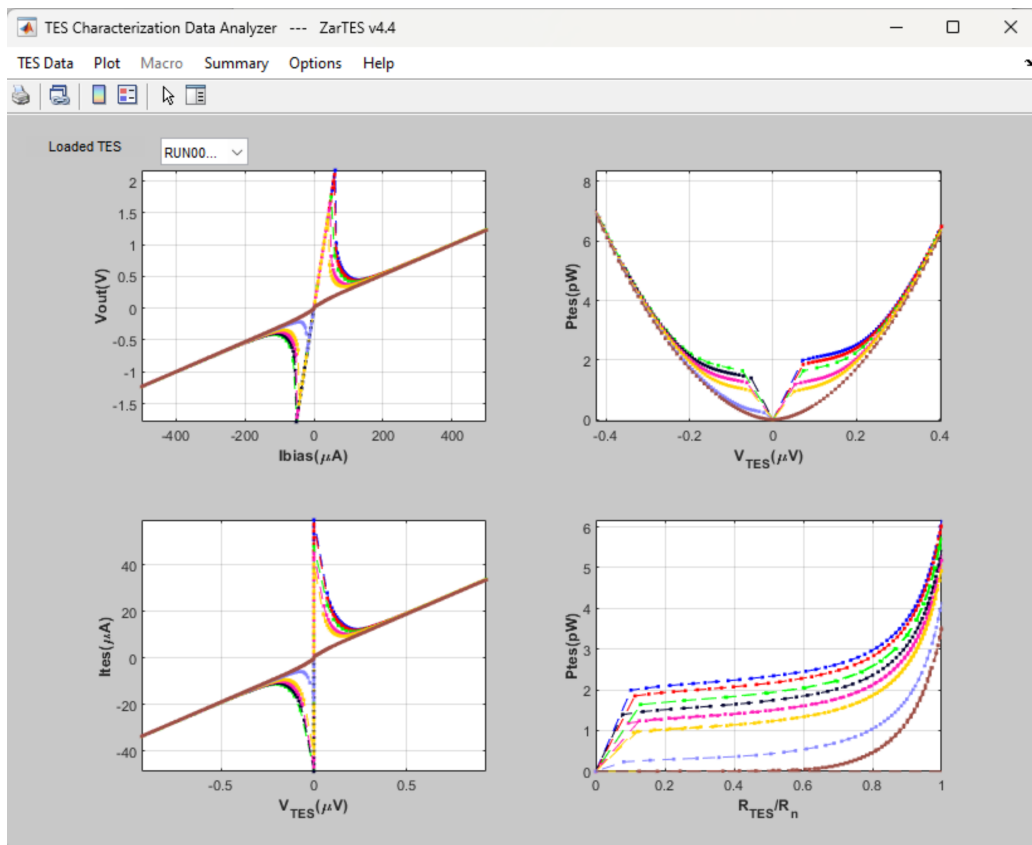


# TES Analyzer - Guía de usuario

23 de febrero de 2024

Current version 4.4



# Índice

<b>1</b>	<b>TES Data</b>	<b>4</b>
1.1	Load TES . . . . .	4
1.2	TES Analysis . . . . .	4
1.2.1	Set Data Path . . . . .	4
1.2.2	Test Device . . . . .	5
1.2.2.1	TES Dimensions . . . . .	5
1.2.2.2	TES Parameters . . . . .	5
1.2.2.3	Circuit Values . . . . .	5
1.2.2.4	Circuit Noise . . . . .	5
1.2.3	I-V Curves . . . . .	6
1.2.3.1	Import I-V Curves . . . . .	6
1.2.3.2	Center I-V Curves . . . . .	7
1.2.3.3	Check I-V Curves . . . . .	7
1.2.3.4	Save I-V Curve Set . . . . .	7
1.2.3.5	Fit P vs. T . . . . .	7
1.2.3.6	TES Thermal Parameters vs. %Rn . . . . .	8
1.2.3.7	TES Thermal Parameter Values . . . . .	8
1.2.3.8	Get G(T) . . . . .	9
1.2.4	TF Superconductor . . . . .	9
1.2.4.1	Load TF in Superconductor State (TFS) . . . . .	9
1.2.4.2	Check TFS . . . . .	9
1.2.4.3	Load Noise in Superconductor State (TFS) . . . . .	9
1.2.4.4	Check Superconductor State Noise . . . . .	9
1.2.5	TF Normal . . . . .	9
1.2.5.1	Load TF in Normal State (TFN) . . . . .	10
1.2.5.2	Check TFN . . . . .	10
1.2.5.3	Load Noise in Normal State . . . . .	10
1.2.5.4	Check Normal State Noise . . . . .	10
1.2.6	Z(w)-Noise Analysis . . . . .	10
1.2.6.1	Z(w) Derived L . . . . .	10
1.2.6.2	Fit Z(w)-Noise to ElectroThermal Model . . . . .	10
1.2.7	Critical Currents . . . . .	11
1.2.7.1	Import Critical Currents . . . . .	11
1.2.8	Field Scan . . . . .	11
1.2.8.1	Import Field Scan . . . . .	11
1.3	Re-Analyze Loaded TES . . . . .	12
1.4	Save TES Data . . . . .	12
<b>2</b>	<b>Plot</b>	<b>13</b>
2.1	Plot RTs Set . . . . .	13
2.2	Plot RT 4 Points . . . . .	13

