabajo técnico complejo que debe ser realizado solo por el fabricante cuando el equipo se envía para su revisión.

### 8.1.3 Limpieza de la lente del objetivo

La superficie de la lente del objetivo debe estar siempre limpia de polvo. La existencia de polvo en la lente puede causar problemas en el procesado de la imagen y generar una gran pérdida en la fusión.

- 1) Apague el equipo.
- 2) Use un bastoncillo humedecido con alcohol puro para limpiar la superficie de la lente desde el centro hacia los bordes.
- 3) Encienda el equipo. Compruebe que no se ve nada de polvo en la pantalla LCD.

### 8.2 Precauciones

- 1) Este equipo está diseñado para fusionar fibras ópticas de telecomunicación. No inserte ningún otro tipo de objeto en las pinzas de la fibra o en el centro del arco.
- 2) Asegúrese de que el cuerpo del equipo está conectado a tierra durante su uso.
- 3) Durante la descarga se produce una elevada tensión de varios miles de voltios entre los electrodos. Por lo tanto no los toque. En caso de que el equipo tenga gotas de agua, séquelo completamente antes de usarlo.
- 4) Cuando existan gotas de alcohol o grasa de la manos etc. adheridas en los electrodos, se pueden producir descargas accidentales. Sin embargo, tras realizar varias descargas, este tipo de sustancias desaparecerán y se efectuarán descargas normales.
- 5) No utilice el equipo en entornos saturados de gases combustibles (por ejemplo fréon, etc.), en caso contrario se pueden producir malas fusiones e incluso accidentes.
- 6) No utilice nunca ningún tipo de disolvente que no sea alcohol puro cuando limpie partes del equipo o fibras. Cuando limpie la lente del objetivo con un bastoncillo de algodón (empapado en alcohol), muévelo siempre en una sola dirección en lugar de adelante y atrás.
- 7) Mantenga la pantalla LCD alejada de la luz solar y de otras fuentes de calor intenso.
- 8) Apague el equipo antes de conectar el cable de alimentación.
- 9) El período entre dos encendidos consecutivos deberá ser mayor de 30 segundos.

### 8.3 Transporte y almacenamiento

- 1) Utilice siempre la bolsa de transporte del equipo para prevenir la humedad, vibraciones y golpes cuando transporte el AD350.
- 2) No guarde nunca el equipo en lugares donde no se cumplan los requisitos de

humedad o temperatura.

## 8.4 Indicaciones de alarmas y remedios


Tabla 8-1

Mensaje	Razón y remedio
OVER RUN	Hay polvo en la ranura en V... Una fibra se ha salido de la ranura en V. Una fibra está sucia.
NO FIBER	La fibra pelada es demasiado corta... Posición incorrecta.
L/R MOTOR OVER	Un motor ha excedido la posición límite, produciendo un reinicio automático.
FAILURE	La potencia del Arco es demasiado fuerte o el Arco es inestable. La separación es demasiado grande. La longitud de la fibra desnuda es demasiado pequeña o no existe.
BAD	Parámetros de fusión inapropiados o potencia de arco inestables. Polvo en los perfiles de los finales de las fibras. Ángulo del perfil de la fibra demasiado grande.
UNSTABLE ARC	Intervalo entre dos fusiones demasiado corto. Los electrodos necesitan una limpieza.
NO ARC	Los electrodos están sucios. Electrodo gastados. Limpie o sustituya los electrodos.
L/R -END BAD	Perfil final de la fibra izquierda o derecha muy malo; corte de nuevo la fibra.

## Apéndice A. Comprobaciones y ajustes

### A.1 Acceso al sub-menú

Siga las instrucciones de la sección 7.4, coloque dos fibras con sus perfiles finales preparados con anterioridad y cierre la tapa protectora.

Seleccione la opción "Test" en el menú principal y pulse la tecla  para mostrar en pantalla el menú de pruebas.

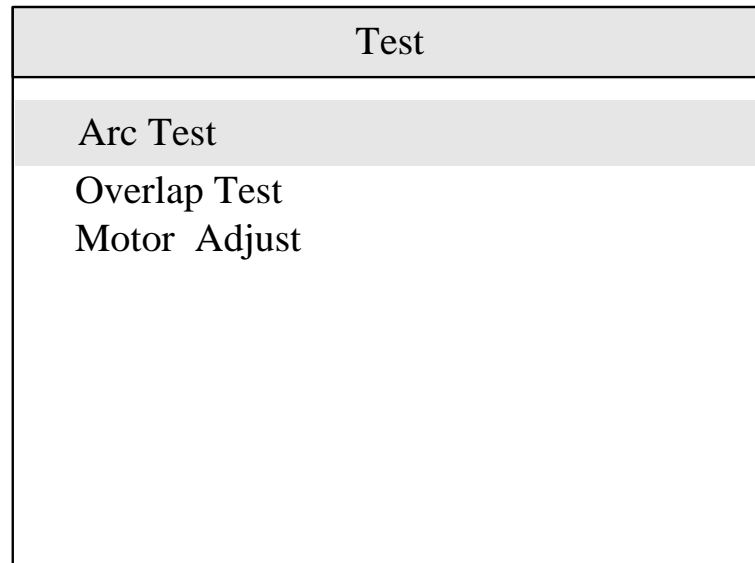



Fig. A-1

**Arc Test** : Comprueba la relación entre los electrodos y las fibras para determinar si los finales de las fibras se encuentran en el centro del arco. Además comprueba si la potencia del arco es adecuada para la fusión de las fibras o no.

**Overlap Test** : Comprueba las longitudes de las fibras durante una operación de fusión.

**Motor adjust** : Ajusta la posición original del motor con la fibra pelada sujeta en la plataforma.

### A.2 Test del arco

Seleccione "Arc Test" en el menú y pulse la tecla  para confirmarlo. La pantalla mostrará la imagen que puede verse en la Fig. A-2.

