

MAESTRÍA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

**COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO DE TRES DISTRIBUCIONES
TIEMPO FRECUENCIA PARA EL ANÁLISIS DE LA
VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA
DURANTE LA MANIOBRA DE VALSALVA**

Ing. Raquel Gabriela Ramos Martínez

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
IZTAPALAPA**

CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

TESIS

MAESTRÍA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

**COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO DE TRES DISTRIBUCIONES
TIEMPO-FRECUENCIA PARA EL ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD
DE LA FRECUENCIA CARDIACA DURANTE LA MANIOBRA DE
VALSALVA**



Raquel Gabriela Ramos Martínez
94347672

Tutor: Dra. Verónica Medina Bañuelos.
Asesor: Dr. Salvador Carrasco Sosa.

México, D.F. Diciembre de 1996

8. APÉNDICES	56
A1 Transformada de Hilbert.....	56
A2. Cálculo de las distribuciones para la serie de intervalos RR.....	57
A3. Señales de prueba para cada distribución.....	62
A4. Descripción de la señal en el tiempo.....	65
A5. Descripción del gráfico tiempo-frecuencia.....	69
A6. Descripción de la potencia total.....	78
A7. Descripción de la pendiente de la relación logaritmo de la potencia-logaritmo de la frecuencia (Beta).....	84
A8. Descripción de la relación baja/alta.....	90
A9. Descripción del componente de altas.....	95
A10. Descripción del componente de baja global.....	101
A11. Descripción de los componentes de muy bajas, bajas e intermedias.....	107
9. GLOSARIO	114

1. PREFACIO

Cuando uno estudia ingeniería biomédica, aquí en un país como México, a veces no se tiene idea de los conocimientos que puede adquirir en áreas al parecer tan nuevas y extrañas. Uno se imagina en un ambiente hospitalario supervisando y auxiliando para que el funcionamiento en el hospital se lleve a cabo de la mejor manera.

Pero existen personas que no están en hospitales, que les gusta la investigación, que están presentes tratando de desarrollar herramientas que vayan mas allá de lo subjetivo y ese, es mi caso.

Así pues, se presenta la aplicación de una herramienta de procesamiento digital de señales, análisis tiempo-frecuencia, en un estudio fisiológico, maniobra de Valsalva, para valorar el comportamiento del sistema nervioso autónomo. La presente tesis se desarrolla de la manera descrita a continuación.

En la introducción, se hace referencia a los estudios que se han realizado para el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca así como su relación con el comportamiento del sistema nervioso autónomo. Este exámen se ha realizado con métodos clásicos de descomposición espectral como la transformada de Fourier o métodos autorregresivos y en trabajos más recientes se han aplicado técnicas para tratar de interpretar la parte no lineal de las series de intervalos. Todos estos métodos, sin embargo, tienen la premisa de usar señales estacionarias que si bien son una importante herramienta para vislumbrar las características en frecuencia de las señales ellos no determinan la relación temporal en que se presentan estos componentes. Y es así como en los últimos años se han desarrollado técnicas para tener la información distribuida de tiempo y frecuencia.

Justamente, el marco teórico nos permite introducirnos al conocimiento de este tipo de análisis que son las distribuciones o representaciones tiempo-frecuencia, sus fundamentos propiedades y aplicaciones. Del conjunto de estas representaciones, se toman tres como las más representativas y se exponen sus características, así el espectrograma, la distribución de Wigner y la distribución exponencial de Choi-Williams son utilizadas para el análisis de las series de tiempo de los intervalos RR de un electrocardiograma, durante una situación fisiológica que presenta interesantes cambios cardiovasculares como es la maniobra de Valsalva. Para la aplicación de las distribuciones tiempo-frecuencia y realizar un análisis comparativo entre ellas, en el capítulo 4 se realiza una explicación del procedimiento llevado a cabo en este estudio.

En el capítulo 5 se presentan los resultados obtenidos del comportamiento de las tres distribuciones en cada uno de los sujetos durante sus estudios.

Las conclusiones generales de los resultados se encuentran en el capítulo 6. Es importante sentir que esta tesis puede abrir camino hacia otros estudios, por lo que se presentan los resultados de aplicar análisis tiempo-frecuencia a otras variables fisiológicas de conducta interesante, como son la amplitud respiratoria y las presiones arteriales sistólica, diastólica y media.

En los últimos capítulos se presenta la bibliografía consultada, apéndices y un breve glosario, respectivamente.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. ANTECEDENTES FISIOLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA

Desde hace una década la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) de seres humanos y animales de experimentación, ha sido y es motivo de estudio en varias áreas del conocimiento biológico como son: la fisiología, la farmacología y la clínica. Tal interés se debe en parte a su potencialidad como una herramienta no invasiva, confiable y de valoración cualitativa-cuantitativa, por un lado de la actividad de las dos divisiones del sistema nervioso autónomo y por otro de la función y el control del sistema cardiovascular, en una escala de tiempo de segundos a minutos.

A partir de la excelente revisión de publicaciones, sobre estudios de la variabilidad de la frecuencia cardiaca, realizada por Van Ravenswaaij-Arts y Cols. (1) se puede derivar la enorme importancia actual que tiene este tema en los campos de la fisiología y la clínica. Este autor revisó 163 artículos publicados en el lapso de 1988-1993, y concluye que la variabilidad de la frecuencia cardiaca es una herramienta valiosa para investigar la función del sistema nervioso autónomo simpático y parasimpático.

La variabilidad de la frecuencia cardiaca involucra una interacción compleja entre varios mecanismos para mantener la frecuencia cardiaca dentro de límites normales (2,3). Estos mecanismos están mediados por el sistema nervioso autónomo. El desarrollo de métodos para el registro continuo de frecuencia cardiaca en humanos, en combinación con análisis computacional de señales, ha permitido la investigación de esta variabilidad

En algunos casos, la variabilidad ha sido estimada por índices estadísticos como la desviación estándar o el coeficiente de variación (4,5); sin embargo, patrones muy diferentes de la variabilidad de la frecuencia cardiaca pueden producir el mismo valor numérico con estos indicadores. Esto tendrá como resultado una pérdida importante de información que concierne a los mecanismos de control. Estos índices son incapaces de reflejar en forma confiable el balance sistema nervioso parasimpático-simpático (6).

El análisis espectral de la VFC ha sido utilizado para explorar los mecanismos dinámicos de control en el sistema cardiovascular (6,7,8,9,10). Ha sido demostrado que las oscilaciones armónicas en la frecuencia cardiaca están concentradas en al menos dos regiones espectrales distintas. Una está referida como alta frecuencia (0.15 a 0.50 Hz.), siendo la respiración (arritmia respiratoria) su principal estímulo producto de la ritmicidad y se encuentra mediada solamente por niveles de cambio de la actividad del sistema nervioso parasimpático (8). Este componente aumenta en humanos por maniobras como respiración controlada, estimulación fría de la cara y rotacional, condiciones en las cuales se conoce que hay un aumento en la actividad vagal. Sólo el bloqueo farmacológico parasimpático disminuye la amplitud del componente de la banda de alta frecuencia. El otro componente es el de bajas frecuencias (0.01 a 0.15 Hz.), y se encuentra mediado por la actividad de ambos sistemas simpático y parasimpático (8,10). El componente bajo incluye un pico centrado cerca de 0.1 Hz., referido como ondas de Mayer, (8,10) se cree que representa variaciones en la presión sanguínea causadas por las oscilaciones del tono vascular periférico y otros asociados a actividades del sistema renina-angiotensina y

termorregulatoria (11). Este esquema ha sido confirmado por métodos farmacológicos (12,13) y fisiológicos (10,14).

La relación componente bajo sobre componente alto se ha encontrado que es un índice sensitivo de la actividad del simpático por un lado, además esta relación valora el balance simpático-vagal que parece reflejar con precisión la distribución fraccional de la potencia a lo largo de la frecuencia (8,12).

En la clínica y sobre todo en la cardiología, dado que un número importante de enfermedades se acompañan de alteraciones en el funcionamiento del sistema nervioso autónomo, es donde el estudio de la variabilidad de la frecuencia cardiaca ha encontrado su principal aplicación y utilidad práctica, tanto con fines de diagnóstico como de pronóstico de mortalidad (15,16,17,18). En todas ellas se ha encontrado un patrón caracterizado por una disminución de la variabilidad de la frecuencia cardiaca, pérdida de la complejidad de la señal (se hace más regular) y supresión de todos los componentes del espectro.

2.2. MÉTODOS DE ANÁLISIS CLÁSICOS

En general, tanto los trabajos clínicos como fisiológicos, emplean métodos autorregresivos (2,8,14) o la transformada de Fourier (16,19,20) para la obtención del espectro de la variabilidad de la frecuencia cardiaca, en intervalos de tiempo que pueden ir desde pocos minutos hasta 24 horas (estudios de Holter). La premisa fundamental de la que se parte en ellos es que la señal bajo estudio es estacionaria.

Como es conocido el análisis estándar de Fourier permite descomponer una señal en sus componentes individuales de frecuencia y establece la intensidad relativa de cada componente. La transformada de Fourier es un método matemático que cambia (transforma) datos de una cantidad que cambia con el tiempo a una amplitud que varía sobre un rango de frecuencias. Otra manera de ver la transformada de Fourier es que ésta ajusta ecuaciones armónicas a datos que varían en el tiempo, produciendo los componentes en frecuencia de la señal original. Cada componente tiene una fase y una magnitud. La función inicial del tiempo es frecuentemente llamada $x(t)$ y la función resultante en frecuencia $X(\omega)$. Si las unidades de t son segundos, las unidades de ω serán seg^{-1} o Hz. Como $x(t)$ es una función del tiempo, se refiere en el *dominio del tiempo*. $X(\omega)$ es una función de frecuencia, y entonces se encuentra en el *dominio de la frecuencia*. Bajo condiciones apropiadas, la transformada describe completamente los datos aunque no brinda una interpretación fácil de información acerca de la localización en tiempo de los componentes espectrales. Salvo la introducción de distorsión en el proceso, la transformada de Fourier es reversible, esto es: $x(t) \rightarrow X(\omega)$ y $X(\omega) \rightarrow x(t)$. Ambas funciones son dos maneras de visualizar los datos.

Mientras las funciones continuas son transformadas utilizando transformadas continuas, los datos muestreados discretamente requieren la *transformada discreta de Fourier* (TDF). La *transformada rápida de Fourier* (FFT) es solamente un algoritmo para el cálculo de la TDF que incrementa la velocidad computacional.

La resolución en frecuencia de la TDF depende del número de muestras (N) y del intervalo de muestreo (Δt), y es $1/(N\Delta t)$. Cuando $x(t)$ es real, $X(\omega)$ es una función par. Los datos fisiológicos generalmente solo involucran números reales. La siguiente ecuación muestra cómo recobrar los datos en el dominio del tiempo discreto $x(n)$ a partir de la

transformada discreta $X(k)$. Además ilustra que la TDF $X(k)$ puede ser visualizada como una serie de osciladores (21).

$$x(n) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k)(\cos(2\pi kn / N) + i \operatorname{sen}(2\pi kn / N))$$

La potencia en una banda de frecuencia dada se define como

$$P_x(\omega) \equiv |X(\omega)|^2 + |X(-\omega)|^2$$

donde $|X(\omega)|$ representa la magnitud de $X(\omega)$. Para datos reales $|X(\omega)| = |X(-\omega)|$ y

$$P_x(f) = 2|X(\omega)|^2$$

La estimación de densidad espectral de potencia (DEP), o simplemente el espectro de procesos discretos determinísticos y estocásticos, se basa generalmente en procedimientos que emplean la transformada rápida de Fourier. Esta aproximación al análisis del espectro es computacionalmente eficiente y produce resultados razonables para un gran número de procesos de señales. A pesar de estas ventajas hay varias limitaciones inherentes de funcionamiento con la aproximación FFT. La limitación más importante es la resolución en frecuencia, es decir, la habilidad para distinguir la respuestas espectrales de dos o más señales. Una segunda limitación se debe al ventaneo implícito de los datos que ocurre cuando se realiza el procesamiento con la FFT. El ventaneo se manifiesta como una “fuga” en el dominio espectral, es decir, la energía en el lóbulo principal de la respuesta espectral “se fuga” hacia los lóbulos laterales, obscureciendo y distorsionando otras respuestas espectrales que están presentes. De hecho, las débiles respuestas del espectro de la señal pueden ser enmascaradas por lóbulos laterales de respuestas espectrales más fuertes. Una selección cuidadosa de ventanas de datos puede reducir la fuga de lóbulos laterales, pero siempre a expensas de resolución reducida (22). La otra estimación de la DEP, basada en la aproximación directa vía una operación de FFT en los datos, es la que se refiere típicamente como periodograma (23).