2.3	Plot NKGT set . . . . .	13
2.4	Plot ABCT set . . . . .	13
2.5	Plot TF vs T <sub>bath</sub> . . . . .	13
2.6	Plot Noise vs T <sub>bath</sub> . . . . .	13
2.7	Plot TES Data . . . . .	14
2.8	Plot Critical Currents . . . . .	14
2.9	Plot Field Scan . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Macro</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Summary</b>	<b>14</b>
4.1	Z(w)-Noise Viewer . . . . .	14
4.2	Word Graphical Report . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Options</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Help</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Actualizaciones</b>	<b>15</b>

## **Menús**

En esta sección se van a explicar los menús que contiene el interfaz gráfico que permite analizar los datos experimentales de la caracterización de los TES.

Los menús que encontramos al abrir la aplicación son:

- TES Data
- Plot
- Macro
- Options
- Summary
- Help

A continuación se desglosan cada uno de estos menús con los respectivos submenús con una breve descripción de los mismos.

## **1. TES Data**

En este menú se encuentran las opciones de: Cargar los datos de análisis previos, realizar un nuevo análisis y salvar los datos corrientes de los analisis en curso.

### **1.1. Load TES**

Se procederá a cargar un archivo “\*.mat” que contiene una estructura con todos los datos propios de un análisis de los datos experimentales de la caracterización de un TES: curvas IV,  $Z(w)$  y ruidos.

### **1.2. TES Analysis**

Desde este menú se accede a los submenús que permitir realizar un análisis nuevo o re-analizar un TES que ya se haya cargado previamente.

En caso de un análisis nuevo, los submenús se habilitarán progresivamente para que se desarrolle un correcto análisis. Los pasos a seguir son los siguientes:

#### **1.2.1. Set Data Path**

Selección de la carpeta que contiene los archivos y carpetas de una toma de datos. Se busca una carpeta del tipo RUN00X, siendo X el número de RUN. Para poder analizar una serie de datos de enfriadas anteriores a la nueva disposición de carpetas, se busca que esta carpeta o path sea una nombrada como  $Z(w)$ -Ruido.

Una vez seleccionada la carpeta, el programa solicita que se seleccione un archivo llamado circuit.mat o sessions.mat, en el que se encuentran los valores de ciertos parámetros relacionados con la toma de los datos.

### 1.2.2. Test Device

En este menú el usuario encontrará dos submenús relacionados con: los valores del circuito en el que se encuentra el TES y las dimensiones físicas del TES.

#### 1.2.2.1 TES Dimensions

Dimensiones físicas del TES, length y width y los espesores de las bicapas de molibdeno y oro. A continuación se preguntará si el TES presenta absorbente y en caso afirmativo, se procederá a proporcionar las dimensiones físicas del absorbente. La existencia de un absorbente en el TES se traduce en que además se realizará una estimación considerando fijo los valores del parámetro C (nomenclatura  $C_{fixed}$ ) y los parámetros derivados de éste se denominarán con el subíndice fixed, como  $\alpha_{fixed}$ .

#### 1.2.2.2 TES Parameters

En este menú, el usuario tiene acceso a parámetros del TES como las resistencias normal ( $R_n$ ) y parásita ( $R_{par}$ ) para cada rama (bias positivo y negativo), los valores de mN y mS (pendientes de las curvas I-V en estado normal y superconductor respectivamente) y al valor de la Temperatura Crítica ( $T_c$ ) estimada a partir de la reconstrucción de las RTs. Esta temperatura se calcula al 50 % del valor de  $R_n$  en las curvas I-V y se determina por la que tiene una de mayor  $T_c$ , en cada una de las ramas. El parámetro  $IV_{T_c}$  hace referencia a la curva I-V en la que se tomó el valor de  $T_c$ .