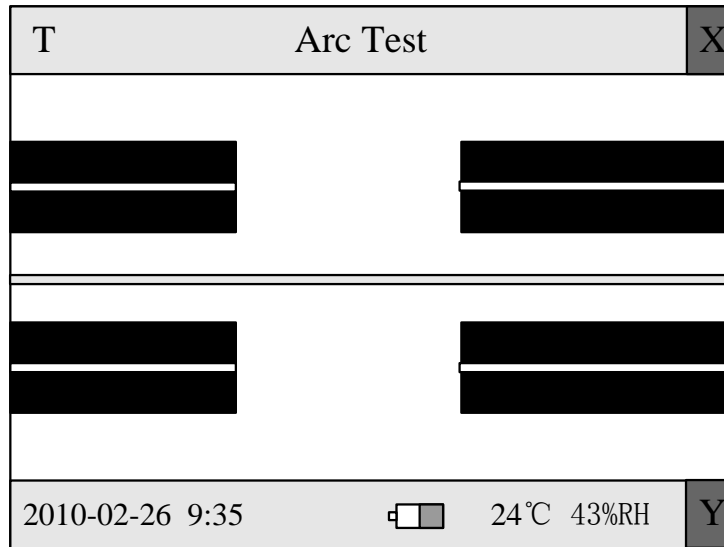



Fig. A-2


Inicie a continuación la comprobación pulsando la tecla . El proceso es como sigue:

- La fusionadora coloca los dos perfiles finales de las fibras en el centro de la pantalla y realiza automáticamente el ajuste del alineamiento y separación de las misma.
- Se produce un arco eléctrico entre los electrodos. Los dos perfiles de las fibras se funden con una forma de bola.
- La posición de los electrodos puede calcularse en función de los cambios de la forma de las fibras, y muestra en pantalla la siguiente información.


Si la posición de los electrodos está a la izquierda, se mostrará "Gap XXX to R XXX".

Si la posición de los electrodos está a la derecha, se mostrará "Gap XXX to L XXX".

Si la desviación de los electrodos está dentro de 10, no se necesita efectuar ningún ajuste. El ajuste de la posición de los electrodos requiere una gran habilidad y deberá efectuarlo un técnico. Si el valor del "GAP" está entre 15 y 25, la potencia del arco es adecuada para la fusión. Si el valor del "GAP" es menor de este rango, incremente por favor los valores de "Prefuse Power" y

"Fuse Power", en caso contrario disminúyalos. Pulse la tecla  para volver al modo de funcionamiento normal una vez completada esta comprobación. Antes de realizar el "Arc Power Test", deberán limpiarse los electrodos. Esta comprobación sólo es efectiva después de que el arco sea estable.

### A.3 Test de superposición

Escoja la opción "Overlap Test" en el menú y pulse la tecla  para confirmarlo. La pantalla mostrará una imagen como la de la fig. A-3.

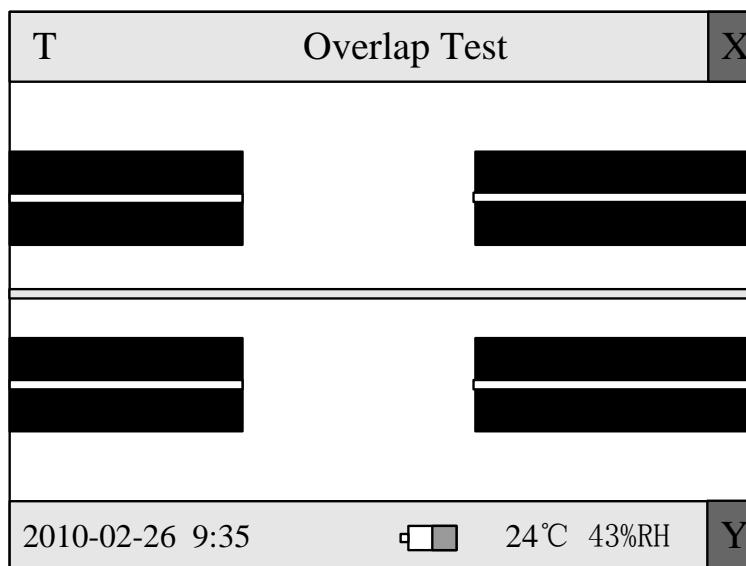



Fig. A-3


- Coloca automáticamente los dos perfiles finales de las fibras en el centro de la pantalla, y ejecuta el ajuste de la separación.
- La fibra de la izquierda sale de la pantalla mientras que la de la derecha se mueve adelante el valor de la longitud pelada.
- Este valor se calcula y presenta en pantalla. Esta longitud de la fibra se ajusta en función de la potencia del arco, el tipo de fibra y el material. Cuando necesite modificarse siga el procedimiento de ajuste de los parámetros de descarga. Pulse la tecla  para regresar al modo de fusión cuando finalice esta comprobación.




#### A.4 Ajuste del motor


La fusionadora AD350 dispone de una función de comprobación automática de las posiciones iniciales del motor izquierdo y derecho. Si la posición es errónea durante la auto-comprobación, el equipo iniciará de forma automática el ajuste del motor. Solo una vez que la posición del motor esté ajustada, puede el equipo realizar una fusión. De otro modo cuando la posición de la pinza de la fibra cubierta se halle alejada del centro obviamente es porque la longitud de fibra pelada que debe de ser de 16 mm es más larga o más corta. Se puede acceder al menú de ajuste de los motores para ajustar la posición original del motor izquierdo y derecho. El proceso de esta operación es como sigue:

Utilice el menú para hacer el ajuste

- Disponga de 16 mm de fibra pelada de forma correcta y cierre la tapa protectora.
- Acceda al sub-menú de tests y elija la opción denominada "Motor Adjust" y

pulse la tecla . El equipo se pondrá en modo de ajuste del motor, y la pantalla mostrará la imagen de la Fig. A-4.

c. Use las teclas ,  y  para ajustar la posición del motor hasta que se muestre la fibra en la pantalla.

d. Pulse la tecla  de forma que el zumbador sonará para indicar que la posición del motor ha sido aceptada automáticamente por el equipo. De esta forma el ajuste queda finalizado.

e. Pulse la tecla  para regresar.