La mayor desventaja de estimadores basados en la FFT del espectro de potencia cuando se comparan con técnicas alternas incluyen la falta de una resolución fina en frecuencia y el error de truncación (fuga espectral). Esto puede ser minimizado cuando un espectro estable puede ser muestreado por un periodo suficientemente largo. Las ventanas de datos en el dominio del tiempo reducen el error de truncación a expensas de la resolución en frecuencia. Incrementando el número de datos se mejora la resolución en frecuencia de la FFT. Dado un tamaño de muestreo suficiente para resolver las bandas de frecuencia de interés, la resolución no debe ser un punto en disputa en la selección del espectro de potencia basado en la FFT o en técnicas de estimación alternativas. Mientras no exista una consideración concisa acerca de la mejor técnica de estimación espectral para el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, se escoge la FFT de un conjunto largo de datos que puede resultar una buena técnica (22).

Por otra parte, existe el análisis paramétrico como el método autorregresivo de covarianza modificada que es uno de los más efectivos y satisfactorios. La resolución en tiempo está dada por la duración de la secuencia de datos y no afecta, en principio, la resolución en la frecuencia. Sin embargo una longitud de datos corta da como resultado una pobre estimación espectral. Además si la señal es no estacionaria, escoger el orden del modelo es un paso crítico (22,24).

Otro método utilizado es el algoritmo secuencial recursivo rápido de mínimos cuadrados el cual es confiable para la estimación de la DEP de señales que no varíen considerablemente con el tiempo. La resolución es aproximadamente igual a la duración de la ventana y empíricamente se estima como $L = -1/\ln(\lambda)$, donde λ es el factor de olvido. En este método existe un compromiso entre la resolución en tiempo y la estabilidad (22,24).

Los autorregresivos (y técnicas relacionadas a la estimación del espectro) pueden producir resolución en frecuencia más fina y con pocos datos tienden a no tener problemas con error de truncación. Sin embargo, el procedimiento muchas veces depende de ciertas suposiciones realizadas acerca de la naturaleza del proceso que produce a la señal. Los resultados pueden ser marcadamente diferentes a partir de los mismos datos, dependiendo de las suposiciones hechas. Sin la especificación del algoritmo y del orden del modelo y el criterio para la selección del orden del modelo, es imposible intentar duplicar el estudio, menos aún comparar los resultados de éste con otros. La proliferación de técnicas indican que existen dificultades significantes involucradas en dar representaciones exactas del espectro de potencia, especialmente para conjunto de datos cortos. Algunas limitaciones de la estimación espectral AR incluye el efecto degradante del ruido en observaciones, picos falsos y algunos efectos anómalos que ocurren cuando los datos están dominados por componentes senoidales (21,22).

2.3. ANÁLISIS NO LINEAL

Kobayashi y Musha (25) y, posteriormente, Saul y Cols. (9) demostraron que la variabilidad de la frecuencia cardíaca a largo plazo está caracterizada por un espectro de Fourier de banda ancha y no plano. Este tipo de espectro, en el cual el logaritmo de la potencia espectral se incrementa linealmente como una función inversa de la frecuencia, es llamado un espectro $1/f^\beta$, donde β es la pendiente de la regresión log Pot-log frec. Recientemente, Lipsitz y Cols. (26) usaron este espectro para indicar sobre todo cambios en la complejidad del sistema cardiovascular. Con la edad, por ejemplo, la pendiente, β , es más empinada, indicando una pérdida selectiva en los componentes de alta frecuencia de la regulación de la frecuencia cardíaca (26).

Se publicó la evidencia de que las fluctuaciones armónicas de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, que reflejan las contribuciones relativas de las actividades del sistema nervioso parasimpático y simpático en la frecuencia de disparo del nodo senoatrial, se encuentran en un componente $1/f^\beta$, inclusive en una colección corta de datos (11,27,28).

Al mismo tiempo que ocurren cambios en la actividad del sistema nervioso parasimpático y simpático existe también un cambio en el componente no armónico indicado por la distancia fractal (DF). A partir del valor de β , la DF o dimensión fractal es calculada como $DF = 2/(\beta - 1)$ para $1 < \beta \leq 3$. Para $\beta > 3$ la DF es igual a 1 y cuando $\beta \leq 1$ la DF toma el valor de infinito. Las reducciones en la complejidad cardiovascular (una pendiente β mayor o DF reducida) han sido observadas con el incremento en la edad (26), en patologías cardiovasculares (muerte cardíaca súbita) (7,29) y durante stress ortostático (30).

De acuerdo con esto, la reducción en la DF es compatible con una pérdida de complejidad del sistema. Los mecanismos responsables de la reducción de la complejidad bajo varias condiciones no han sido identificados. Esto ha sugerido que la DF, refleja, de alguna forma, el número de retroalimentación-antetroalimentación de los mecanismos de

control cardiovascular (31). Los datos obtenidos bajo condiciones de stress ortostático soportan la hipótesis que la mayor retroalimentación de los barorreceptores pueden hacer la respuesta menos compleja. El sistema de control cardiovascular aparece como una función más eficiente, cuando existen múltiples entradas a ser procesadas antes de la respuesta efectora del sistema. Con respecto a la frecuencia cardiaca, esto implica que el control es más preciso, cuando hay oscilaciones rápidas, pequeñas dentro de un rango deseado. En contraste, con una DF reducida, el sistema de control cardiovascular puede oscilar lentamente alrededor de la media. Esto puede llevar a una expansión del rango de control deseado, eventualmente llevando a la disfunción del sistema (30).

Para extender la investigación de señales cardiovasculares se examinaron las señales características de variabilidad de presión sanguínea sistólica (VPS) durante stress ortostático(30). Los datos de estos estudios demostraron que la VPS de corto término fue de naturaleza fractal. Sin embargo, a diferencia de la variabilidad de la frecuencia cardiaca, la VPS fue de menor complejidad.

2.4. JUSTIFICACIÓN: NECESIDAD DE UN ANÁLISIS TIEMPO-FRECUENCIA

Existen cuatro razones principales para el análisis espectral de una señal. Primero, por medio de este análisis se puede conocer información acerca de la fuente que produce la señal. Segundo, la propagación de las ondas a través de un medio depende generalmente de la frecuencia. Tercero, el análisis espectral nos brinda información acerca de la forma de onda y naturaleza armónica de las señales. Y finalmente desde otro punto de vista, es una poderosa herramienta matemática para la solución de ecuaciones parciales y ordinarias.

Por otra parte, el estudio de la variación en el tiempo de una señal es fundamental porque permite analizar su evolución. Sin embargo, si queremos conocer mejor la naturaleza de la señal es conveniente estudiar la señal en una representación que reúna el tiempo y la frecuencia.

La densidad de energía en el tiempo y la densidad de energía en la frecuencia por separado no son suficientes para describir la situación física del fenómeno, porque ellas no describen completamente qué es lo que está sucediendo. Por ejemplo, del espectro en frecuencias, podemos conocer qué frecuencias están presentes en una señal, pero no podemos conocer en qué momento estuvieron presentes. Por tanto, el análisis combinado tiempo-frecuencia permite determinar cuáles frecuencias existen a un tiempo particular.

Un ejemplo claro de esta situación lo vemos reflejado en el ejemplo de la figura 2.1, en donde se puede observar señales compuestas de ondas senoidales de duración finita a tres frecuencias diferentes. Las señales tienen el mismo espectro, ya que las tres poseen las tres frecuencias, pero lo que las hace diferentes es precisamente el tiempo en el que aparece cada una de ellas.

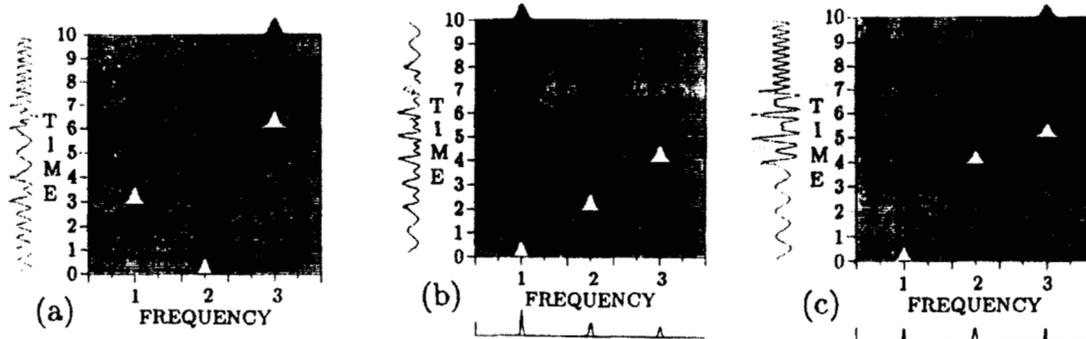


Figura 2.1. Señales compuestas de ondas senoidales de energía finita.

El análisis del habla humana fue la principal razón para el desarrollo práctico del análisis tiempo-frecuencia en los años 40's. El método principal fue y continua siendo la transformada de Fourier de tiempo corto, que dio un nuevo enfoque para la producción y clasificación del habla (figura 2.2).

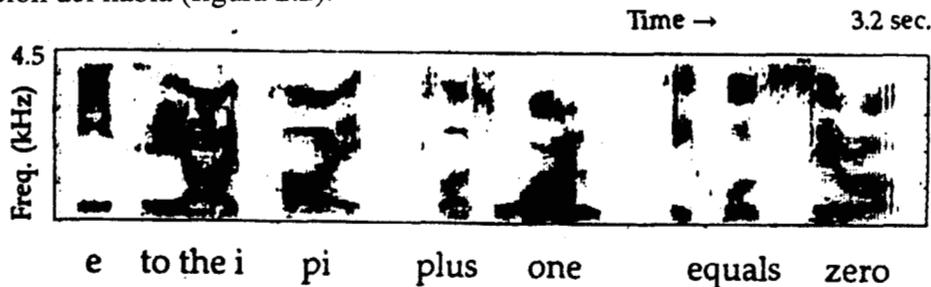


Figura 2.2. Gráfica tiempo-frecuencia de una señal de voz. La expresión es: $e^{i\pi} + 1 = 0$ pronunciada en inglés.

En fin, así como en la voz humana, existen otros tantos en donde ha encontrado su aplicación el análisis tiempo-frecuencia, como ejemplo se puede mencionar la aplicación en biología para identificar sonidos producidos por ballenas y delfines. En física, para conocer la dispersión de ondas acústicas inelásticas. En fisiología, con la noción de que el corazón produce un sonido.

¿Por qué cambia el espectro?. La razón principal es que la producción de frecuencias particulares depende de parámetros físicos que pueden cambiar con el tiempo. Así por ejemplo, cuando hablamos, cambiamos continuamente la forma física de nuestra lengua, boca, nariz, etc. Otra razón por la que el espectro cambia es que la propagación de ondas en un medio depende generalmente de la frecuencia. Esto explica por qué nosotros podemos ver a través del vidrio pero no a través de la madera (32).

En lo que aquí concierne, los trabajos sobre aplicación de técnicas de distribución tiempo-frecuencia al estudio de la variabilidad de la frecuencia cardiaca son muy escasos. La ventaja obvia de este tipo de técnicas sobre las tradicionales es su aplicación a señales no estacionarias. Dentro de este tipo de estudios se tienen aquellos que las han aplicado para observar efectos en la función respiratoria (33), la postura, el flujo sanguíneo, isquemia (34), el sueño. Un sólo trabajo ha sido reportado durante la maniobra de Valsalva (24), pero sólo a manera de ejemplo (un sólo sujeto y sin hacer una descripción precisa de lo

ocurrido durante ella). Por tanto las distribuciones tiempo-frecuencia siguen siendo motivo de investigación en ingeniería biomédica. Dentro de las más estudiadas se tienen, el espectrograma, la distribución de Wigner, la distribución exponencial, la distribución con kernel en forma de cono y la distribución de interferencia reducida, sin embargo, ellas tienen problemas significativos como son la resolución, el costo computacional, la falta de algoritmos para síntesis de la señal y la falta de paquetes hardware-software para su implementación, entre otros.

Por otra parte, a partir de la revisión sobre la fisiología de la maniobra de Valsalva se puede notar que los resultados obtenidos se derivan de mediciones en tiempo, de donde surge el interés de aplicar análisis espectral para valorar el comportamiento del sistema nervioso autónomo en esta situación experimental no-estacionaria.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. REPRESENTACIONES TIEMPO-FRECUENCIA

3.1.1. FUNDAMENTOS

El objetivo de estas representaciones es describir el cambio en el tiempo del contenido espectral de una señal con sus bases físicas y matemáticas de tal forma que pueda ser utilizada como cualquier función de densidad. La idea principal, es pues, representar la densidad de energía de una señal tanto en el tiempo como en la frecuencia, y así poder resolver la fracción de energía a una frecuencia y en un rango de tiempo determinados.