#### 1.2.2.3 Circuit Values

En este submenú, el usuario verificará los valores de los parámetros asociados con la polarización del SQUID, el valor de la resistencia de feedback  $R_f$ . Es importante verificar que estos valores corresponden con la toma de datos. Para verificarlo es conveniente cargar el archivo session/circuit que contendrá la variable circuit (Cargar en Matlab). Importante: el parámetro de CurrOffset hace referencia a una corriente de Offset que aparece en la toma de datos de las curvas I-V. La corrección de las curvas I-V teniendo en cuenta este Offset de corriente hace que las diferencias entre los  $I_{bias}$  positivos y negativos prácticamente desaparezca.

#### 1.2.2.4 Circuit Noise

En este submenú, se permite al usuario poder realizar una estimación del ruido eléctrico del circuito. Esta estimación se puede realizar mediante varias opciones.

- Proporcionar un valor de ruido (promedio) que por defecto son  $3 \cdot 10^{-12} A/Hz^{0,5}$  y que ese será el valor de la estimación.
- Proporcionar un vector de valores en base a datos de ruido en estado normal y que esos serán los valores de la estimación para cada frecuencia.
- Proporcionar un vector de valores en base a datos de ruido en estado normal y la estimación del ruido eléctrico se realiza en base al modelo de ruido.

- A partir de los valores de la estimación del modelo de ruido se propone un valor derivado para todas las frecuencias.

### 1.2.3. I-V Curves

#### 1.2.3.1 Import I-V Curves

El usuario decidirá que rango de temperaturas va a considerar a la hora de cargar curvas I-V. Después, seleccionará la carpeta que contiene los archivos relacionados con las curvas I-V. El usuario podrá decidir si las curvas I-V provienen de archivos nombrados como \$Temp\$\_mK\_Rf\$Rf\$K\_(down|up)\_(p|n)\_matlab.txt a través de la opción *folder* o por el contrario si las curvas I-V provienen de una *estructura* (archivo .mat que contiene toda la información). Una vez cargadas las curvas I-V con rango de Ibias positivo, el software procederá con las de Ibias negativas.

##### **Métodos de corrección de curvas I-V:**

En cada una de las curvas I-V se trabaja en primera instancia detectando la parte superconductora y la parte de transición.

Se rescata el valor de Vout para Ibias de corriente nula para todas las curvas, el cual debería ser nulo también. Se realiza una estimación de un posible salto en amplitud debido al SQUID restando al valor del voltaje a corriente nula con el valor de corriente nula de la curva I-V seleccionada.

- *IV Vertical Shift:* Como su nombre indica, la curva IV desplazada respecto del valor de Ibias 0 será trasladada a ese punto. La metodología es la siguiente: A toda la curva se le resta el valor de amplitud de salto del SQUID descrito anteriormente.
- *Superconductivity Stage Correction:* En caso de producirse un salto de amplitud justo cuando el TES transita a estado superconductor, la amplitud será mucho mayor. En tal caso, se corrige únicamente la parte superconductora de la curva I-V, restando a esta parte el salto del SQUID.
- *Transition Stage Correction:* Forma alternativa al caso anterior. En lugar de corregir la parte superconductora, se corrige la parte de la transición, aplicando el mismo criterio pero sobre la parte de la transición.
- *SQUID Step Manually Correction:* Este tipo de corrección está pensado para curvas I-V que se encuentran en estado normal, es decir, que no tienen transición. En tal caso, las curvas dejan de ser curvas para ser rectas con pendiente constante. La metodología consiste en comprobar la derivada de esta y detectar el salto producido por el SQUID. Esta corrección está pensada para corregir un único salto de SQUID. En caso de que en la curva aparezcan más de un salto, deberemos descartar la curva para el posterior procesado.

Finalmente, el usuario podrá eliminar curvas I-V o una vez eliminadas podrá volver a activarlas para el procesado posterior.

### 1.2.3.2 Center I-V Curves

Se ha incluido la corrección de las curvas I-V para evitar asimetrías entre positivas y negativas. Este módulo ofrece la posibilidad de corregir las curvas I-V para que a corriente 0 tengan un voltaje 0 eliminando posibles offsets. Existen 3 métodos de corrección: a) Forzed zero-zero; b) Norm-Sup crossing point y c) Set Offset Manually. a) Forzed zero-zero: el algoritmo lo que hace es restar a todos los binomios de la curva el valor que corresponde en voltaje a corriente nula, de forma individualizada. b) Norm-Sup crossing point: en este algoritmo es muy importante que el rango de temperaturas supere la temperatura crítica esperada del TES. Las curvas I-V de la temperatura superior (normal) y la de temperatura inferior (superconductora) se tomarán como referencia para extendelas entorno al origen y estimar el punto de cruce que determinará el Offset en corriente. De las curvas de I-V se obtiene una estimación de la pendiente en estado normal (con los puntos de mayor corriente) y en estado superconductor (con los puntos cercanos a corriente nula).