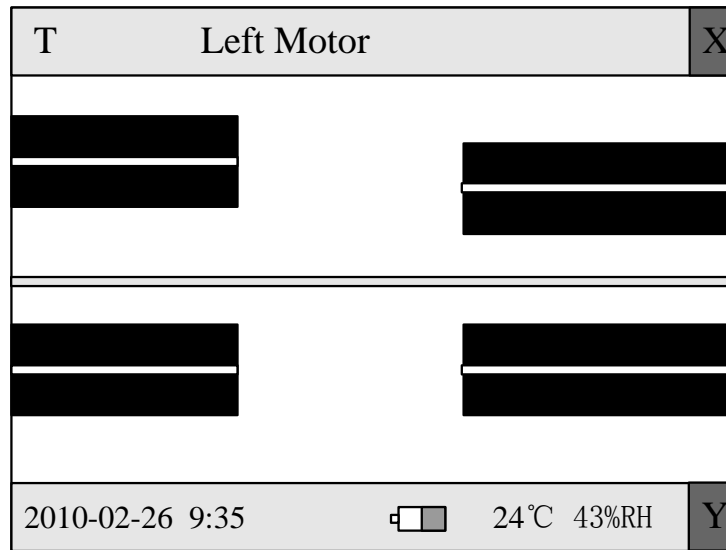



Fig. A-4


**Nota:** Si el motor izquierdo y derecho están cercanos a las ranuras en V, las dos fibras peladas de 16 mm. pueden colisionar o incluso alguna de ellas ocupar completamente la pantalla. En este caso, las fibras pueden ser recolocadas después de que el equipo esté en el estado de ajuste del motor. Los motores pueden ajustarse uno después del otro.

Si la condición de tierra es buena y se pulsa la tecla  antes de que el equipo se apague, la posición de los motores no necesitará ajustarse durante un largo tiempo.

## Apéndice B. Ajuste del tiempo de calentamiento






### B.1 Funciones

El equipo permite seleccionar 9 tipos de tiempo de calentamiento. El tiempo de calentamiento puede también fijarse mediante el menú. Cuando un manguito

termo-retráctil necesite calentarse, pulse la tecla  y el horno se encenderá/apagará (la luz indicadora se encenderá/apagará) automáticamente durante el tiempo fijado. Cuando la luz indicadora está encendida, la tecla


 está desactivada. No hay influencias en otras funciones cuando el calentador está funcionando.

### B.2 Ajuste

Seleccione la opción "Heat Time" en el menú principal y pulse la tecla  para confirmar la acción. Use las teclas  o  para re-seleccionar el tiempo de calentamiento. Pulse la tecla  para volver al menú anterior; o pulse la tecla  para volver al estado "READY". El tiempo que se haya definido no se borrará incluso si el equipo se apaga.

## Apéndice C. Configuración

La función de configuración (Setup) incluye comunicaciones, idioma, fecha y hora, ahorro de energía, tensión y ajuste a los valores iniciales de fábrica.

Seleccione la palabra "Setup" en el menú principal y pulse la tecla  para confirmar. La pantalla se mostrará como la de la fig. C-1.

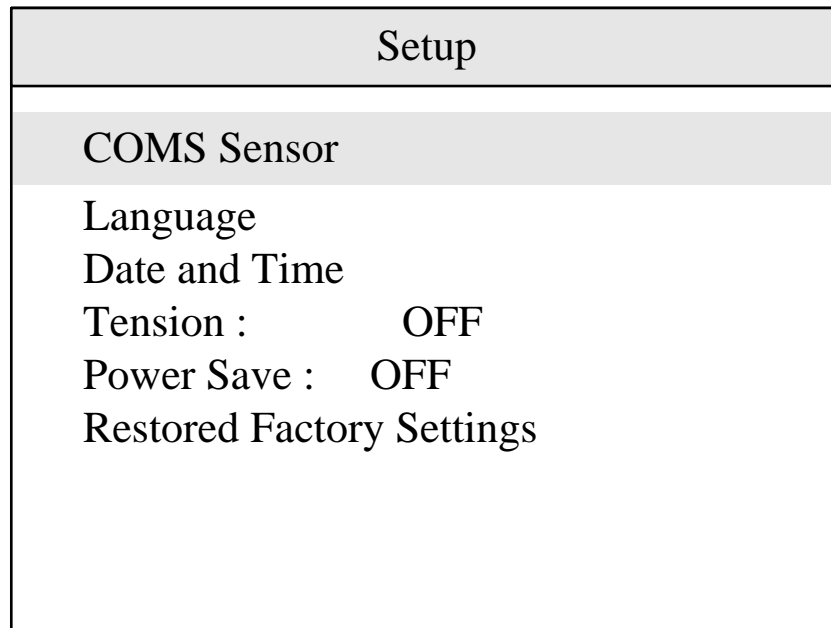












Fig. C-1

### C.1 Idioma

Use las teclas  y  para mover el cursor hasta la opción "Language" y pulse la tecla  para acceder. Use de nuevo las teclas  y  para mover el cursor a la opción que desee, y pulse la tecla  para volver al menú anterior; o pulse la tecla  para volver al estado "READY".

### C.2 Fecha y hora

Use las teclas  y  para mover el cursor hasta la opción "Time Setting" y pulse la tecla  para acceder, la pantalla se verá como la de la fig. C-2.