Para ubicar el desarrollo de las propiedades de la representaciones tiempo-frecuencia se parte de considerar las cantidades físicas, por ejemplo cambios de campos electromagnéticos, presión y voltaje, por mencionar algunas, como señales o formas de onda en el tiempo $x(t)$. La señal más simple que varía en el tiempo es la senoide de amplitud constante, a , y frecuencia constante, ω_0 .

$$x(t) = a \cos \omega_0 t$$

Para generalizar la simplicidad de la senoide,

$$x(t) = a(t) \cos \varphi(t)$$

donde la amplitud $a(t)$, y fase, $\varphi(t)$ son funciones arbitrarias del tiempo.

Generalmente se conoce el lado izquierdo de esta última ecuación, y es allí donde comienzan las dificultades debido al interés de conocer la naturaleza de las señales.

Es ventajoso, escribir a la señal en forma compleja

$$x(t) = A(t)e^{j\varphi(t)} = x_r + jx_i$$

El punto central del análisis de señales es conocer la cantidad de energía que posee una señal o bien cuanta energía se necesita para producir dicha señal. Para lo cual se define:

$$|x(t)|^2 = \text{energía o intensidad por unidad de tiempo al tiempo } t \\ \text{(densidad de energía o potencia instantánea)} \\ \text{y}$$

$$|x(t)|^2 \Delta t = \text{fracción de energía en el intervalo del tiempo } \Delta t \text{ al tiempo } t$$

si $|x(t)|^2$ es la energía por unidad de tiempo, entonces la energía total es obtenida integrando sobre el tiempo total.

$$E = \int |x(t)|^2 dt$$

para señales con energía finita, sin pérdida de generalidad, la energía total es igual a uno.

Análogamente en términos de frecuencia se define

$$|X(\omega)|^2 = \text{energía o intensidad por unidad de frecuencia a } \omega \\ \text{(densidad de energía espectral)} \\ \text{y}$$

$$|X(\omega)|^2 \Delta \omega = \text{fracción de energía en el intervalo de frecuencia } \Delta \omega \text{ a la frecuencia } \omega.$$

si $|X(\omega)|^2$ es la densidad de energía por unidad de frecuencia, entonces la energía total es obtenida integrando sobre todas las frecuencias.

$$E = \int |X(\omega)|^2 d\omega$$

Debido a que la energía total de la señal es independiente del método utilizado para calcularla se puede expresar como

$$E = \int |x(t)|^2 dt = \int |X(\omega)|^2 d\omega$$

Esta identidad es conocida como el teorema de Parseval.

Como la meta fundamental es tener una función conjunta de tiempo y frecuencia que represente la energía o intensidad por unidad de tiempo por unidad de frecuencia se define,

$$P(t, \omega) = \text{intensidad al tiempo } t \text{ y frecuencia } \omega$$

o

$$P(t, \omega) \Delta t \Delta \omega = \text{fracción de la energía en la 'célula' tiempo-frecuencia } \Delta t \Delta \omega \text{ a } t, \omega$$

De tal forma que si se suma la distribución de la energía para todas las frecuencias a un tiempo particular se obtendría la energía instantánea, y la suma sobre todos los tiempos a una frecuencia particular daría la densidad espectral de energía. Así pues, idealmente, una densidad conjunta en tiempo y frecuencia deberá satisfacer,

$$\int P(t, \omega) d\omega = |x(t)|^2 = P(t)$$

$$\int P(t, \omega) dt = |X(\omega)|^2 = P(\omega)$$

las cuales son llamadas las condiciones marginales de tiempo y frecuencia.

La energía total de la distribución será la energía total de la señal

$$E = \iint P(t, \omega) d\omega dt = \int |x(t)|^2 dt = \int |X(\omega)|^2 d\omega$$

Una herramienta poderosa para estudiar las distribuciones es la función característica. Si se parte de la premisa que la función característica ($M(\theta, \omega)$) está definida como el valor esperado de $\exp(j\theta t + j\tau \omega)$ entonces la función de distribución puede ser obtenida de $M(\theta, \omega)$ por inversión de Fourier.

$$P(t, \omega) = \frac{1}{4\pi^2} \iint M(\theta, \tau) e^{-j\theta t - j\tau \omega} d\tau d\theta$$

Se puede derivar una distribución a partir de otra por medio de sus funciones características. Una aproximación general para derivar el espectro tiempo-frecuencia es generalizando la relación entre el espectro de potencia y la función de autocorrelación.

De manera general se define la distribución tiempo-frecuencia como:

$$P(t, \omega) = \frac{1}{4\pi^2} \iiint e^{-j\theta t - j\tau \omega + j\theta u} \phi(\theta, \tau) x^* \left(u - \frac{1}{2}\tau\right) x \left(u + \frac{1}{2}\tau\right) du d\tau d\theta$$

donde $\phi(\theta, \tau)$ es una función arbitraria llamada kernel. Esta expresión define un conjunto general de distribuciones tiempo-frecuencia conocido como la clase de Cohen (35). En este caso la función característica queda definida como:

$$M(\theta, \tau) = \int \phi(\theta, \tau) x^* \left(u - \frac{1}{2}\tau\right) x \left(u + \frac{1}{2}\tau\right) du$$

En general el kernel puede depender explícitamente del tiempo y la frecuencia y además también puede ser función de la señal. La cantidad y forma de los términos de interferencia están directamente relacionados a la función kernel la cual identifica la distribución específica. Lo que hace diferente a una distribución de la otra es la representación del kernel correspondiente, además esto le da a cada distribución sus propiedades (35).

Aunque la linealidad de las representaciones tiempo-frecuencia (RTF) es una propiedad deseable, la estructura cuadrática de una RTF es una suposición razonable cuando queremos interpretar a una RTF como la distribución de la energía (o potencia espectral instantánea). Una RTF "energética" $P(t, \omega)$ busca combinar los conceptos de la energía instantánea en el tiempo y la densidad de energía espectral. Idealmente, esta interpretación energética está expresada por las propiedades marginales y como una consecuencia, la energía de la señal puede ser derivada por la integración de $P(t, \omega)$ sobre el plano tiempo-frecuencia entero.

Las propiedades marginales relacionan las integrales tiempo y frecuencia de la RTF con las densidades de energía $|x(t)|^2$ y $|X(\omega)|^2$ respectivamente, pero ellas no garantizan la interpretación de la $P(t, \omega)$ como una "densidad de energía tiempo-frecuencia" en todos los puntos en el plano tiempo-frecuencia.

Aparte de la interpretación "energética" de las RTF cuadráticas existe otra interpretación en términos de las funciones de correlación. Una RTF "correlativa" $P(\tau, \nu)$ busca combinar la correlación temporal $r_x(\tau)$ y la correlación espectral $R_x(\nu)$, las cuales son otra vez representaciones cuadráticas de la señal. Idealmente, esto está expresado por las "propiedades marginales correlativas"

$$P(\tau, 0) = r_x(\tau) = \int x(t + \tau) x^*(t) dt$$

$$P(0, \nu) = R_x(\nu) = \int X(\omega + \nu) X^*(\omega) d\omega$$

nótese que las variables τ y ν en la RTF correlativa $P(\tau, \nu)$ son el retraso de tiempo y el retraso en frecuencia, respectivamente (36).

3.1.2. PROPIEDADES.

En esta sección se analizarán algunas de las propiedades fundamentales de las RTF que serán de particular utilidad en el desarrollo de este trabajo. Un análisis detallado de todas las propiedades de estas representaciones se puede encontrar en (32).

Energía instantánea y espectro. Si $P(t, \omega)$ es una distribución conjunta de la intensidad, debe satisfacer las intensidades individuales de tiempo y frecuencia. Esto es, cuando la frecuencia es integrada se espera tener la energía instantánea $|x(t)|^2$ y similarmente cuando el tiempo es integrado se obtiene la densidad de energía espectral $|X(\omega)|^2$.

Linealidad. Todas las representaciones tiempo-frecuencia lineales satisfacen el principio de superposición o principio de linealidad el cual establece que si $x(t)$ es una combinación lineal de algunos componentes de la señal, entonces la representación tiempo-frecuencia de $x(t)$ es la misma combinación lineal de las representaciones tiempo-frecuencia de cada uno de los componentes de la señal:

$$x(t) = c_1x_1(t) + c_2x_2(t) \Rightarrow Px(t,\omega) = c_1Px_1(t,\omega) + c_2Px_2(t,\omega)$$

La linealidad es una propiedad deseable en cualquier aplicación que involucre señales multicomponentes, que pueden ser representadas como la suma de señales monocomponentes.

$$x(t) = \sum_{k=1}^n x_k(t)$$

donde $x_k(t)$ es un monocomponente de la señal cuya frecuencia instantánea y retardo de grupo corresponden a la misma curva en el plano tiempo-frecuencia.

Corrimientos de tiempo y frecuencia. Al correr la señal por una cantidad t_0 se espera que la distribución total sea trasladada por la misma cantidad, es decir, si $x(t) \rightarrow P(t,\omega)$ entonces $x(t-t_0) \rightarrow P(t-t_0,\omega)$.

Similarmente, si se desplaza el espectro por una frecuencia constante se esperaría que la distribución se desplazará por la misma frecuencia, es decir si $X(\omega) \rightarrow P(t,\omega)$ entonces $X(\omega-\omega_0) \rightarrow P(t,\omega-\omega_0)$.

De manera general, considerando ambos casos, si $x(t) \rightarrow P(t,\omega)$ entonces $e^{j\omega_0 t}x(t-t_0) \rightarrow P(t-t_0,\omega-\omega_0)$.

Promedios globales. El valor promedio de cualquier función de tiempo y frecuencia $g(t,\omega)$ se define como

$$\tilde{g}(t,\omega) = \iint g(t,\omega)P(t,\omega)d\omega dt$$

y si las marginales se satisfacen se garantiza que:

$$\tilde{g}_1(t) + \tilde{g}_2(\omega) = \int g_1(t)|x(t)|^2 dt + \int g_2(\omega)|X(\omega)|^2 d\omega$$

Promedios locales y frecuencia instantánea. Una densidad conjunta tiempo-frecuencia debe satisfacer

$$\tilde{\omega}_t = \frac{1}{P(t)} \int \omega P(t,\omega) d\omega$$

$$\tilde{t}_\omega = \frac{1}{P(\omega)} \int t P(t,\omega) dt$$

La primera expresión corresponde a la frecuencia instantánea, que es en realidad una frecuencia promedio a un tiempo dado, mientras que la segunda ecuación define el tiempo promedio a una frecuencia particular también llamado retardo de grupo.

La dispersión de frecuencias en un tiempo dado y la dispersión de tiempo a una frecuencia dada corresponden a las desviaciones estándares condicionales que se definen como

$$\sigma_{\omega|t}^2 = \frac{1}{P(t)} \int (\omega - \tilde{\omega}_t)^2 P(t,\omega) d\omega$$

$$\sigma_{t|\omega}^2 = \frac{1}{P(\omega)} \int (t - \tilde{t})^2 P(t, \omega) dt$$

Soporte débil y soporte fuerte. Matemáticamente la propiedad de soporte débil se considera como,

$$P(t, \omega) = 0 \text{ para } t \text{ fuera de } (t_1, t_2) \text{ si } x(t) \text{ es cero fuera de } (t_1, t_2)$$

$$P(t, \omega) = 0 \text{ para } \omega \text{ fuera de } (\omega_1, \omega_2) \text{ si } X(\omega) \text{ es cero fuera de } (\omega_1, \omega_2)$$

y la de soporte fuerte

$$P(t, \omega) = 0 \text{ si } x(t) = 0 \text{ para un tiempo particular.}$$

$$P(t, \omega) = 0 \text{ si } X(\omega) = 0 \text{ para una frecuencia particular.}$$

Principio de incertidumbre. El principio de incertidumbre expresa una relación fundamental entre la desviación estándar de una función y la desviación estándar de su transformada de Fourier. De manera particular las desviaciones estándar están definidas por:

$$(\sigma_t)^2 = \int (t - \tilde{t})^2 |x(t)|^2 dt$$

$$(\sigma_\omega)^2 = \int (\omega - \tilde{\omega})^2 |X(\omega)|^2 d\omega$$

donde \tilde{t} y $\tilde{\omega}$ son el tiempo y la frecuencia promedio. El principio de incertidumbre es:

$$\sigma_t \sigma_\omega \geq \frac{1}{2}$$

El principio de incertidumbre para el análisis de formas de onda no afecta el medido de las distribuciones de densidad de energía t-f: en vez de ello dice que si el ancho de banda de una señal es W, entonces la duración efectiva no puede ser menor que aproximadamente 1/W (e inversamente). Es decir, que la forma de onda en tiempo y el espectro en frecuencia no pueden ser simultáneamente pequeños.