Una vez finalizada la corrección de las curvas de forma automática se procede a verificar las curvas I-V de forma visual, Check I-V Curves.

### 1.2.3.3 Check I-V Curves

Las curvas I-V son representadas como Vout-Ibias, PTes-VTes, ITes-VTes, y PTes-%Rn. Las primeras curvas I-V que son representadas son las que pertenecen a Ibias positivo. Una ventana emergente avisará de que antes de cerrarla, el usuario tiene la opción de eliminar del análisis aquellas curvas I-V que crea que no cumplen los requisitos. Una vez filtradas las curvas I-V de Ibias positivas, el usuario debe cerrar la ventana emergente para continuar con las curvas I-V de Ibias negativas repitiendo el mismo proceso. Como reseña, no hay ningún criterio de eliminación de las curvas I-V, salvo aquellas curvas en las que no se ha podido determinar la pendiente en estado superconductor (que se marcan en gris para no estar presentes en los siguientes análisis).

*Opciones de botón derecho del ratón:* Pinchando sobre una curva I-V con el botón derecho del ratón, un menú, mostrando el nombre del archivo que produce esa curva, se habilita para que el usuario pueda eliminarla del análisis, restaurarla si previamente se había eliminado y poder eliminar o restaurar todas las curvas I-V.

### 1.2.3.4 Save I-V Curve Set

Una vez que tenemos el set de curvas I-V seleccionadas como óptimas y después de haber corregido que las curvas a corriente nula tengan voltaje de salida nulo, podemos guardarlas en una estructura (archivo .mat). Se guardarán por un lado las curvas de la rama positiva y por otro lado las negativas.

### 1.2.3.5 Fit P vs. T

Ajuste a un modelo de P-Tbath a valores porcentuales de Rn. El software está configurado para ajustar al modelo  $P(T) = P_0 = K * T c^n$ . El software nos proporcionará cuatro posibles

métodos para realizar el ajuste: PTes vs VTes; PTes vs RTes; Minimum I-V curve transition; y Rango %Rn.

En el caso de PTes vs VTes, se usan estas curvas para obtener los valores de %Rn para el ajuste en función de un umbral. Análogamente en el caso de PTes vs RTes se obtienen los valores de %Rn pero con estas otras curvas. Ambos métodos están basados en la derivada de las curvas y un umbral para detectar una desviación sobre las derivadas.

En el caso de Minimum I-V curve transition, los valores de %Rn para el ajuste serán tomados en los puntos de cero pendiente (correspondientes a la transición) de las curvas I-V.

En el caso de Rango %Rn, el software nos proporcionará el mayor rango de %Rn basado en las curvas de PTes- %Rn. Una gráfica se mostrará con los valores de P-Tbath y el ajuste.

*Opciones de botón derecho del ratón:* Pinchando sobre los valores de P-Tbath, un menú mostrará el porcentaje de Rn al que corresponde ese punto y los archivos que han sido utilizados para realizar el ajuste. Pinchando sobre la curva de ajuste se mostrará el conjunto de parámetros que conforman el ajuste.

### 1.2.3.6 TES Thermal Parameters vs. %Rn

Sólo en el caso de dar un Rango %Rn los parámetros térmicos del TES serán representados en función de los valores de %Rn. El usuario decidirá el punto de operación del TES fijando el valor de porcentaje de Rn de forma manual. En caso de fijar un porcentaje de Rn que no tenga representación, los valores térmicos del TES se calcularán al valor máximo de %Rn. Para los otros casos, los valores térmicos serán mostrados en una tabla, primero para el rango de Ibias positivo y después para los de Ibias negativos.

*Opciones de botón derecho del ratón:* Pinchando el fondo de una de las gráficas se habilita un menú con las opciones de: Show (Positive/Negative/All); Activate/Deactivate error bars; Hide/Show Negative Ibias Data, Export Graphic Data (produce un archivo txt con el contenido de esa gráfica); Save Graph; Link all x axes (Opción que hace que todas las gráficas estén afectadas a la vez por el zoom en el eje x)

### 1.2.3.7 TES Thermal Parameter Values

Los parámetros térmicos del TES son representados en una tabla. El intervalo de confianza (CI, confidence interval) al 95 % está calculado en base a la desviación estándar del ajuste de los datos.