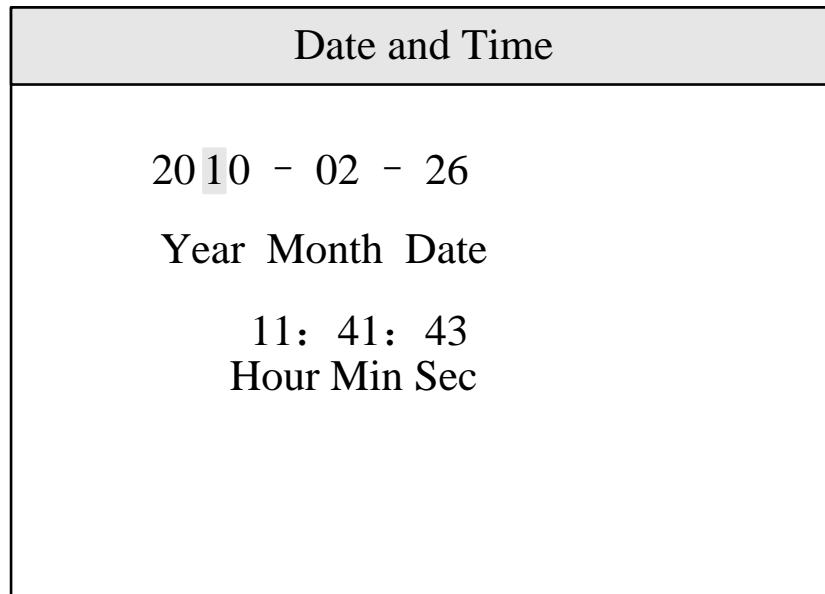












Fig. C-2

Ajuste la hora mediante los pasos siguientes:

1. Use las teclas  y  para mover el cursor hasta la opción que desee cambiar.
2. Use las teclas  y  para modificar el número.
3. Después de ajustar la fecha y la hora, estos datos serán recordados. Pulse la tecla  para regresar al menú anterior; o pulse la tecla  para volver al estado "READY".





### C.3 Tensión

Si se activa la función "Tension" (se pone a "ON"), se realizará de forma automática al finalizar la fusión una prueba de tensión de la fibra unida de alrededor de 2 Newton. Para activar esta función, siga los pasos siguientes:

1. Use las teclas  y  para mover el cursor hasta la opción "Tension".
2. Use las teclas  y  para cambiar entre activar/desactivar (ON/OFF).

### C.4. Ahorro de energía

Si está activado el ahorro de energía, el equipo se apagará de forma automática después de unos 5 minutos de inactividad para prolongar la duración de la

batería. Use las teclas  y  para mover el cursor hasta la opción "Power Save", y a continuación use las teclas  y  para cambiar entre activar/desactivar (ON/OFF).

### C.5 Ajuste a los valores de fábrica

EL equipo se suministra con una serie de valores predeterminados en fábrica, como pueden ser el tipo de fibra, grupo de parámetros, tiempo de calentamiento y modo de fusión.

Se pueden restaurar de nuevo estos valores posicionando el cursor sobre "Restoring Factory Settings" y pulsando a continuación dos veces la tecla




Los valores por defecto de fábrica son: tipo de fibra SM, grupo de parámetros 01, tiempo de calentamiento 50 s., modo de fusión manual, la tensión está desactivada, y el ahorro de energía está activado. La tabla C-1 muestra otros parámetros por defecto.

Tabla C-1

Parámetro	Tipo de fibra			
	SM	MM	DS	NZDS
Tiempo de pre-fusión	08	22	08	08
Tiempo de fusión	14	18	14	14
Energía de pre-fusión	30	30	30	30
Energía de fusión	30	30	30	30
Solapamiento	07	08	09	10
Ángulo final	2.0	2.0	2.0	2.0
Separación u holgura	04	04	04	04

## Apéndice D. Mantenimiento

El mantenimiento incluye el registro de las fusiones, exportar los registros, cuenta de los arcos realizados, y limpiar y estabilizar los electrodos. Selecciona la opción "Maintenance" en el menú principal y pulse la tecla  para confirmar. La pantalla se mostrará tal y como puede apreciarse en la fig. D-1.

Maintenance		
Fusion	Record	00015
Export	Record	
Arc	Count	00020
Clear	Electrode	
Stablize	Electrode	

Fig. D-1

### D.1 Registro de fusiones




La memoria del AD350 puede almacenar 5.000 resultados de fusiones y tiempos de descarga. Los resultados fallidos y sin éxito de las fusiones no se registran. Seleccione el ítem "Fusion Record" en el sub-menú y pulse la tecla







para confirmar. EL equipo muestra una imagen como la de la fig. D-2.

Record NO.00012	SM01
Pertime:	05
Fustime:	14
Prearc:	30
Fustime:	30
Overlap:	07
Angle:	1.0/0.7
Gap:	04
Loss:	0.01dB
2010-02-28	14: 25

Fig. D-2

El número de registro tiene el rango 0000~4999 y se van almacenando de forma secuencial. Cuando los 5.000 registros se han completado, los nuevos registros irán sobrescribiendo a los más antiguos también de forma secuencial. La fecha y hora del registro corresponde con el momento en que finalizó la fusión. El número de registro que se muestra resulta cómodo para localizarlo posteriormente. Puede ir viendo los registros pulsando las teclas  o  y comprobar de esta manera todos los registros. Pulse la tecla  para volver al menú anterior.


## D.2 Exportar registros

Seleccione "Export Record" en el sub-menú y pulse la  tecla para confirmar. En la pantalla aparecerá el mensaje "Please Insert U disk", momento en que deberá insertar una memoria USB. Pulse de nuevo la tecla  para confirmarlo de nuevo y los datos se exportarán. Cuando los datos se han exportado, aparecerá el mensaje "Pull out U disk" momento en que podrá retirar la memoria USB y pulsar la  tecla para regresar al menú anterior, o pulsar la tecla  para volver al estado "READY".

**Nota: La memoria USB (Disco U) debe estar formateada como FAT.**

### D.3 Cuenta de los arcos


El contador puede llegar hasta el valor 999.999. Cada fusión se tendrá en cuenta independientemente de si ha tenido éxito o no. Seleccione la opción


“Maintenance” en el menú principal y pulse la tecla  para confirmar. La cuenta del número de arcos efectuados se mostrará en el sub-menú.