El principio de incertidumbre y las uniones tiempo-frecuencia relacionan el producto de las desviaciones estándar de las marginales,

$$(\sigma_t)^2 (\sigma_\omega)^2 = \int (t - \tilde{t})^2 |x(t)|^2 dt \cdot \int (\omega - \tilde{\omega})^2 |X(\omega)|^2 d\omega$$

El principio de incertidumbre solo es calculado a través de las marginales. Así cualquier distribución que cumpla con las marginales cumplirá con el principio de incertidumbre.

Principio de Superposición Cuadrática. En cualquier RTF, P_x satisface el "principio de superposición cuadrático"

$$x(t) = c_1 x_1(t) + c_2 x_2(t) \Rightarrow P_x(t, \omega) = |c_1|^2 P_{x_1}(t, \omega) + |c_2|^2 P_{x_2}(t, \omega) + c_1 c_2^* P_{x_1 x_2}(t, \omega) + c_2 c_1^* P_{x_2 x_1}(t, \omega)$$

donde $P_x(t, \omega)$ es la "auto-RTF" de la señal $x(t)$ y $P_{x_1 x_2}(t, \omega)$ es la "cruzada-RTF" de las dos señales $x_1(t)$ y $x_2(t)$, con $P_{x, x}(t, \omega) = P_x(t, \omega)$.

Para cada componente de la señal existe su correspondiente auto-componente ("término de la señal"). A cada par de componentes de la señal les corresponde un componente cruzado ("término de interferencia"). El número de términos de interferencia crece cuadráticamente con el número de componentes de la señal, un hecho que frecuentemente hace difícil el análisis visual de la RTF para señales multicomponentes.

Los términos de interferencia son intrínsecos a las RTF cuadráticas, pero su efecto puede ser reducido modificando el kernel $\phi(\theta, \tau)$ en la clase de Cohen.

Señal analítica y periodicidad. Dado que las señales de las que frecuentemente se dispone son reales es conveniente obtener una representación compleja de ellas, que contenga la misma información de amplitud, de fase y espectral. Para transformar una señal real en una representación compleja se emplea la transformada de Hilbert para obtener una señal compuesta denominada señal analítica. Esta está constituida de una parte real, que son los datos originales y una parte imaginaria que contiene la transformada de Hilbert (apéndice A1).

De la misma forma que los espectros de Fourier continuo y discreto se relacionan a través de un patrón periódico con periodo 2π , la relación entre la representación continua de algunas RTF y su correspondiente representación discreta presenta una periodicidad de longitud π (37). Esta periodicidad en π podría causar efectos de aliasing, los cuales impiden varias de las propiedades de la RTF continua. Esto es, si el espectro de una señal tiene valores no cero solo para el intervalo $[0, \pi]$ de ω , entonces la RTF discreta no sufre de efectos de aliasing. Para cumplir este requerimiento, se puede incrementar la frecuencia de muestreo a más de dos veces la frecuencia de Nyquist o se puede interpolar una señal discreta dada por un factor de 2. Otra opción es utilizar la señal analítica, definida previamente, con la frecuencia de muestreo de acuerdo a la razón de Nyquist, dado que el espectro de frecuencia de una señal analítica se desvanece para frecuencias negativas.

3.1.3. APLICACIONES

Las aplicaciones están categorizadas de acuerdo a tres metodologías: La primera en calcular la distribución para ver si revela más información que otras herramientas. Segundo es usada una propiedad particular de la distribución la cual representa, clara y robustamente, el contenido tiempo-frecuencia para tal propiedad. Tercera es utilizada la distribución como un portador de información y de su densidad de energía.

En este último apartado y a raíz de su difusión, en fisiología y biología se han encontrado múltiples aplicaciones de las RTF. Como ejemplo se han aplicado en el análisis del sistema de control postural humano (38), en el análisis de los sonidos cardiacos (39,40), en señales de flujo sanguíneo Doppler (39), en señales electrogastográficas (41), en epilepsia (42), en electromiografía de contracciones uterinas (43), en sonidos de uniones temporomandibulares (44), en análisis de músculo esquelético y vibraciones cardiacas (45) y en la detección de fibrilación ventricular (46). En cuanto a la frecuencia cardiaca y su variabilidad se han aplicado durante maniobras de estímulo vagal, reflejo oculo-cardiaco y respuesta a la inmersión, así como a respiración estimulada (47), en maniobras de reposo, acostado y con ojos cerrados, (33), maniobras de inclinación (33,24), administración de fenilefrina e incluso en la misma maniobra de Valsalva (24).

3.2. ESPECTROGRAMA

El espectrograma ha sido una herramienta muy utilizada en el análisis de señales que varían con el tiempo. Al analizar qué está sucediendo con la señal a un tiempo particular se toma una porción de la señal centrada alrededor de ese tiempo, se calcula la energía espectral y así sucesivamente para cada instante de tiempo. Esto se realiza mediante la multiplicación de la señal $x(t')$ por una ventana de análisis deslizante $v(t'-t)$ centrada alrededor de t lo cual da como resultado que se suprime la señal fuera de una vecindad alrededor del punto de análisis $t'=t$ y por lo tanto se obtenga simplemente un "espectro local" de la señal $x(t')$ alrededor del "tiempo de análisis" t .

La transformada de Fourier de tiempo corto (TFTC) se define como,

$$X_t(\omega) = \int x(t')v(t'-t)e^{-j\omega t'} dt'$$

La densidad de energía espectral o espectrograma es

$$S_x(t, \omega) = |X_t(\omega)|^2$$

función que puede ser considerada como la densidad de energía en los puntos t y ω . La función ventana controla los pesos relativos impuestos a diferentes partes de la señal.

La TFTC preserva las propiedades de corrimiento en frecuencia y en tiempo. La TFTC también puede ser interpretada como la inversa de la TF del "espectro ventaneado" $X(\omega')V^*(\omega'-\omega)$ en el cual la ventana espectral $V(\omega)$ es simplemente la TF de la ventana temporal $v(t)$ y el producto $X(\omega')V^*(\omega'-\omega)$ puede ser interpretado como el resultado de pasar la señal $x(t')$ a través de un filtro cuya respuesta en frecuencia es $V^*(\omega'-\omega)$. Éste es un filtro pasabanda centrado alrededor de la frecuencia de análisis ω , ya que $V(\omega')$ es la TF de una función pasabajas.

Debido a que la TFTC al tiempo t es el espectro de la señal $x(t')$ preventaneada por la ventana $v(t'-t)$, todas las características de la señal están localizadas dentro del intervalo de la ventana local alrededor del tiempo t . Es decir para tener una buena resolución en tiempo necesitaríamos que la ventana fuera corta. Por otra parte, la TFTC a la frecuencia ω es esencialmente el resultado de pasar la señal a través de un filtro pasabanda. Una buena resolución en frecuencia requiere un filtro de ancho de banda estrecho lo que nos lleva a una ventana de análisis larga. Existe un compromiso fundamental: mejorar la resolución en tiempo resulta en una pérdida en la resolución de frecuencia, y viceversa.

Para aplicaciones prácticas de la TFTC, es necesario discretizar el plano tiempo frecuencia. Se consideran muestras de la TFTC a puntos equidistantes tiempo-frecuencia (nT, kF) donde $T > 0$ y $F > 0$ son los periodos de muestreo para las variables, respectivamente, y n y k son enteros.

La versión discreta de la TFTC de síntesis es

$$x(t) = \sum_n \sum_k S_t(nT, kF)v(t - nT)e^{j2\pi(kF)t}$$

Entre las aplicaciones del espectrograma se encuentran la identificación de sistemas, estimación de parámetros, estimación espectral, separación y determinación de velocidad de grupo, por mencionar algunas.

Propiedades Matemáticas del Espectrograma

Valor Real: $S_x^*(t, \omega) = S_x(t, \omega)$

Corrimiento en tiempo: $S_{\tilde{x}}(t, \omega) = S_x(t - t_0, \omega)$ para $\tilde{x}(t) = x(t - t_0)$

Corrimiento en frecuencia: $S_{\tilde{x}}(t, \omega) = S_x(t, \omega - \omega_0)$ para $\tilde{x}(t) = x(t)e^{j2\pi\omega_0 t}$

3.3. DISTRIBUCIÓN DE WIGNER

La distribución de Wigner es:

$$W(t, \omega) = \frac{1}{2\pi} \int x^*(t - \frac{1}{2}\tau)x(t + \frac{1}{2}\tau)e^{-j\tau\omega} d\tau$$

y en términos del espectro:

$$W(t, \omega) = \frac{1}{2\pi} \int X^*(\omega + \frac{1}{2}\theta)X(\omega - \frac{1}{2}\theta)e^{-j\theta t} d\theta$$

La distribución de Wigner (DW) es un caso particular de la clase de Cohen con $\phi(\theta, \tau) = 1$ y satisface las condiciones marginales y las propiedades de corrimiento en tiempo y frecuencia. Esta distribución presenta soporte débil y es altamente no local.

Para una señal de banda limitada la DW discreta de tiempo continuo está determinada a partir de sus muestras por

$$W_d(t, \omega) = \frac{T}{\pi} \sum_{k=-\infty}^{\infty} x^*(t - kT)x(t + kT)e^{-2\omega jkT}$$

donde $1/T$ es la frecuencia de muestreo y debe ser escogida tal que $T \leq \pi/2\omega_{\max}$ donde ω_{\max} es la frecuencia más alta en la señal. La frecuencia de muestreo se debe elegir tal que $\omega_s \geq 4\omega_{\max}$ por la propiedad de periodicidad, ya descrita, de la distribución discreta.

Para una señal discreta $x(n)$, con T igual a uno, esto lleva a

$$W(n, \theta) = \frac{1}{\pi} \sum_{k=-\infty}^{\infty} x^*(n - k)x(n + k)e^{-2j\theta k}$$

En el caso discreto dado por $W_d(t, \omega)$ la distribución es periódica en ω , con un periodo π más que 2π . Entonces la frecuencia de muestreo más alta deberá ser el doble de la de Nyquist.

La distribución de Wigner puede suavizarse para minimizar el efecto de los términos de interferencia mediante el uso de funciones gaussianas. En este caso se obtiene una distribución positiva. De hecho, se puede derivar cualquier RTF invariante al corrimiento $P(t, \omega)$ a partir de la DW vía una convolución con un kernel $\psi(t, \omega)$. Sin embargo, es claro que esta convolución resultará en un alisado (o filtrado pasabajas en dos dimensiones) de la DW solo si el kernel $\psi(t, \omega)$ es una función suficientemente suave. Si este es el caso, entonces llamaremos al resultado RTF distribución de Wigner suavizada (DWS) y el kernel $\psi(t, \omega)$ será llamado función de suavización.

La distribución de Wigner es un patrón de referencia porque presenta gran cantidad de propiedades matemáticas deseables. Esta distribución puede ser obtenida a partir de diversos métodos como la transformada de Radón o la función de ambigüedad A_x . Esta última es el dual correlativo de la DW y entre ellas forman un par de Fourier.

$$A_x(\tau, \nu) = \int \int W(t, \omega) e^{-j2\pi(\nu t - \tau\omega)} dt d\omega$$

donde la función de ambigüedad se define como

$$A_x(\tau, \nu) \equiv \int_{-\infty}^{\infty} x(t + \frac{\tau}{2}) x^*(t - \frac{\tau}{2}) e^{-j2\pi\nu t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega + \frac{\nu}{2}) X^*(\omega - \frac{\nu}{2}) e^{-j2\pi\omega\tau} d\omega$$

Si uno quiere interpretar una RTF cuadrática como una distribución de energía en dos dimensiones o correlación tiempo-frecuencia se deberá tener claro que las RTF contienen términos cruzados o de interferencia que en muchos casos son oscilatorios y parcialmente negativos. Este es uno de los principales problemas de la DW. Los términos de interferencia (TI) de la DW serán no cero considerando la distancia entre cada par de términos de la señal.

Muchos investigadores han utilizado la DW para analizar los sistemas variantes en el tiempo y señales altamente no estacionarias, para detección de señales, para estimación del espectro y de la frecuencia instantánea. El valor esperado de la DW de un proceso aleatorio no estacionario es conocido como el espectro de Wigner-Ville. La distribución de Wigner es considerada como el kernel de una ecuación integral y los correspondientes eigenvalores y eigenfunciones son encontrados. La expansión en términos de las eigenfunciones ha sido usada para reconocimiento de patrones y los eigenvalores pueden ser efectivos como clasificadores de formas. Esta descomposición puede ser usada también para suprimir los efectos de ruido en la distribución de Wigner. El ruido se extiende a través de todos los términos de la descomposición y si solamente mantenemos los primeros términos lo podemos disminuir.