Nota: En cada análisis, existen tres valores de temperatura que debemos diferenciar.

- $T_{fit}$ . Por un lado está la temperatura del ajuste de los datos y que varía con el porcentaje de Rn, se le denomina  $T_{fit}$  y cuando se toma un valor representativo de Rn, ésta se propaga en los cálculos de las funciones de transferencia para obtener los valores de alpha, beta, etc.
- $T_c$ . Es la temperatura crítica del TES. Esta temperatura se calcula mediante la reconstrucción de las curvas RT de las curvas I-V experimentales. Su valor se toma al 50 % de la transición.



- $T_c$  a 4 puntos. Esta es la temperatura crítica del TES calculada a partir de medidas experimentales midiendo la resistencia en función de la temperatura.

#### **1.2.3.8 Get G(T)**

De acuerdo con el modelo fijado del ajuste de P-Tbath, el usuario tiene la opción de conocer el valor de G a cualquier temperatura.

#### **1.2.4. TF Superconductor**

Por razones de los pasos que se dan en el análisis, es necesario cargar una función de transferencia del TES en estado superconductor. Esta función de transferencia presentará un recorrido típico de una U invertida en la representación del plano complejo. Se suele tomar una función de transferencia adquirida a bajo  $I_{bias}$  pero sin llegar a 0.

##### **1.2.4.1 Load TF in Superconductor State (TFS)**

El usuario deberá de seleccionar una función de transferencia que pertenezca al TES en estado superconductor. Para ello, se aconseja que en el archivo figure una corriente muy baja para asegurar el estado superconductor. El software realizará una representación de esta función de transferencia y preguntará al usuario si ésta es válida como TF en estado superconductor.

##### **1.2.4.2 Check TFS**

El software realizará una representación de esta función de transferencia y preguntará al usuario si ésta es válida como TF en estado superconductor.

##### **1.2.4.3 Load Noise in Superconductor State (TFS)**

El usuario deberá de seleccionar un archivo de ruido que pertenezca al TES en estado superconductor. Para ello, se aconseja que en el archivo figure una corriente muy baja para asegurar el estado superconductor. El software mostrará una estimación del modelo de Ruido.

##### **1.2.4.4 Check Superconductor State Noise**

El software realizará una representación de Ruido y mostrará una estimación del modelo de Ruido.

#### **1.2.5. TF Normal**

La función de transferencia en estado normal se utilizará para calcular el valor de L a partir de ésta y la función de transferencia en estado superconductor.

#### 1.2.5.1 Load TF in Normal State (TFN)

El usuario deberá de seleccionar una función de transferencia que pertenezca al TES en estado normal. Para ello, se aconseja que en el archivo figure una corriente muy alta, o a una temperatura superior a la temperatura crítica, para asegurar el estado normal. El software realizará una representación de esta función de transferencia y preguntará al usuario si ésta es válida como TF en estado normal.

#### 1.2.5.2 Check TFN

El software realizará una representación de esta función de transferencia y preguntará al usuario si ésta es válida como TF en estado normal.

#### 1.2.5.3 Load Noise in Normal State

El usuario deberá de seleccionar un archivo de ruido que pertenezca al TES en estado normal. Para ello, se aconseja que en el archivo figure una corriente muy alta para asegurar el estado superconductor. El software mostrará una estimación del modelo de Ruido.

#### 1.2.5.4 Check Normal State Noise

El software realizará una representación de Ruido y mostrará una estimación del modelo de Ruido.

**Nota importante:** Por convenio, los archivos asociados con TF y Ruido en estado normal y superconductor llevarán en su nombre `_IbXXuA_YYmK_BZZuA` para saber a qué corriente de Bías, temperatura de baño y corriente en la bobina se han tomado.

### 1.2.6. Z(w)-Noise Analysis

#### 1.2.6.1 Z(w) Derived L

El valor de la autoinducción del circuito se puede estimar a partir de las funciones de transferencia en estado normal y superconductor. El valor de L se utiliza en el análisis posterior para el cálculo de  $\alpha$ ,  $C$ ,  $\tau_{eff}$ ,  $\beta$ .

#### 1.2.6.2 Fit Z(w)-Noise to ElectroThermal Model

Llegados a este punto, los datos registrados de funciones de transferencia y ruido van a ser ajustados a un modelo electro-térmico y de ruido. En la versión actual el modelo electro-térmico es de un bloque y el modelo de ruido es el modelo de Irwin. Los valores de G y T no son fijos, sino que dependen del valor de Rn (diferencia con respecto a versiones anteriores donde G y T eran fijos para todos los casos).