### D.4 Limpiar y Estabilizar los electrodos

Los electrodos se van desgastando con el uso y además deben limpiarse periódicamente debido al óxido de silicio que les va recubriendo. Se recomienda sustituir los electrodos después de 2.500 descargas. Al reemplazar los

electrodos, es necesario estabilizarlos. Use las teclas  o  para mover el

cursor hasta la opción “Clear Electrodes” y pulse la tecla  para confirmar, los electrodos se limpiarán más tarde. De la misma forma mueva el cursor

hasta la opción “Stabilize Electrodes” y pulse la tecla  para confirmar y los electrodos se estabilizarán.

## Apéndice E. Ajuste de los parámetros de la fibra multimodo.

Acceda al menú de ajustes de parámetros y seleccione los parámetros de fibra multi-modo. La pantalla mostrará una imagen como la de la tabla E-1. Los parámetros de la tabla E-1 pueden tomarse como referencia.

Tabla E-1

Parámetro	Valor
Tiempo de pre-fusión	25
Tiempo de fusión	18
Energía de pre-fusión	22
Energía de fusión	22
Solapamiento	07
Ángulo final	2,0
Separación u holgura	06

1. Cuando se fusionan fibras multi-modo, aparece algunas veces gas en la zona fusionada. Incremente el "Tiempo de pre-fusión (Prefuse Time)" y reduzca "La energía de pre-fusión (Prefuse Power)".
2. Si se rompe la fibra en la parte fusionada incremente "Tiempo de fusión (Fuse Time)", "Energía de pre-fusión (Prefuse Power)", "Energía de fusión (Fuse Power)".
3. Si el diámetro de la fibra unida es demasiado pequeño, reduzca "Energía de pre-fusión (Prefuse Power)", "Energía de fusión (Fuse Power)".
4. La "Energía de fusión (Fuse Power)" y la "Energía de pre-fusión (Prefuse Power)" deben mantenerse al mismo valor.

**Nota: Cuando se fusionan fibras multi-modo puede aparecer a veces una línea blanca o negra en la parte fusionada, pero no afecta al resultado de la unión.**

## Apéndice F. Cambio de Electrodos

1. Apague el equipo y quite el cable de alimentación.
2. Levante la tapa protectora. LA figura F-1 muestra la estructura de los electrodos.
3. Para sacar el electrodo, quite el tornillo del receptáculo del electrodo. Inserte un nuevo par de electrodos y vaya apretando alternativamente los tornillos mientras empuja en la parte aislada de los electrodos.
4. Conecte de nuevo el cable de alimentación, encienda el equipo y a continuación estabilice los electrodos.

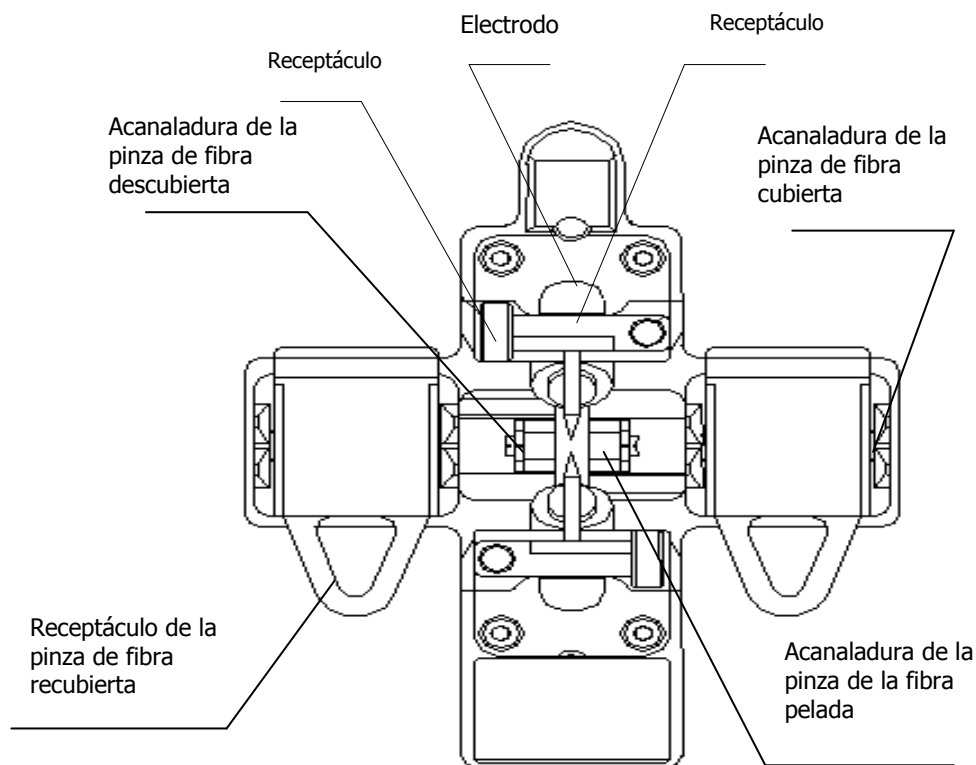


Fig. F-1



## Apéndice G. Actualización del sistema

1. Pulse simultáneamente las teclas  y  para que el equipo se ponga en el modo de actualización, la pantalla se verá como la de la fig. G-1

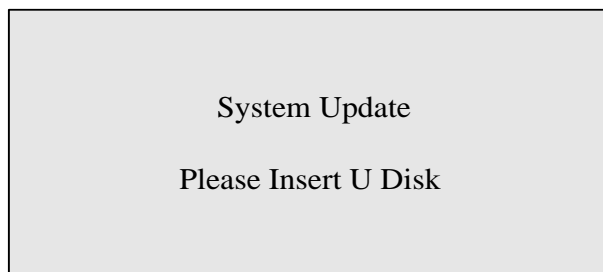


Fig. G-1

2. Inserte una memoria USB que contenga el archivo de actualización y el sistema del equipo se actualizará automáticamente. Una vez finalizado, aparecerá en la pantalla el mensaje "Update Finished. Please pull out U disk and restart".