Propiedades Matemáticas de la distribución de Wigner

Valor Real: $W_x^*(t, \omega) = W_x(t, \omega)$

Corrimiento en tiempo: $W_{\tilde{x}}(t, \omega) = W_x(t - t_0, \omega)$ para $\tilde{x}(t) = x(t - t_0)$

Corrimiento en frecuencia: $W_{\tilde{x}}(t, \omega) = W_x(t, \omega - \omega_0)$ para $\tilde{x}(t) = x(t) e^{j2\pi\omega_0 t}$

Marginal de tiempo: $\int_{-\infty}^{\infty} W_x(t, \omega) d\omega = |x(t)|^2$

Marginal de frecuencia: $\int_{-\infty}^{\infty} W_x(t, \omega) dt = |X(\omega)|^2$

Momentos de tiempo: $\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} t^n W_x(t, \omega) dt d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} t^n |x(t)|^2 dt$

Momentos de frecuencia: $\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \omega^n W_x(t, \omega) dt d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} \omega^n |X(\omega)|^2 d\omega$

Escalamiento tiempo frecuencia: $W_{\tilde{x}}(t, \omega) = W_x(at, \frac{\omega}{a})$ para $\tilde{x}(t) = \sqrt{|a|} x(at)$ con $a \neq 0$

Frecuencia instantánea: $\frac{\int_{-\infty}^{\infty} \omega W_x(t, \omega) d\omega}{\int_{-\infty}^{\infty} W_x(t, \omega) d\omega} = f_x(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt} \arg|x(t)|$

Retardo de grupo:	$\frac{\int t W_x(t, \omega) dt}{\int W_x(t, \omega) dt} = t_x(\omega) = -\frac{1}{2\pi} \frac{d}{d\omega} \arg X(\omega)$
Soporte de tiempo finito:	$W_x(t, \omega) = 0$ para t fuera de $[t_1, t_2]$ si $x(t) = 0$ fuera de $[t_1, t_2]$
Soporte de frecuencia finita:	$W_x(t, \omega) = 0$ para ω fuera de $[\omega_1, \omega_2]$ si $X(\omega) = 0$ fuera de $[\omega_1, \omega_2]$
Fórmula de Moyal:	$(W_{x_1, y_1}, W_{x_2, y_2}) = (x_1, x_2)(y_1, y_2)^*$
Convolución:	$W_{\tilde{x}}(t, \omega) = \int_{t'} W_h(t-t', \omega) W_x(t', \omega) dt'$ para $\tilde{x}(t) = \int_{t'} h(t-t') x(t') dt'$
Multiplicación:	$W_{\tilde{x}}(t, \omega) = \int_{\omega'} W_h(t, \omega - \omega') W_x(t, \omega') d\omega'$ para $\tilde{x}(t) = h(t)x(t)$
Transformada de Fourier:	$W_{\tilde{x}}(t, \omega) = W_x\left(\frac{-\omega}{c}, ct\right)$ para $\tilde{x}(t) = \sqrt{ c } X(ct)$ con $c \neq 0$
Convolución Chirp:	$W_{\tilde{x}}(t, \omega) = W_x\left(t - \frac{\omega}{c}, \omega\right)$ para $\tilde{x}(t) = x(t) * \sqrt{ c } e^{j2\pi \frac{c}{2} t^2}$
Multiplicación Chirp:	$W_{\tilde{x}}(t, \omega) = W_x(t, \omega - ct)$ para $\tilde{x}(t) = x(t) e^{j2\pi \frac{c}{2} t^2}$

3.4. DISTRIBUCIÓN EXPONENCIAL O DE CHOI-WILLIAMS

La Distribución exponencial (DE) o de Choi-Williams es muy efectiva en disminuir los efectos de los términos cruzados mientras permanecen muchas de las propiedades utilizadas por las distribuciones tiempo-frecuencia.

La DE, $E_x(t, \omega)$, es un miembro de la clase de Cohen con el kernel $\phi(\theta, \tau) = e^{-\theta^2 \tau^2 / \sigma}$, donde $\sigma (\sigma > 0)$ es un factor de escalamiento. Entonces se obtiene

$$E_x(t, \omega) = \int_{\tau} e^{-j\omega\tau} \left[\int_{\nu} \frac{1}{\sqrt{4\pi\tau^2/\sigma}} e^{-\frac{(\nu-t)^2}{4\tau^2/\sigma}} \cdot x\left(\nu + \frac{\tau}{2}\right) x^*\left(\nu - \frac{\tau}{2}\right) d\nu \right] d\tau$$

La DE satisface, al igual que la DW, las propiedades de corrimiento, así como las condiciones marginales de tiempo y frecuencia, y la propiedad de la energía total. En términos del kernel las marginales se expresan como:

$$\begin{aligned} \phi(\theta, 0) &= 1 \text{ para todo } \theta \\ \text{y } \phi(0, \tau) &= 1 \text{ para todos } \tau \end{aligned}$$

El centroide temporal de la DE a cada frecuencia es igual al retardo de grupo, y el centroide de la frecuencia de la DE a cada tiempo es igual a la frecuencia instantánea de la señal,

$$\begin{aligned} \phi(0, \tau) &= 1 \text{ para todo } \tau \text{ y } \frac{d}{d\theta} \phi(\theta, \tau) \Big|_{\theta=0} = 0 \text{ para todo } \tau \\ \phi(\theta, 0) &= 1 \text{ para todo } \theta \text{ y } \frac{d}{d\tau} \phi(\theta, \tau) \Big|_{\tau=0} = 0 \text{ para todo } \tau \end{aligned}$$

El término de escalamiento σ definido en el kernel de la DE es muy importante puesto que define el grado de atenuación de los términos cruzados. Para obtener una aguda resolución de los autotérminos, σ deberá ser grande, mientras que para reducir los efectos de los términos cruzados, σ deberá ser pequeña. Así pues, un gran valor $\sigma(>1)$ se recomienda para señales cuya amplitud y frecuencia están cambiando relativamente rápido y una σ pequeña (<1) se recomienda para señales cuya amplitud y frecuencia están cambiando relativamente lento.

Para señales discretas en tiempo, la definición de la DE está dada como,

$$E_x(n, \theta) = 2 \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} e^{-j2\theta\tau} \left[\sum_{\mu=-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{4\pi\tau^2/\sigma}} e^{-\frac{(\mu-n)^2}{4\tau^2/\sigma}} \cdot x(\mu+\tau)x^*(\mu-\tau) \right]$$

que es una función de la variable discreta n y de la variable continua θ y es periódica con un periodo de π como la DW.

Para señales que consisten de muchas muestras, no es posible calcular la distribución tiempo-frecuencia para la señal completa. Esto es, para propósitos computacionales es necesario aplicar las ventanas de pesos, $W_N(\tau)$ y $W_M(\mu)$ antes de evaluar la DE a cada índice de tiempo n . Entonces, por deslizamiento de estas ventanas a lo largo del eje del tiempo, se obtiene la siguiente expresión de la DE:

$$E_x(n, \theta) = 2 \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} W_N(\tau) e^{-j2\theta\tau} \left[\sum_{\mu=-\infty}^{\infty} W_M(\mu) \frac{1}{\sqrt{4\pi\tau^2/\sigma}} e^{-\frac{\mu^2}{4\tau^2/\sigma}} \cdot x(n+\mu+\tau)x^*(n+\mu-\tau) \right]$$

donde $W_N(\tau)$ es una ventana simétrica la cual es diferente de cero para el rango de $-N/2 \leq \tau \leq N/2$, y $W_M(\mu)$ es una ventana rectangular que tiene el valor de 1 para el rango de $-M/2 \leq \mu \leq M/2$. Cuando M es suficientemente grande, la expresión anterior es una versión suavizada de la DE en el dominio de la frecuencia. Esto es, el parámetro N (longitud de la ventana $W_N(\tau)$) y la forma de esta ventana determinan la resolución en frecuencia de la DE, mientras el parámetro M , (longitud de la ventana $W_M(\mu)$) determina el rango donde será estimada la función de correlación. De esta forma, el tamaño de la ventana $W_N(\tau)$ establece un compromiso entre la resolución en frecuencia de los autotérminos y la suavidad de los términos cruzados.

Para obtener la versión discreta de la DE hacemos $\theta = \pi k/N$,

$$E_x(n, k) = 2 \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} W_N(\tau) e^{-j2\pi k\tau/N} \left[\sum_{\mu=-\infty}^{\infty} W_M(\mu) \frac{1}{\sqrt{4\pi\tau^2/\sigma}} e^{-\frac{\mu^2}{4\tau^2/\sigma}} \cdot x(n+\mu+\tau)x^*(n+\mu-\tau) \right]$$

donde n es el índice en el tiempo y k es el índice de frecuencia de la DE(48).

Propiedades Matemáticas de la distribución de Choi-Williams

Valor Real: $E_x^*(t, \omega) = E_x(t, \omega)$

Corrimiento en tiempo: $E_{\tilde{x}}(t, \omega) = E_x(t - t_0, \omega)$ para $\tilde{x}(t) = x(t - t_0)$

Corrimiento en frecuencia: $E_{\tilde{x}}(t, \omega) = E_x(t, \omega - \omega_0)$ para $\tilde{x}(t) = x(t)e^{j2\pi\omega_0 t}$

Marginal de tiempo: $\int_{\omega} E_x(t, \omega) d\omega = |x(t)|^2$

Marginal de frecuencia:	$\int_t E_x(t, \omega) dt = X(\omega) ^2$
Momentos de tiempo:	$\int_{\omega} \int_t t^n E_x(t, \omega) dt d\omega = \int_t t^n x(t) ^2 dt$
Momentos de frecuencia:	$\int_{\omega} \int_t \omega^n E_x(t, \omega) dt d\omega = \int_{\omega} \omega^n X(\omega) ^2 d\omega$
Escalamiento tiempo frecuencia:	$E_{\tilde{x}}(t, \omega) = E_x(at, \frac{\omega}{a})$ para $\tilde{x}(t) = \sqrt{ a }x(at)$ con $a \neq 0$
Frecuencia instantánea:	$\frac{\int_{\omega} \omega E_x(t, \omega) d\omega}{\int_{\omega} E_x(t, \omega) d\omega} = f_x(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt} \arg x(t) $
Retardo de grupo:	$\frac{\int_t t E_x(t, \omega) dt}{\int_t E_x(t, \omega) dt} = t_x(\omega) = -\frac{1}{2\pi} \frac{d}{d\omega} \arg X(\omega)$
Transformada de Fourier:	$E_{\tilde{x}}(t, \omega) = E_x(\frac{-\omega}{c}, ct)$ para $\tilde{x}(t) = \sqrt{ c }X(ct)$ con $c \neq 0$

3.5 OTRAS DISTRIBUCIONES

La investigación en el campo de las distribuciones tiempo-frecuencia ha producido diversos métodos, los cuales solo se diferencian, como ya se mencionó anteriormente, en la forma y características del kernel, buscando en todos ellos el diseño de un kernel tal que su RTF minimice los términos de interferencia sin perder propiedades matemáticas importantes. En los trabajos más recientes en el estudio de las RTF, encontramos que Auger F. y Cols. (49) utilizaron un método de reasignación aplicado hace 16 años al espectrograma, el cual es generalizado para cualquier distribución bilineal tiempo-frecuencia o tiempo-escala. Este método crea una versión modificada de una representación moviendo sus valores a lo lejos de donde son calculados para producir una mejor localización de los componentes de la señal. Mediante la reasignación de valores en tiempo y frecuencia para las RTF más utilizadas se obtienen mejores resultados de concentración y de disminución de interferencia.

Costa A. y Cols. (50) proponen un kernel cuya característica importante es que posee una diversidad de formas en el plano de la función de ambigüedad. La primera ventaja de este kernel es la capacidad de generar una amplia variedad de formas pasabanda, hipérbolas, rectángulos, etc. brindando regiones de transición más angostas que los kernels normales de la clase de Cohen, lo que hace a este kernel muy versátil para eliminar los términos indeseables dentro de la representación. La segunda ventaja es que produce ecuaciones sencillas dando algunos parámetros dentro del plano de la función de ambigüedad. Y la tercera ventaja es que manipulando estos parámetros se pueden obtener las características deseables de las representaciones tiempo-frecuencia. El kernel de Choi-Williams es un caso especial de este nuevo kernel. Por otra parte, Guo Z. y Cols. (39) proponen un kernel

basado en una función tipo Bessel de orden uno para calcular la distribución tiempo-frecuencia de señales no estacionarias. Este kernel puede suprimir efectivamente los términos cruzados de la distribución. Se muestra que la distribución Bessel tiene muchas de las propiedades deseables con alta resolución en tiempo y en frecuencia. Cambiando el parámetro del kernel esta distribución puede ser utilizada para calcular las representaciones tiempo-frecuencia de señales transitorias determinísticas y señales aleatorias. Jones D y Cols. (51) desarrollaron una representación tiempo-frecuencia adaptiva de los datos que supera algunas limitaciones de la TFTC mientras evita términos cruzados propios de la distribución de Wigner. Esta representación utiliza funciones de base gaussianas que varían su ancho en el tiempo y frecuencia para llevar a una alta concentración de la señal en cualquier lugar. El método adaptivo es caro computacionalmente pero su funcionamiento es mucho mejor. La idea de esta nueva representación es hacer que la ventana utilizada por la TFTC se adapte a los datos de entrada para que exista una mayor concentración de energía en el plano tiempo-frecuencia teniendo como resultado una mejor resolución. Jones y Baraniuk (52) continuaron desarrollando un algoritmo que utiliza funciones gaussianas, que puede ser implementado en línea y que por supuesto tiene excelente resolución. Krattenthaler W. (53) da un análisis de los términos de interferencia dados por la DW para la síntesis de señales y muestra que los efectos de los términos de interferencia pueden ser reducidos utilizando una distribución suavizada de Wigner.