Antes de comenzar a cargar los archivos que vamos a utilizar, el usuario podrá seleccionar entre adquiridos por el DSA (Digital Signal Analyzer, HP); la tarjeta de adquisición de datos, PXI o por el anterior seleccionado (si ya lo había hecho con anterioridad). Tanto en los archivos de las funciones de transferencia como en los ruidos la corriente a la que fueron adquiridos

queda reflejada en el nombre del archivo, por lo tanto esta corriente será corregida con el Offset de corriente que se haya estimado en la corrección de las curvas I-V. A continuación, el software preguntará si queremos representar las funciones de transferencia durante el proceso de carga y ajuste. El usuario podrá ajustar el rango de frecuencias a las que se realizará el ajuste. El proceso se repetirá para el caso de I<sub>bias</sub> negativo. Al finalizar la carga y el ajuste, el programa ofrece la posibilidad de eliminar algunas de estas funciones de transferencia para el posterior análisis. La evolución de los parámetros térmicos del modelo serán representados junto con sus barras de error.

Los ajustes al modelo electro-térmico que produzcan valores de  $\alpha_i$  o  $C$  negativos serán marcados como datos filtrados y no se representarán. De la misma forma si el modelo produce valores porcentuales de  $R_n$  fuera del rango [0-1] serán descartados.

### 1.2.7. Critical Currents

En este menú se lleva a cabo la importación de los archivos que permitirán visualizar las corrientes críticas en función del campo magnético aplicado a distintas temperaturas.

#### 1.2.7.1 Import Critical Currents

El software pedirá al usuario que indique en qué carpeta debe de buscar para la importación de los archivos que permitirán visualizar las corrientes críticas en función del campo magnético aplicado a distintas temperaturas. Los archivos de corrientes críticas serán almacenados durante el proceso de adquisición en una carpeta nombrada como Barrido\_Campo.

### 1.2.8. Field Scan

En este menú se lleva a cabo la importación de los archivos que permitirán visualizar el voltaje máximo en función del campo magnético en un punto de operación específico del TES a distintas temperaturas.

#### 1.2.8.1 Import Field Scan

El software pedirá al usuario que indique en qué carpeta debe de buscar para la importación de los archivos que permitirán visualizar el voltaje máximo en función del campo magnético en un punto de operación específico del TES a distintas temperaturas. Los archivos de escaneo del campo serán almacenados durante el proceso de adquisición en una carpeta nombrada como Barrido\_Campo.

*Opciones generales de botón derecho del ratón:* Un menú para guardar la figura corriente se habilita pinchando sobre el exterior de las figuras (fondo gris). Al aceptar, se genera una nueva figura replicando la actual y un cuadro de diálogo (opcional) para guardar la figura en formato *jpg*. Además, la nueva figura podrá ser guardada en el formato que el usuario desee usando los propios menús de File → Save As.

En caso de haber cargado un análisis previo, permitirá comprobar los ajustes o re-analizarlo con nuevos parámetros.

### **1.3. Re-Analyze Loaded TES**

Este módulo permite el re-análisis de un TES que ya ha sido analizado anteriormente. El usuario tendrá que cambiar los parámetros que considere y se procede de forma automática a realizar cada paso. (Pendiente el que se puedan analizar un conjunto de TES).

### **1.4. Save TES Data**

Todos los TES cargados pueden volver a guardarse. Si se ha realizado un re-análisis conviene guardarlo con un nombre distinto del original para poder realizar comparaciones entre ambos (ver Menú “Macro”).

Estos análisis serán guardados en un archivo “\*.mat”.

## 2. Plot

Este menú se habilita cuando los TES cargados están ya analizados.

### 2.1. Plot RTs Set

Representación de las gráficas R versus T derivadas de las curvas I-V cargadas. De esta representación se obtiene un valor de la temperatura crítica del TES estimada al 50 % de la transición.

### 2.2. Plot RT 4 Points

Este submenú estará habilitado siempre y cuando los datos del TES estén incluidos en la base de datos ZarTESDB. Con esto en mente, se representan los datos de R versus T obtenidos mediante la técnica de 4 puntos.

### 2.3. Plot NKGt set

Permite la visualización de las gráficas de las que se determinan los parámetros térmicos del TES.

*Opciones de botón derecho del ratón:* Pinchando el fondo de una de las gráficas se habilita un menú con las opciones de: Show (Positive/Negative/All); Activate/Deactivate error bars; Hide/Show Negative Ibias Data, Export Graphic Data (produce un archivo txt con el contenido de esa gráfica); Save Graph; Link all x axes (Opción que hace que todas las gráficas estén afectadas a la vez por el zoom en el eje x; Change X axes limits, permite variar los límites del eje x; Change Y axes limits, permite variar los límites del eje y).