Si se inserta una memoria USB con otro formato distinto de FAT, aparecerá en la pantalla el mensaje "Initialize failed disk not found".

En el caso de que el formato de la memoria sea FAT pero no existe el archivo de actualización, aparecerá el siguiente mensaje "Update failed, Check U disk or Update file".

Una vez que haya actualizado el sistema, deberá reiniciar el equipo.

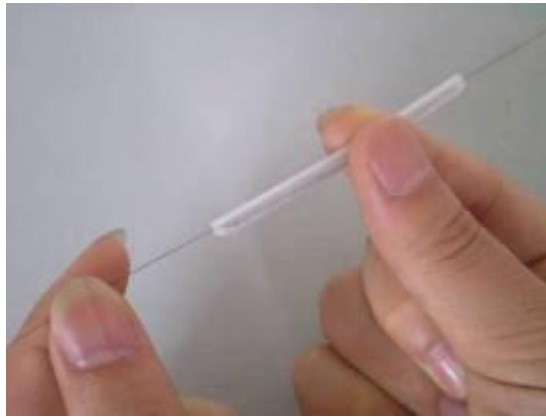
### Notas:

- 1) La memoria USB debe estar formateada en FAT, el equipo no reconocerá otro tipo de formatos.
- 2) Mantenga el equipo encendido y no quite la memoria USB durante el proceso de actualización.
- 3) Reinicie el equipo de nuevo tanto si la actualización ha tenido éxito como si no lo ha tenido.

## Apéndice H Preparacion de la fibra

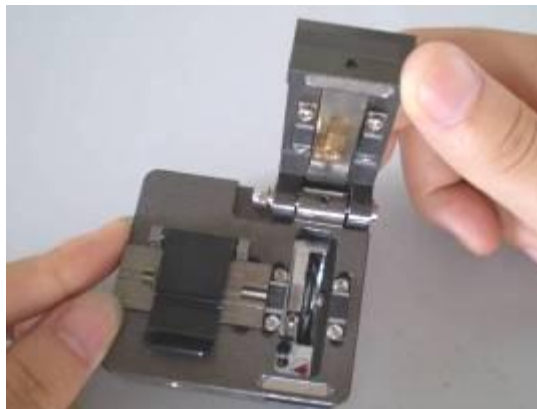
### Tubo para cubrir la piro condensación de la fibra

Instalación del tubo de piro condensación de la fibra



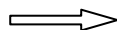
### Preparación de la cara final de la fibra

Abra el clip grande y pequeño del cortador, pulse la placa deslizante instalada con la hoja del fondo hacia el frente.



Use los alicates de pelar para pelar la capa de cubierta de la fibra, dejando una longitud de 30-40 mm. Use una gasa o un algodón empapado en alcohol para limpiar la fibra. A continuación limpie la

fibra con un algodón una vez, y no la limpie de nuevo con el mismo algodón. (**Nota:** Por favor utilice alcohol con una pureza superior al 99%.)

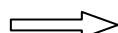


Pelado

Limpieza

Coloque el borde de la cubierta de la fibra en el “16” de las marcas de calibración del cortador y oriente la fibra en el tanque de presión con la mano izquierda, asegurándose que la fibra desnuda está colocada recta en las almohadillas de goma de la izquierda y la derecha.

Cierre el clip pequeño, coja el clip grande con la mano derecha y mueva la placa deslizante con la cuchilla hacia el otro extremo, cortando de este modo la fibra.



2.7.5 Sujete el cortador con la mano izquierda y abra el clip grande con la mano derecha y quite los restos de fibra echándolos en los contenedores adecuados.

Pellizque y agarre la fibra con la mano izquierda, y abra el clip pequeño con la mano derecha al mismo tiempo, y quite la fibra cuidadosamente.

**Nota:** La parte limpia de la fibra no puede tocar otras cosas.

# Pérdidas en Uniones de Fibra Óptica

Realizado por la Universidad de Valladolid.

1. Introducción
2. Pérdidas Intrínsecas
  - 2.1. Uniones de Fibras Monomodo
  - 2.2. Uniones de Fibras Multimodo
3. Pérdidas Extrínsecas
  - 3.1. Reflexión de Fresnel
  - 3.2. Uniones de Fibras Monomodo
  - 3.3. Uniones de Fibras Multimodo

## 1. Introducción

Las Fibras Ópticas tienen una longitud limitada. Por ello, para establecer los enlaces ópticos es necesaria su interconexión. Ésta se lleva a cabo mediante diferentes dispositivos o mecanismos. Todos ellos se engloban dentro del concepto de Uniones de Fibra Óptica. En ellas, se producen pérdidas de potencia en la señal óptica. Estas pérdidas son debidas tanto a factores intrínsecos (características de las fibras), como extrínsecos (cómo se produce la unión). En los siguientes puntos se desarrollarán todos estos factores. Para finalizar hay que reseñar que, en el caso de uniones de fibras monomodo, existe una fórmula global de la cual se extraen los diferentes casos particularizando para cada uno de ellos. La expresión general que permite el cálculo de pérdidas es la siguiente:

$$Pérdidas_{dB} = -10 \log_{10} \eta = -10 \log_{10} \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