3.6. MANIOBRA DE VALSALVA.

La respuesta de la presión arterial durante la maniobra de Valsalva ha sido ampliamente estudiada por ser un método simple para evaluar principalmente el comportamiento de los barorreceptores. Los cambios medidos en la frecuencia cardiaca inducidos por la maniobra proporcionan un método rápido, seguro y barato para evaluar la función cardiaca y permiten la predicción de ciertas variables hemodinámicas sin tener que hacer cateterización. La maniobra de Valsalva ha sido usada para comparar las respuestas vasomotoras de los sistemas arteriales sistémico y pulmonar (54)

La reproducibilidad de la respuesta de la frecuencia cardiaca a la maniobra de Valsalva ha sido estimada y comprobada en sujetos normales, jóvenes y viejos, así como en diabéticos. La variación de la frecuencia cardiaca puede ser simplemente usada como una prueba de la función autonómica cuando no se dispone de pruebas más sofisticadas. El método está bastante estandarizado y consiste en que el sujeto sopla a través de una boquilla conectada a un manómetro y mantiene una presión de 40 mmHg por 15 segundos. Una pequeña fuga en el sistema (aproximadamente 0.5-1mmHg/s) se realiza para prevenir cierres de glotis no-detectables, asegurando que la presión expiratoria sea transmitida al pecho. La frecuencia cardiaca se obtiene a partir del electrocardiograma y se miden los intervalos RR antes, durante y después de la maniobra para realizar los siguientes cálculos:

- (1). Frecuencia cardiaca media en reposo (valor promedio entre el intervalo RR más largo y el más corto antes de la maniobra).
- (2). Variación de la frecuencia cardiaca en reposo (diferencia entre el intervalo RR más largo y el más corto antes de la maniobra).
- (3). Razón de taquicardia (el intervalo RR más corto durante la maniobra dividido por el más largo antes de la maniobra).

(4). Razón de Valsalva (intervalo RR más largo después de la maniobra dividido por el intervalo más corto durante la maniobra).

Aunque la razón de taquicardia muestra menos variación cuando un individuo repite la maniobra de Valsalva y parecería que produce un mejor índice, la razón de Valsalva tiene la ventaja de ser independiente de la frecuencia cardiaca en reposo. (55).

La fisiología cardiovascular involucra una compleja interrelación entre la actividad muscular, las presiones de los barorreceptores, las eferencias del sistema nervioso simpático al árbol vascular periférico y las eferencias cardiacas parasimpáticas. No obstante la razón de Valsalva está considerada predominantemente como medida del sistema nervioso parasimpático. Esta razón es una medida de la respuesta secuencial de la frecuencia cardiaca a perturbaciones fisiológicas, aunque no mide la variación latido a latido de la frecuencia cardiaca. Presenta sus valores normales por arriba de 1.50 y tiende a disminuir cuando se presentan enfermedades o por desórdenes en la función autonómica, ya que los cambios en la frecuencia cardiaca inducidos por la maniobra están mediados por reflejos autonómicos (56).

Básicamente la respuesta cardiovascular a la maniobra de Valsalva está caracterizada por una disminución en la presión arterial durante el periodo de esfuerzo, seguida de una elevación en la presión la cual excede el nivel control (esta parte es llamada overshoot). Los cambios normales en la presión arterial se encuentran acompañados con cambios reflejos en la frecuencia cardiaca: primero una taquicardia asociada con el decremento en la presión y luego una bradicardia asociada con el overshoot (57).

La figura 3.1 muestra las variaciones características observadas en los intervalos RR durante la maniobra de Valsalva (58).

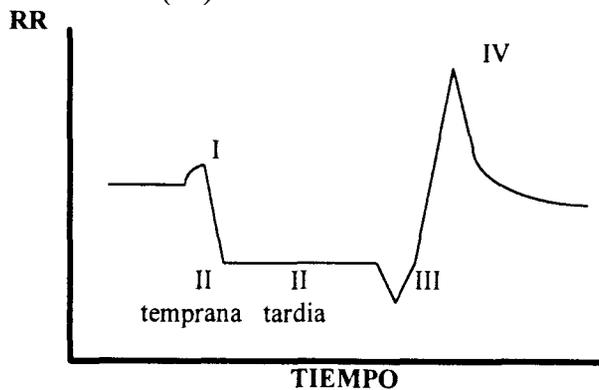


Figura 3.1. Intervalos RR durante la maniobra de Valsalva.

Más en detalle y dada su importancia se le ha dividido en 4 fases, cada una caracterizada por los siguientes eventos

Fase 1.

- Elevación de la presión arterial por 2-3 segundos la cual no está mediada por el simpático (59,60).
- El volumen de eyección ventricular se incrementa (61).
- La presión transmural (presión arterial - presión intratorácica) en los barorreceptores del arco aórtico o en los receptores cardiopulmonares no cambia debido a que se encuentran localizados adentro del tórax.

- Los barorreceptores carotídeos son estimulados por el incremento de la presión arterial (62).
- La desaceleración de la frecuencia cardíaca por activación parasimpática no es constante (60).

Fase 2.

- El retorno venoso fuera del tórax, abdomen y canal cerebroespinal disminuye.
- La reducción del volumen de sangre junto con la presión intratorácica mantenida reduce la presión transmural en las estructuras vasculares del tórax.
- Las dimensiones del corazón izquierdo y aorta, y el volumen de eyección y gasto cardíaco se reducen (61).
- La frecuencia cardíaca y la presión arterial media caen.
- La caída de la presión transmural a través de las cámaras cardíacas y los vasos sanguíneos intratorácicos tienden a alterar las aferencias de los barorreceptores cardíacos pulmonares y del arco aórtico (63).
- La caída en la frecuencia cardíaca inactiva los barorreceptores carotídeos (62,63,64).
- La inhibición parasimpática causa taquicardia la cual no puede restaurar el gasto cardíaco (63,65).
- La vasoconstricción refleja de los músculos y vasos esplénicos, y la taquicardia normalizan la presión arterial media en unos pocos segundos (60,61).
- La presión transmural e intraluminal pueden elevarse a pesar de la caída continua del pulso, el volumen de eyección y el gasto cardíaco (59,61).
- A presiones expiratorias por debajo de 10-20 mmHg. los receptores cardiopulmonares principalmente determinan la respuesta. A presiones expiratorias por arriba de 20 mmHg. el papel relativo de los barorreceptores arteriales se incrementa en la respuesta refleja a la maniobra de Valsalva (63). Las relaciones cambiantes entre la elevación en la frecuencia cardíaca y el decremento en el retorno venoso durante 15 s a 40 mmHg. de esfuerzo de Valsalva podría indicar que los reflejos barorreceptores cardiopulmonares afectan la frecuencia cardíaca después de 5 s de esfuerzo más que lo que afectan después de 10 o 15 s. (59).
- Los mecanorreceptores pulmonares o la actividad aferente procedente de los músculos pueden contribuir a la producción refleja cardiovascular (63).

Fase 3 (inmediata a la remoción del esfuerzo).

- La elevada presión intratorácica disminuye.
- La presión arterial decrece por una cantidad igual a la caída de la presión intratorácica (62).
- La frecuencia cardíaca se acelera en asociación a un incremento de la actividad eferente simpática (61).

Al final de la tercera fase:

- La sangre encharcada en los vasos extratorácicos se mueve del corazón.
- Las presiones transmurales atriales y venosa se elevan (63).
- El volumen de eyección ventricular y el gasto cardíaco regresan a sus valores normales (61).

Fase 4.

- La presión arterial y la frecuencia cardiaca se elevan por arriba de los niveles de control como consecuencia del considerable y rápido incremento en el gasto cardiaco asociado de la vasoconstricción esplánica. Esta elevación puede ser disparada por los receptores cardiopulmonares (61)
- La elevación de la presión transmural aórtica estimula los barorreceptores tanto del arco aórtico como del seno carotídeo.
- La frecuencia cardiaca se desacelera por la activación del parasimpático (63,65), pero esto no ocurre si no existe una vasoconstricción previa (61).
- La actividad eferente simpática decrece (61).
- La aceleración cardiaca durante el esfuerzo puede ser el resultado de muchos cambios en los perfiles de receptores. (61,63).

Cualquier respuesta anormal a la maniobra puede ser el resultado de enfermedad cardiovascular, pulmonar, fallas autonómicas o embarazos; no sin descartar que en sujetos saludables también se puede presentar una respuesta anormal de frecuencia cardiaca (60). En enfermedades cardiacas avanzadas (congestivas), las respuestas de la presión sanguínea y la frecuencia cardiaca son subnormales (61). La neuropatía autonómica parasimpática suprime los cambios de la frecuencia cardiaca de la maniobra de Valsalva (60,61). Así pues una estimación de la función autonómica de pacientes con enfermedades cardiovasculares es difícil por medio de la prueba de Valsalva (61).

3.7. OBJETIVO DE LA TESIS..

El objetivo de la presente tesis es realizar la comparación del desempeño de tres técnicas tiempo-frecuencia, distribución de Wigner, distribución exponencial o Choi-Williams y espectrograma, para el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante la maniobra de Valsalva. El desempeño se evaluó a partir de la descripción del gráfico y del comportamiento de varios índices propuestos.

4. MÉTODO

4.1. SUJETOS

Se realizó el estudio en 11 sujetos jóvenes de edades entre 20 y 26 años, sanos, 5 hombres y 6 mujeres radicados en la ciudad de México. Sus índices antropométricos fueron: peso 61.9 ± 10.95 Kg., estatura 165.1 ± 9.19 cm y 22.3 ± 3.8 % de grasa, todos dentro de los límites normales. Los sujetos fueron reclutados por invitación. Se les pidió su consentimiento por escrito previo aviso de los riesgos y beneficios del estudio, de acuerdo con la declaración de Helsinki que norma la experimentación en seres humanos.

4.2. REGISTRO Y ADQUISICIÓN

Se registró el electrocardiograma (ECG) a partir de electrodos flotantes colocados en el tórax en posición CM5 (manubrio esternal-V5) con el monitor HP 78330A y un amplificador de ECG. Como las características en frecuencia del amplificador utilizado en el registro del ECG afectan los resultados del análisis, para que se obtenga un complejo QRS con la mínima distorsión, la señal del amplificador utilizó un filtro pasabajas con frecuencia de corte de 100 a 150 Hz. y un filtro pasa altas con una frecuencia de corte de 0.6 Hz. con el objeto de evitar las oscilaciones de la línea de base. Posteriormente la señal pasó a un convertidor analógico/digital PCLAB 812 de una computadora personal Pentium, donde los datos se adquirieron a una frecuencia de muestreo 500 Hz. que supone una detección ideal del latido mediante el empleo de un programa de adquisición que forma parte de la infraestructura del laboratorio de Fisiología Humana donde se realizó el presente proyecto (66). El procesamiento se realizó fuera de línea al término de cada estudio.

4.3. PROTOCOLO

El sujeto sentado con una boquilla conectada hacia un manómetro y con los electrodos de ECG colocados, fue entrenado para mantener una presión expiratoria forzada de 40 mmHg. con la glotis abierta durante al menos 25 segundos. Para asegurar que la maniobra se estuviera realizando correctamente se tuvo mucho cuidado en observar la regurgitación de las venas del cuello y una apariencia rojiza en la cara, producto del esfuerzo realizado.

Una vez que el sujeto dominaba la maniobra se realizó el registro de ECG durante 3 minutos y medio que comprendió 1 minuto y medio antes de la maniobra, transcurrido este tiempo se le señaló al sujeto el comienzo de la expiración forzada que tomó entre 25-30 segundos y continuar el registro hasta completar 210 segundos. Este procedimiento se realizó en 8 sujetos mientras que en 3 sujetos solamente se realizó el registro en 2 minutos y medio. Por lo tanto el protocolo consiste de 3 etapas: control, maniobra de Valsalva y recuperación. Se dejó descansar al sujeto por un lapso de 7 minutos antes de repetir la maniobra.