### 2.4. Plot ABCT set

Representación de los parámetros  $C$ ,  $\tau_{eff}$ ,  $\alpha_i$ , y  $\beta_i$  con respecto a  $R_n$ .

*Opciones de botón derecho del ratón:* Pinchando sobre un punto de la gráfica, se mostrará su origen, es decir a qué punto corresponde de Ibias, y opciones entre las que se encuentra el filtrado de ese punto. Además, si pinchamos sobre el fondo del gráfico (no sobre puntos), se muestra otro submenú para poder visualizar las barras de error de los parámetros análogo al de “Plot NKGt set”.

### 2.5. Plot TF vs Tbath

Produce una serie de gráficas visualizando las  $Z(w)$  en función de la  $R_n(\%)$ . Una vez que se muestran las gráficas de TF vs Tbath, el software ofrece la posibilidad de graficar la parte real y la parte imaginaria de  $Z(w)$  vs frecuencia para el rango de  $\%R_n$  seleccionado.

### 2.6. Plot Noise vs Tbath

De forma análoga a “Plot Noise vs Tbath” visualizará los diferentes ruidos adquiridos en función de  $R_n(\%)$ .

## 2.7. Plot TES Data

El usuario podrá seleccionar la representación de cualquier parámetro con respecto a  $T_{bath}$ , respecto a  $R_n(\%)$  o respecto a cualquier otro parámetros a elección.

*Opciones de botón derecho del ratón:* Pinchando sobre un punto de la gráfica cuando se representa un parámetro vs  $\%R_n$ , se mostrará su origen, es decir a qué punto corresponde de  $I_{bias}$ , y opciones entre las que se encuentra el filtrado de ese punto. Pinchando el fondo de una de las gráficas se habilita un menú con las opciones de: Show (Positive/Negative/All); Activate/Deactivate error bars; Hide/Show Negative  $I_{bias}$  Data, Export Graphic Data (produce un archivo txt con el contenido de esa gráfica); Save Graph; Link all x axes (Opción que hace que todas las gráficas estén afectadas a la vez por el zoom en el eje x; Change X axes limits, permite variar los límites del eje x; Change Y axes limits, permite variar los límites del eje y).

## 2.8. Plot Critical Currents

Representación de las corrientes críticas en función del campo magnético aplicado a distintas temperaturas.

## 2.9. Plot Field Scan

Representación del voltaje máximo en función del campo magnético aplicado a distintas temperaturas.

# 3. Macro

Este menú se habilita cuando hay al menos 2 análisis cargados o en curso. Permite la comparación entre análisis de varios TES a la vez. Las gráficas producidas en el menú “Macro” heredan las opciones de botón derecho del ratón de las gráficas del menú “Plot”.

# 4. Summary

En este menú se accede a dos submenús.

## 4.1. Z(w)-Noise Viewer

Es un interfaz para la visualización del análisis de Z(w)-Ruido. El usuario puede hacer uso de las flechas del teclado para avanzar o retroceder en la visualización de las diversas Z(w) y Ruidos. Además cuenta con opciones extras al hacer click sobre las gráficas con el botón derecho del ratón en ambas gráficas.

## 4.2. Word Graphical Report

Es un asistente para la generación de un archivo Word en el que se incluyen un resumen del análisis corriente y otros datos del TES que se está analizando. En esta versión del Analyzer, la base de datos tiene un papel importante aportando los datos de dimensiones y espesores tanto

de la bicapa como de la membrana y absorbente. Además, los datos del circuito, parámetros térmicos, curvas I-V, gráficas  $Z(w)$ , funciones de transferencia en estado normal y superconductor, ruidos en estado normal y superconductor, ruidos en función del porcentaje de  $R_n$ , las gráficas RT y las RT medidas por 4 puntas (si están en la base de datos), la reconstrucción de las  $Z(w)$  a partir de las I-V adquiridas, la gráfica de la búsqueda del campo óptimo, resultados de la resolución de base (BaselineRes), la estimación del M phonon y el M Johnson.

## 5. Options

Desde este menú se accede a las opciones de visualización de ciertos parámetros relacionados con el modelo de ajuste P vs T; el modelo electro-térmico de ajuste; y las opciones para realizar el informe del análisis realizado.