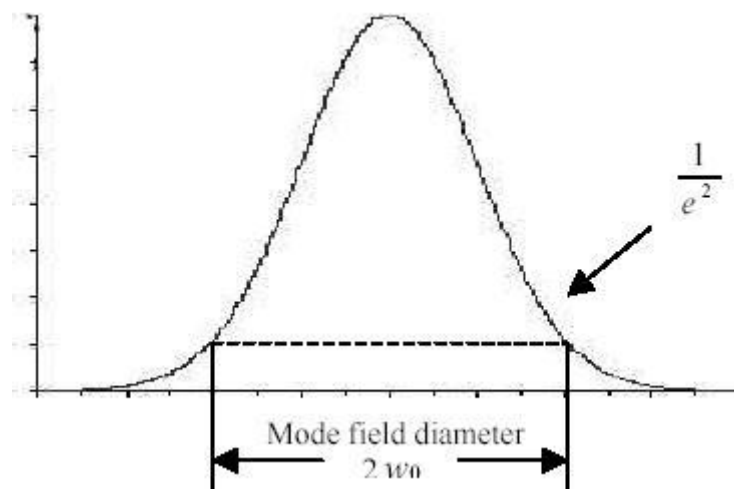
donde  $\eta$  es el coeficiente de acoplamiento y, como se puede observar, es igual a la relación entre la potencia que penetra en la segunda fibra ( $P_{out}$ ) y la que sale de la primera ( $P_{in}$ ). A partir de aquí se puede desarrollar una fórmula que incluye todos los factores de los que vamos a hablar en los siguientes puntos y que fue desarrollada por D. Marcuse. Algunas de las formulaciones que daremos serán particularizaciones de dicha fórmula general.

## 2. Pérdidas Intrínsecas

Este tipo de pérdidas son debidas a factores intrínsecos a la naturaleza de las fibras, como lo son los parámetros geométricos u ópticos de las mismas. En una unión de fibras ópticas, cualquier diferencia existente entre los mismos dará lugar a este tipo de pérdidas. Hay que hacer una diferenciación entre las uniones de fibras monomodo y las de fibras multimodo. En las primeras, estas pérdidas se engloban en las pérdidas por desajuste del radio de campo modal. En las segundas, se puede hablar de pérdidas por desajuste de la apertura numérica, por desajuste del diámetro del núcleo y por desajuste del perfil del índice de refracción del núcleo.

### 2.1. Uniones de Fibras Monomodo

En este tipo de uniones las pérdidas intrínsecas vienen determinadas por el desajuste del radio de campo modal. El radio de campo modal es un concepto asociado al de diámetro de campo modal (*MFD*). Éste último indica cómo se produce la distribución geométrica de la luz en el modo propagado (no olvidemos que se está hablando de fibras monomodo). Así, las diferencias entre los radio de campo modal de las fibras implicadas en la unión se traduce en pérdidas en la señal.



Diámetro de campo modal de una fibra monomodo

La expresión que caracteriza estas pérdidas es la siguiente:

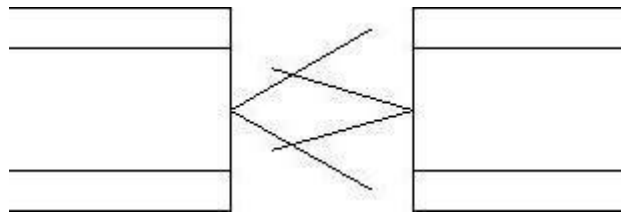
$$Pérdidas_{MFR} = -10 \log_{10} \frac{4}{\left( \frac{\omega_1}{\omega_2} + \frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2}$$

donde  $\omega_1$  y  $\omega_2$  son los radios de campo modal de las fibras transmisora y receptora.

## 2.2. Uniones de Fibras Multimodo

En este tipo de uniones las pérdidas intrínsecas vienen determinadas por el desajuste de la apertura numérica, el desajuste del diámetro del núcleo y el desajuste del perfil del índice de refracción del núcleo de las fibras. Cualquier desavenencia entre estas magnitudes en las fibras involucradas en la unión provocará una pérdida de potencia en la señal. Las expresiones que modelan estas pérdidas se presentan a continuación:

- Pérdidas por desajuste de la apertura numérica:

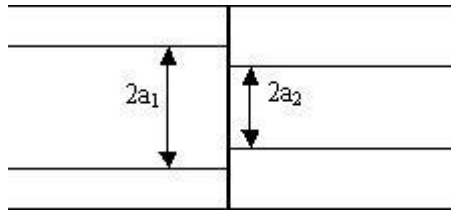


Desajuste de la Apertura Numérica

$$Pérdidas_{AN} = \begin{cases} -20 \log_{10} \frac{AN_2}{AN_1} & AN_2 < AN_1 \\ 0 & AN_2 \geq AN_1 \end{cases}$$

donde  $AN_1$  y  $AN_2$  representan las aperturas numéricas de las fibras transmisora y receptora respectivamente.

- Pérdidas por desajuste del diámetro del núcleo:

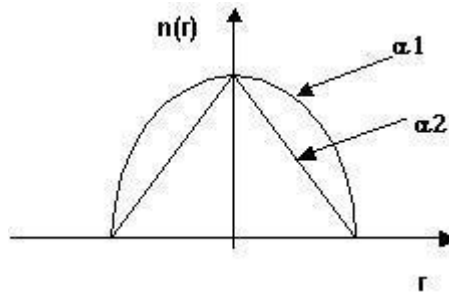


Desajuste del diámetro del núcleo

$$Pérdidas_{\phi} = \begin{cases} -20 \log_{10} \frac{\phi_2}{\phi_1} & \phi_2 < \phi_1 \\ 0 & \phi_2 \geq \phi_1 \end{cases}$$

donde  $\phi_1$  y  $\phi_2$  representan los diámetros del núcleo de las fibras transmisora y receptora respectivamente.