4.4. PROCESAMIENTO.

Una vez obtenidos los registros de ECG se detectaron las ondas R, procedimiento realizado con un programa de cómputo escrito en MATLAB que utiliza un filtro adaptable para delimitar una región de búsqueda de la onda, posteriormente la detección dentro de la región se realiza por máximo de la señal original. De manera general se pretende que el algoritmo de detección de latidos tenga una mínima dependencia con la amplitud del pico y con la pendiente ya que estos parámetros de detección pueden verse afectados por el movimiento del paciente o por interferencias de fuentes dentro del mismo cuarto donde se realiza el registro. Cabe destacar que muchas de nuestras señales electrocardiográficas (sobre todo en mujeres) presentan gran cantidad de electromiografía derivada del gran esfuerzo muscular realizado, por lo que en algunas ocasiones hubo que realizar un procesamiento de filtrado digital antes procesar la señal con el algoritmo de detección de R's.

Substracción de offset. Se realiza con el objeto de que la medición de los intervalos RR oscilen por arriba y abajo del cero y no por arriba y abajo del intervalo RR medio. Además si no se remueve el componente de cd se tendrá un efecto en las frecuencias bajas en las distribuciones que no es debido a las características propias de la señal.

Interpolación y remuestreo. Con las series de tiempo de los intervalos RR se utilizó una interpolación tipo splines y se realizó un remuestreo a 4 Hz. con el objetivo de tener puntos equidistantes ya que en métodos tales como la FFT los datos que carecen de esta característica producen distorsión espectral (19).

4.5. CÓMPUTO DE LAS DISTRIBUCIONES TIEMPO-FRECUENCIA

El procesamiento efectuado para el cálculo de las RTF se basa en las siguientes partes, todas dentro del ambiente de MATLAB:

Lectura de archivos. Una interface para leer los archivos que se generaron en el proceso de detección de R's, o bien de manera alternativa, en esta parte se definen las señales de prueba descritas en la siguiente sección.

Señal analítica. Es útil tener la señal analítica puesto que solo contiene el espectro en frecuencias positivas presentando la característica de que la energía de la señal analítica es el doble de la energía de la señal original. Esta se obtiene a partir de la transformada de Hilbert, tal como se discutió en la sección 3.1.2..

Cálculo de la distribución. Se definen cantidades, tales como la longitud del eje de la frecuencia y el grado de suavidad (σ). En este último parámetro se encuentra definida la distribución a calcular. Un grado de suavidad igual a infinito define la distribución de Wigner y se utiliza una σ igual a 1 para el cálculo de la distribución de Choi.

Gráfica de la distribución. La distribución se presenta en forma matricial donde cada renglón representa una frecuencia y cada columna un instante de tiempo. Mediante funciones de gráficas es dibujada la distribución en dos dimensiones con sus respectivos escalamientos de ejes en frecuencia y tiempo. Además son presentadas la señal en el tiempo y una aproximación del espectro de la señal utilizando Fourier.

Cálculo de índices. Se calcularon 10 índices propuestos que se describen en la sección 4.7, todos ellos en función del tiempo a cada 0.25 seg.

Guarda distribución: Son creados archivos de datos que contienen las variables generadas en el cálculo de la distribución.

El programa que realiza estos procedimientos se puede consultar en el apéndice A2.

4.6. FUNCIONES DE PRUEBA

Con el fin de probar los algoritmos de manera general, antes de una aplicación, se propusieron tres funciones sencillas de prueba:

$$X_1(t) = Ae^{j\omega_1(t-t_1)} + Ae^{j\omega_2(t-t_2)}$$

$$X_2(t) = Ae^{j\omega_1 t} + Ae^{j\omega_2 t}$$

$$X_3(t) = Ae^{j\omega_1 t^2} + Ae^{j\omega_2(t-t_2)t^2}$$

La primera función de prueba es una señal compuesta de dos senoidales de energía finita en la cual primero ocurre la señal de frecuencia ω_1 en un intervalo de tiempo para después desaparecer y dar paso a la señal de frecuencia ω_2 durante un intervalo de tiempo diferente. Mientras que la segunda son dos senoides de frecuencias ω_1 y ω_2 que aparecen durante todo el tiempo. La tercera señal es una señal chirp en dos partes, por una parte la frecuencia aumenta conforme pasa el tiempo y por otra una segunda chirp que disminuye con el tiempo.

Para cada RTF se procesaron las tres señales dando una visión cualitativa del comportamiento de la RTF sobre el plano tiempo-frecuencia, el programa se puede consultar en el apéndice A3.. Las frecuencias ω_1 y ω_2 se tomaron dentro de las bandas de frecuencia representativas del análisis de la VFC para las señales $X_1(t)$ y $X_2(t)$, esto es 0.05 y 0.4 Hz. En las figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se observa el resultado de este procedimiento.

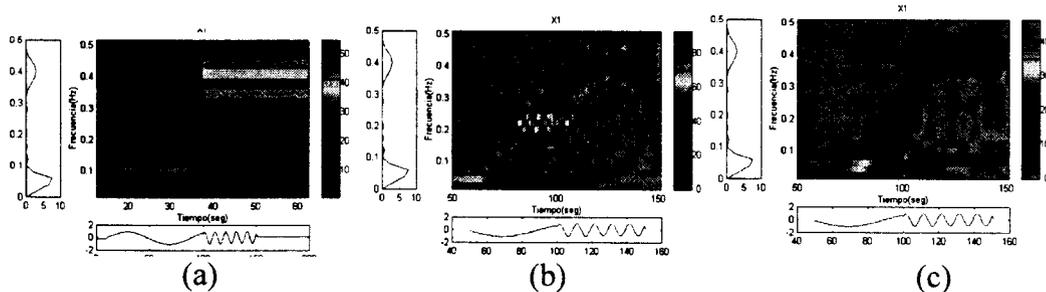


Figura 4.1. (a) Espectrograma, (b) Wigner (c) Choi-Williams para la señal de prueba $X_1(t)$

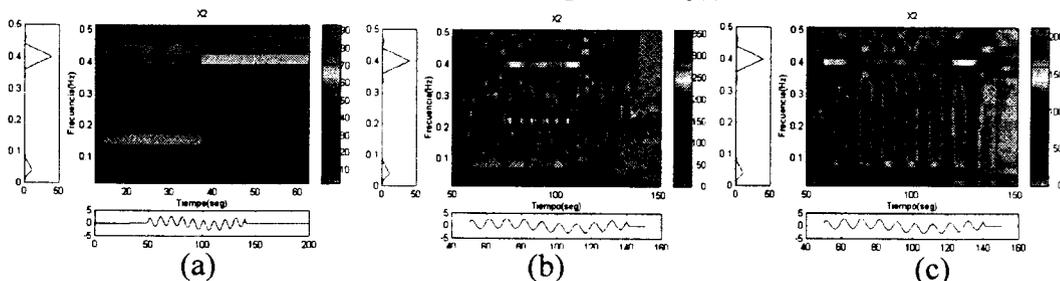


Figura 4.2. (a) Espectrograma, (b) Wigner (c) Choi-Williams para la señal de prueba $X_2(t)$

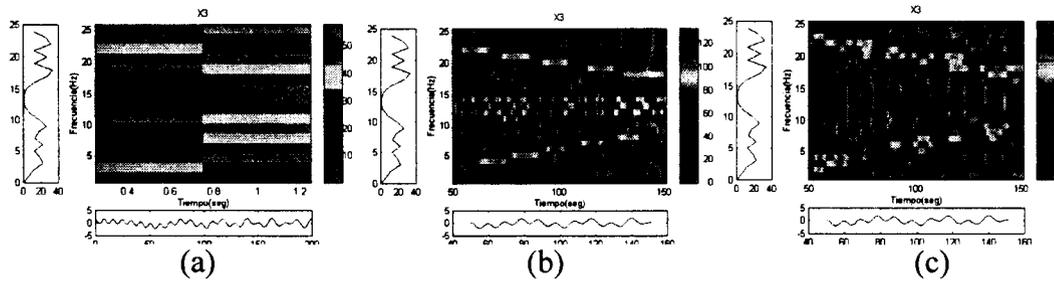


Figura 4.3. (a) Espectrograma, (b) Wigner (c) Choi-Williams para la señal de prueba $X_3(t)$

4.7 ÍNDICES

Del análisis tradicional de la VFC, para reducir datos y permitir comparaciones, se integran numéricamente bandas de frecuencia del espectro que son asociadas con diferentes causas y respuestas de sistemas de control (21). Estas bandas representativas son de frecuencias muy bajas (0.0039-0.03 Hz), bajas (0.03-0.08 Hz.), intermedias (0.08-0.15 Hz.), altas (0.15-0.5 Hz.), baja global de rango estrecho (0.03-0.15 Hz) y baja global de rango amplio (0.0039-0.15 Hz) (8,67). Dado que se desea hacer un análisis de la VFC tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia, se proponen 10 índices. Cada uno de estos índices fue evaluado en el tiempo durante la evolución de la maniobra completa. Los índices propuestos son:

- Potencia total (PT) definida como la condición marginal de la RTF para cada instante en el tiempo.
- Relación Baja/Alta de rango amplio (R1) definida como el cociente de los picos máximos de potencia para las bandas de baja global de rango amplio y alta frecuencia, es decir, considerando las muy bajas frecuencias.
- Relación Baja/Alta de rango estrecho (R) definida como el cociente de los picos máximos de potencia para las bandas de baja global de rango estrecho y alta frecuencia.
- Beta (bet) definida como la pendiente en la gráfica del logaritmo de la potencia contra el logaritmo de la frecuencia. Este índice predice la conducta no lineal de las señales,
- Componente de muy bajas (MB) es la integral de la potencia en la banda de frecuencias muy bajas.
- Componente de bajas (B) es la integral de la potencia en la banda de frecuencias bajas.
- Componente de intermedias (I) es la integral de la potencia en la banda de frecuencias intermedias.
- Componente de altas (A) es la integral de la potencia en la banda de frecuencias altas.
- Componente de baja global de rango estrecho (BG) es la integral de la potencia en la banda de frecuencias baja global de rango estrecho.
- Componente de baja global de rango amplio (BG1) es la integral de la potencia en la banda de frecuencias baja global de rango amplio.

En la figura 4.4 se muestra un esquema general del procedimiento llevado a cabo.

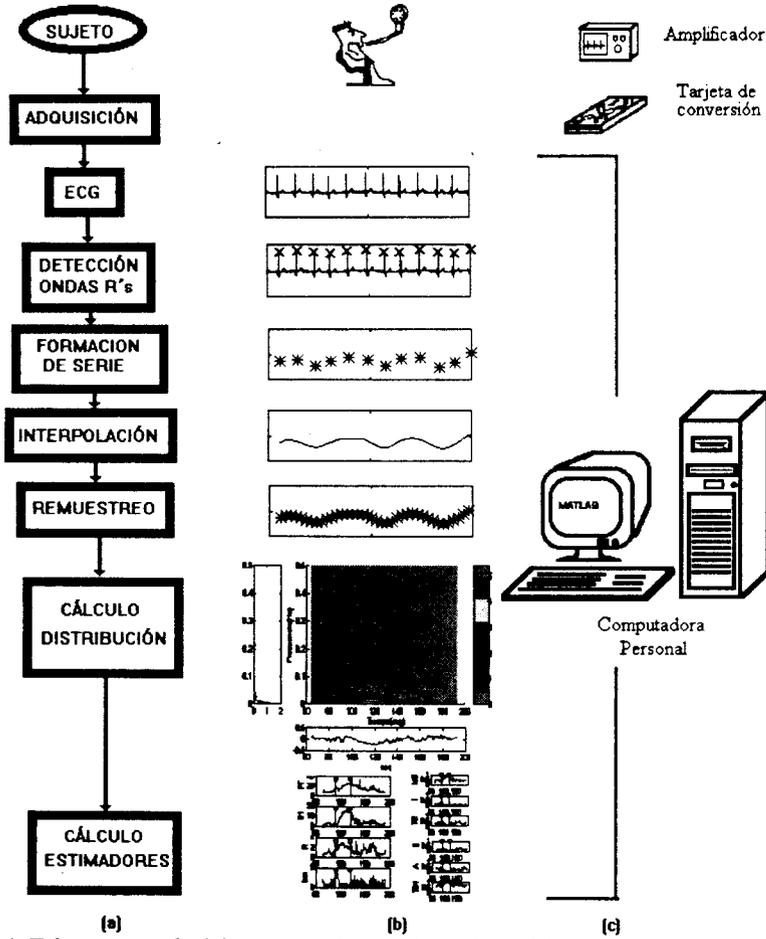


Figura 4.4. (a) Diagrama de bloques (b) señales obtenidas en cada paso (c) equipo utilizado.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A continuación se presentan las figuras 5.1-5.22 que son el resultado de aplicar las 3 RTF discutidas a la serie de intervalos RR durante la maniobra de Valsalva para 11 sujetos y su respectiva repetición. En cada figura se presenta la gráfica de la distribución bidimensional acompañada por la señal en el tiempo que le da origen abajo del eje de las abscisas y por una aproximación del espectro junto al eje de las ordenadas. Más abajo de la gráfica en el tiempo se presentan las gráficas de los 10 índices propuestos. El mismo conjunto de gráficas es presentado para cada distribución, en primer término para la distribución Exponencial o de Choi-Williams, seguida por la de Wigner y en tercer término el espectrograma. En las gráficas de los índices se marca con líneas verticales el inicio y fin aproximado de la maniobra.