La adquisición de los datos se lleva a cabo mediante dos aparatos de medida: un Digital Signal Analyzer (HP), y una tarjeta de adquisición de datos (PXI). No se garantiza que siempre se disponga de datos adquiridos con ambos instrumentos, sin embargo el interfaz nos permitirá poder decidir cuales de ellos queremos utilizar para el análisis. En versiones más avanzadas se espera poder prescindir del HP.

Respecto a las opciones que presenta la aplicación del modelo electro-térmico, se permite considerar 2 bandas espectrales, una de baja y otra de alta frecuencia, para la estimación de los ruidos Phonon y Johnson respectivamente. Dentro de las opciones también se encuentran estrategias de filtrado de la señal de ruido para realizar un mejor ajuste del modelo.

## 6. Help

Finalmente, en este menú se accede a esta guía de usuario y a los patrocinadores que han hecho posible el desarrollo de este interfaz gráfico.

## 7. Actualizaciones

En este apartado se describen las modificaciones sustanciales que han sido realizadas y las que han dado lugar a las diferentes versiones del software.

- Version 3.0
- Version 4.0

Actualización referente al núcleo del software. La importancia del cambio de versión viene dada por la generación de estructuras que hace incompatible los resultados obtenidos con la versión anterior en la nueva versión. Esta inclusión de estructuras hace que el software sera mucho más modular y adaptativo.

Actualización referente al apartado de centrado de las curvas IV. Se dispone de tres métodos de centrado de las curvas IV:

- “Forced zero-zero”: Cada curva IV se trata por separado de forma que se desplaza al origen asumiendo que el valor de intensidad más bajo es el cero.

- “Norm-sup crossing point”: Basado en una curva IV en estado normal (adquirida a una temperatura 1.5 veces mayor que la temperatura crítica) que será la encargada de centrar al resto de curvas. El método se aplica por un lado al conjunto de curvas de bias positivo y por otro lado al conjunto de curvas de bias negativo.
- “Set Offset manually”: Por características del equipo de adquisición, la corriente mínima que es capaz de proporcionar el generador hace que se tenga que tener en cuenta un Offset para la corrección de las curvas IV en el eje horizontal. Desde este método se puede asignar este valor de forma manual. Es de importancia apuntar que el método de “Norm-sup crossing point” una vez que corrige las curvas obtiene el valor del Offset en corriente también.

#### ■ Version 4.1

Actualización referente al ajuste de ruidos. En esta versión se ha añadido el reanálisis de ruidos desde las gráficas “Plot TES Data”. Una vez allí, cada punto podrá ser reanalizado variando de forma manual las bandas utilizadas para baja y alta frecuencia. Es importante hacer notar que ese cambio de bandas únicamente afectará a ese punto en particular, dejando al resto de análisis como estaba en un principio.

Actualización referente a la estimación de ruido eléctrico. En versiones anteriores el ruido eléctrico se ha considerado como un valor constante  $3 \cdot 10^{-12} A/Hz^{0.5}$ . Sin embargo, la estimación del ruido eléctrico se puede hacer variable con la frecuencia, por lo tanto dejará de ser constante para ser un vector de valores.

Actualización referente a las técnicas de filtrado de la señal de ruido. En versiones anteriores el filtrado de la señal de ruido se realizaba mediante la aplicación de un filtro de mediana “medfilt1”. A partir de esta versión se incorporan más técnicas de filtrado: “nofilt” (no filtrar); “minfilt” (quedarse con los valores mínimos dentro de una ventana móvil); “minfilt+medfilt” (técnica mixta entre filtro de mínimo más filtro de mediana); “movingMean” (filtro de media móvil); “quantile” (filtro de aplicación de un umbral entorno a un cuartil según la distribución de los puntos en una ventana).

Actualización referente a la estimación del ruido eléctrico del circuito. En esta nueva versión se puede habilitar la opción de estimar el ruido a partir de un archivo de ruido experimental en estado normal o bien a partir de ese archivo mediante un modelo de ruido.

#### ■ Version 4.4

Actualización referente a la corrección de curvas I-V. En esta versión se han añadido técnicas de corrección de curvas I-V entre las que destacan cambios de amplitud de la salida debido al SQUID.

Actualización referente al set de curvas I-V. En esta versión se ha añadido la posibilidad de guardar el set de curvas I-V una vez corregidas en formato de estructura compatible con versiones anteriores.

**Actualización importante** referente a ciertas funciones de ajuste en Matlab. A partir de la versión de Matlab R2020a la función *goodnessOfFit* devuelve el parámetro de



error, en lugar de  $R^2$ , es decir, un ajuste perfecto nos devolverá un valor 0, mientras que esperabamos obtener un valor de 1. Esto obliga a añadir una verificación de la versión sobre la que se está utilizando el software.