- Pérdidas por desajuste del perfil:



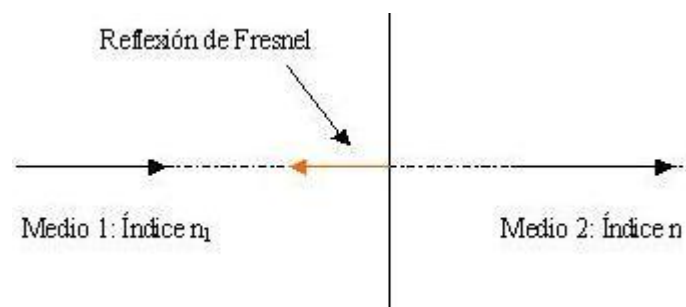
Desajuste del perfil del índice de refracción del núcleo

$$Pérdidas_{\alpha} = \begin{cases} -20 \log_{10} \frac{\alpha_2(\alpha_1 + 2)}{\alpha_1(\alpha_2 + 2)} & \alpha_2 < \alpha_1 \\ 0 & \alpha_2 \geq \alpha_1 \end{cases}$$

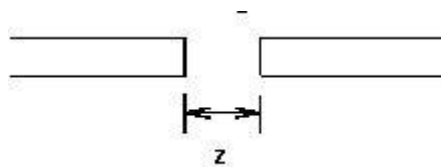
donde  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  representan los perfiles de las fibras transmisora y receptora respectivamente.

### 3. Pérdidas Extrínsecas

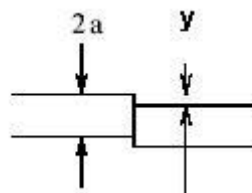
Este tipo de pérdidas son debidas a factores extrínsecos a la naturaleza de las fibras, como lo son aquellos que vienen determinados por el estado en que se produzca la unión; se está haciendo referencia al medio existente entre las fibras, a su separación y a las desviaciones laterales y angulares entre los ejes de las mismas. En primer lugar se hablará de las pérdidas por reflexión de *Fresnel* que toman la misma expresión independientemente del tipo de fibra involucrada en la unión.



Fenómeno de la reflexión de Fresnel

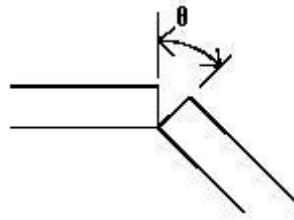


Separación longitudinal entre fibras



Desviación lateral entre fibras





Desviación angular entre fibras

### 3.1. Reflexión de Fresnel

Este tipo de pérdida es la que tiene lugar debido a un salto o variación del índice de refracción en la interfaz de la unión, de manera que una pequeña proporción de luz puede ser reflejada hacia la fibra transmisora. La expresión que caracteriza estas pérdidas es la siguiente:

$$Pérdidas_{Fresnel} = -10 \log_{10}(1 - r)^2 = -20 \log_{10}(1 - r)$$

donde  $r$  es la reflectividad, que viene determinada por:

$$r = \left( \frac{n_1 - n}{n_1 + n} \right)^2$$

siendo  $n_1$  y  $n$  los índices de refracción del núcleo de las fibras y del medio entre ellas respectivamente.

### 3.2. Uniones de Fibras Monomodo

En este tipo de uniones las pérdidas extrínsecas, a las que hay que añadir las pérdidas por reflexión de fresnel, vienen determinadas por la existencia de una separación longitudinal entre los ejes, de una desviación lateral entre los mismos o de una desviación angular. Las expresiones para cada uno de los tipos de pérdidas son:

- Pérdidas por separación longitudinal:

$$Pérdidas_{LON} = -10 \log_{10} \frac{1}{1 + \left( \frac{\lambda z}{2\pi n_{\text{medio}} \omega^2} \right)^2}$$

- donde  $\lambda$  es la longitud de onda,  $z$  la separación entre las fibras,  $n_{\text{medio}}$  el índice del medio entre ellas y  $\omega$  el radio de campo modal.
- 
- Pérdidas por desviación lateral:

$$Pérdidas_{LAT} = -10 \log_{10} \left[ \exp \left( -\frac{y^2}{\omega^2} \right) \right]$$

- donde  $y$  es la desviación lateral entre las fibras y  $\omega$  el radio de campo modal.
- 
- Pérdidas por desviación angular:

$$Pérdidas_{ANG} = -10 \log_{10} \left[ \exp - \left( \frac{\pi n_{\text{medio}} \omega \sin \theta}{\lambda} \right)^2 \right]$$

- donde  $\lambda$  es la longitud de onda,  $\theta$  es la desviación angular entre las fibras,  $n_{\text{medio}}$  el índice del medio entre ellas y  $\omega$  el radio de campo modal.

### 3.3. Uniones de Fibras Multimodo

En este tipo de uniones las pérdidas extrínsecas, a las que hay que añadir las pérdidas por reflexión de fresnel, vienen determinadas por la existencia de una separación longitudinal entre los ejes, de una desviación lateral entre los mismos o de una desviación angular. Las expresiones para cada uno de los tipos de pérdidas son:

- Pérdidas por separación longitudinal:

$$Pérdidas_{LON} = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{1 + \frac{z}{a} \tan \left( \text{sen}^{-1} \frac{AN}{n_{\text{medio}}} \right)} \right)^2$$

- donde z es la separación entre las fibras, a el radio del núcleo, AN la apertura numérica y  $n_{\text{medio}}$  el índice del medio entre ellas.
- 
- Pérdidas por desviación lateral:

$$Pérdidas_{LAT} = -10 \log_{10} \frac{2}{\pi} \left[ \cos^{-1} \left( \frac{y}{2a} \right) - \frac{y}{2a} \sqrt{1 - \left( \frac{y}{2a} \right)^2} \right]$$

- donde y es la desviación lateral entre las fibras y a el radio del núcleo. Para fibras de índice gradual existe una expresión particular:

$$Pérdidas_{LAT} = -10 \log_{10} \left( 1 - \frac{2}{\pi} \frac{y}{a} \frac{\alpha + 2}{\alpha + 1} \right)$$

- donde y es la desviación lateral entre las fibras, a el radio del núcleo y  $\alpha$  el perfil de las mismas.
- 
- Pérdidas por desviación angular:

$$Pérdidas_{ANG} = -10 \log_{10} \left( 1 - \frac{n_{\text{medio}} \theta}{180 AN} \right)$$

- donde  $\theta$  es la desviación angular entre las fibras,  $n_{\text{medio}}$  el índice del medio entre ellas y AN la apertura numérica.