Es importante hacer notar que la comparación de las RTF, en general, con lo revisado en la literatura, se realiza de manera visual; de tal manera que mediante esta inspección se hace referencia a la capacidad de la RTF de concentrar la energía para marcar claramente la ocurrencia de diferentes eventos así como el comportamiento de sus términos de interferencia. Escasos artículos presentan algún tipo de parámetro relevante al estudio biológico o aplicación donde se utilizan RTF. Así pues siguiendo con este procedimiento de análisis los resultados que se reportan a continuación son una descripción cualitativa tanto de las gráficas obtenidas para las distribuciones como del comportamiento de los diferentes índices en las etapas del registro.

Se ha dividido el análisis de los resultados en secciones que describen el comportamiento de cada índice para toda la población. En base a estos resultados se propone un modelo que resume la conducta general de ese parámetro particular para la población estudiada y se propone una interpretación desde el punto de vista fisiológico.

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA VARIABILIDAD DEL INTERVALO RR EN EL TIEMPO.

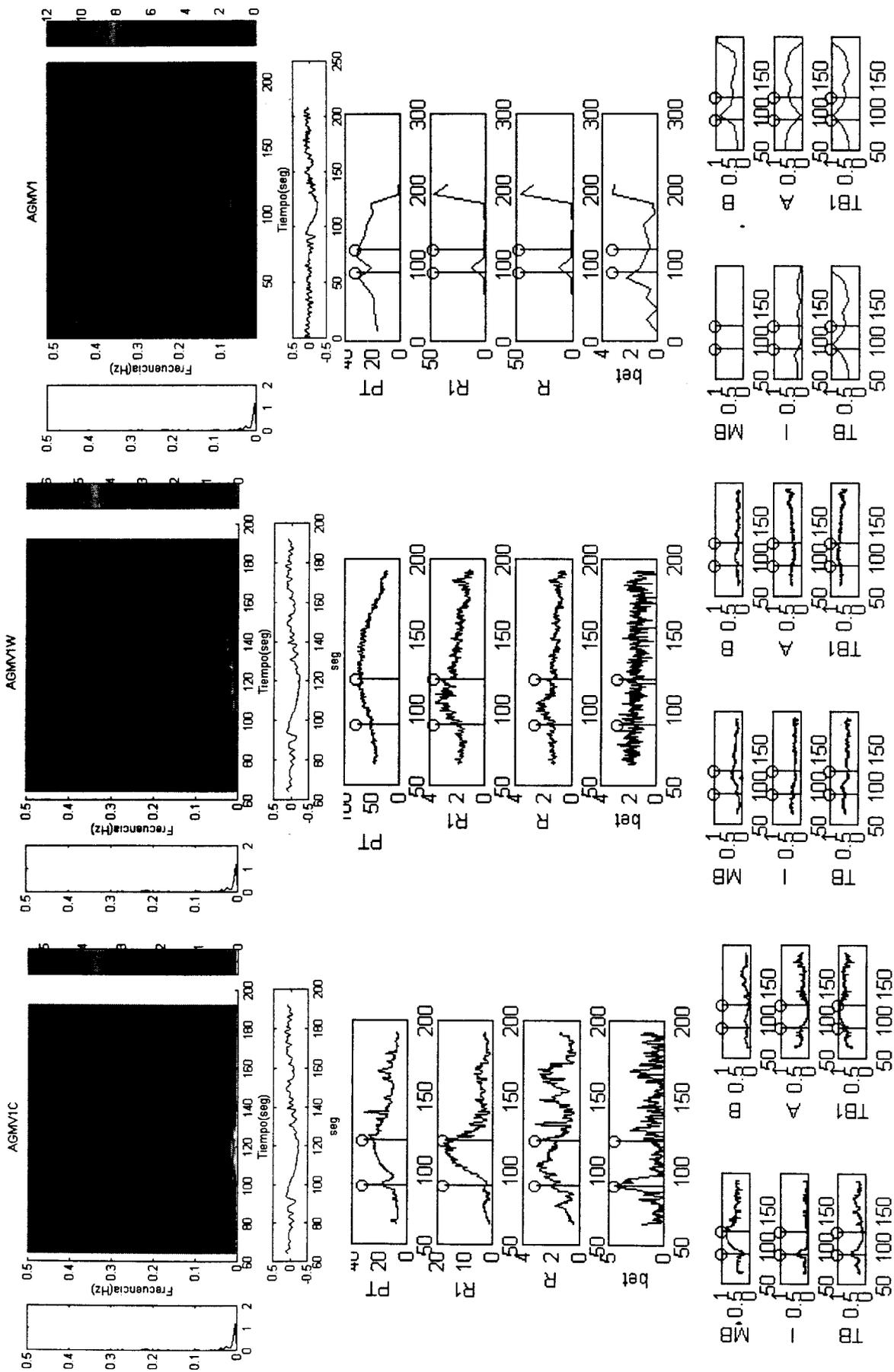
En general, las características observadas en cuanto al análisis cualitativo de amplitudes y frecuencia de la variabilidad del intervalo RR en los sujetos y sus repeticiones las podríamos resumir de la siguiente manera:

- En los 11 sujetos, se observa oscilaciones de frecuencia normal o baja en la etapa de control.
- En todos los sujetos, se observa una disminución en el intervalo RR antes de la fase 1 que marca el inicio de la maniobra.
- En los 11 sujetos, ambos estudios, se observa la fase 1.
- En los 11 sujetos, ambos estudios, se observa la fase 2.
- En 8 sujetos, ambos estudios la fase 3 se encuentra bien marcada.
- En los 11 sujetos, ambos estudios, se observa la fase 4.
- En 4 sujetos en sus dos estudios, en la segunda maniobra de 2 sujetos y en la primera de otro más, se observan oscilaciones de alta frecuencia durante la fase 2. Mientras que en otros 4 sujetos en los dos estudios, la primera de dos sujetos y la segunda de otro sujeto, existe una combinación de alta y baja frecuencia en la fase 2.

- En todos los sujetos, en sus dos estudios, se observan oscilaciones de alta y baja frecuencia antes de la fase 4.
- En 10 sujetos, ambos estudios, y de un sujeto solo en la primera maniobra se observa marcadamente la disminución de la variabilidad durante toda la maniobra, en relación a la que presentaban en la etapa de control. En 1 sujeto, en la segunda repetición, la variabilidad aumento durante la maniobra en relación a la variabilidad presentada en la etapa de control.
- En ocho sujetos, ambos estudios, se distingue, después de alrededor de 30 segundos de terminada la maniobra, una ritmicidad en las oscilaciones.
- En 9 sujetos en ambos estudios y en un sujeto en la segunda maniobra, el intervalo RR promedio, aumenta en relación al intervalo RR promedio presentado antes de la maniobra, es decir, en la etapa de control.
- En 6 sujetos con sus dos estudios y en 3 sujetos en su primera maniobra, se nota un aumento de la variabilidad (amplitud de las oscilaciones), en la etapa de recuperación o post maniobra.
- En un sujeto, el patrón observado del comportamiento del intervalo RR en las etapas de control, maniobra y recuperación, no fue similar en la repetición de la maniobra.
- En 8 sujetos, ambos estudios, se observa una relación de aproximadamente el doble entre la fase 4 y lo que alcanza en la fase 2. En 1 sujeto esta relación es alrededor de 1. En un sujeto su primer estudio la relación es de aproximadamente 6 mientras que en su segundo alcanzo una relación de 9. En un sujeto la primera fue de 8 y la segunda de alrededor de 6.

El patrón en el tiempo del intervalo RR por la anterior descripción concuerda en forma gruesa con las 4 fases clásicas de la maniobra. No se encuentran reportes en la literatura que hayan profundizado el detalle de la descripción, es decir, que describan la presencia de variabilidad del intervalo RR durante la maniobra y después de ella. La presente tesis hace hincapié en tal fenómeno y la existencia de diferencias antes, durante y después de la maniobra. Además se confirma la repetibilidad de la maniobra aún en el patrón de la variabilidad.

El comportamiento general de la serie de intervalos RR en el tiempo durante la maniobra de Valsalva se resume en la figura 5.23 en donde se aprecian las fases ya descritas relacionadas a esta maniobra. El aumento en el intervalo RR en la primera fase de la maniobra es debida a la estimulación de los barorreceptores carotídeos (61), mientras que la disminución durante la fase de esfuerzo puede ser el resultado de varios cambios en las entradas receptoras (61,63) y el incremento observado en la cuarta fase es la evidencia de la presencia de actividad vagal, la cual no estará presente si antes no existe vasoconstricción (61).

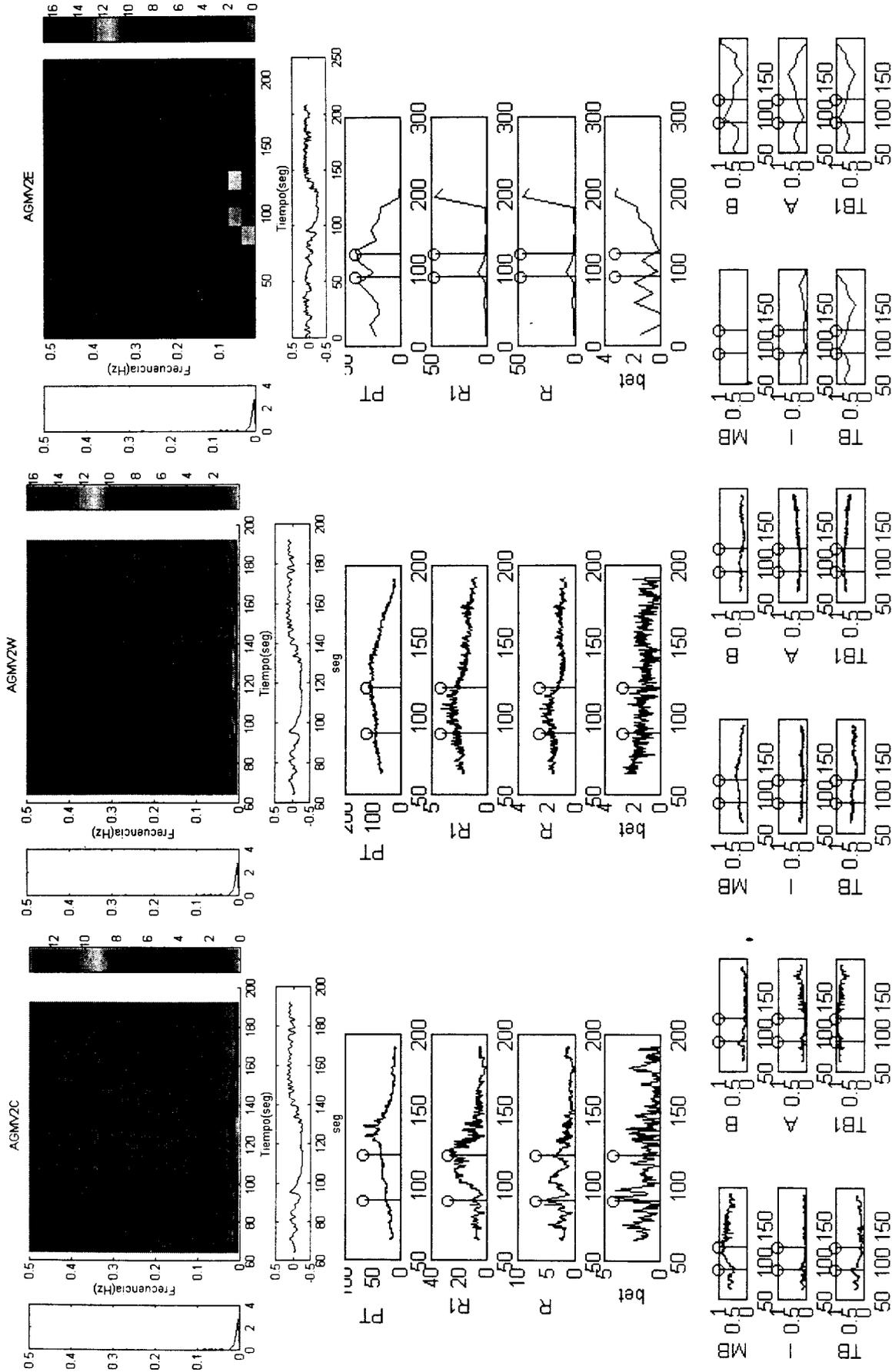


(a)

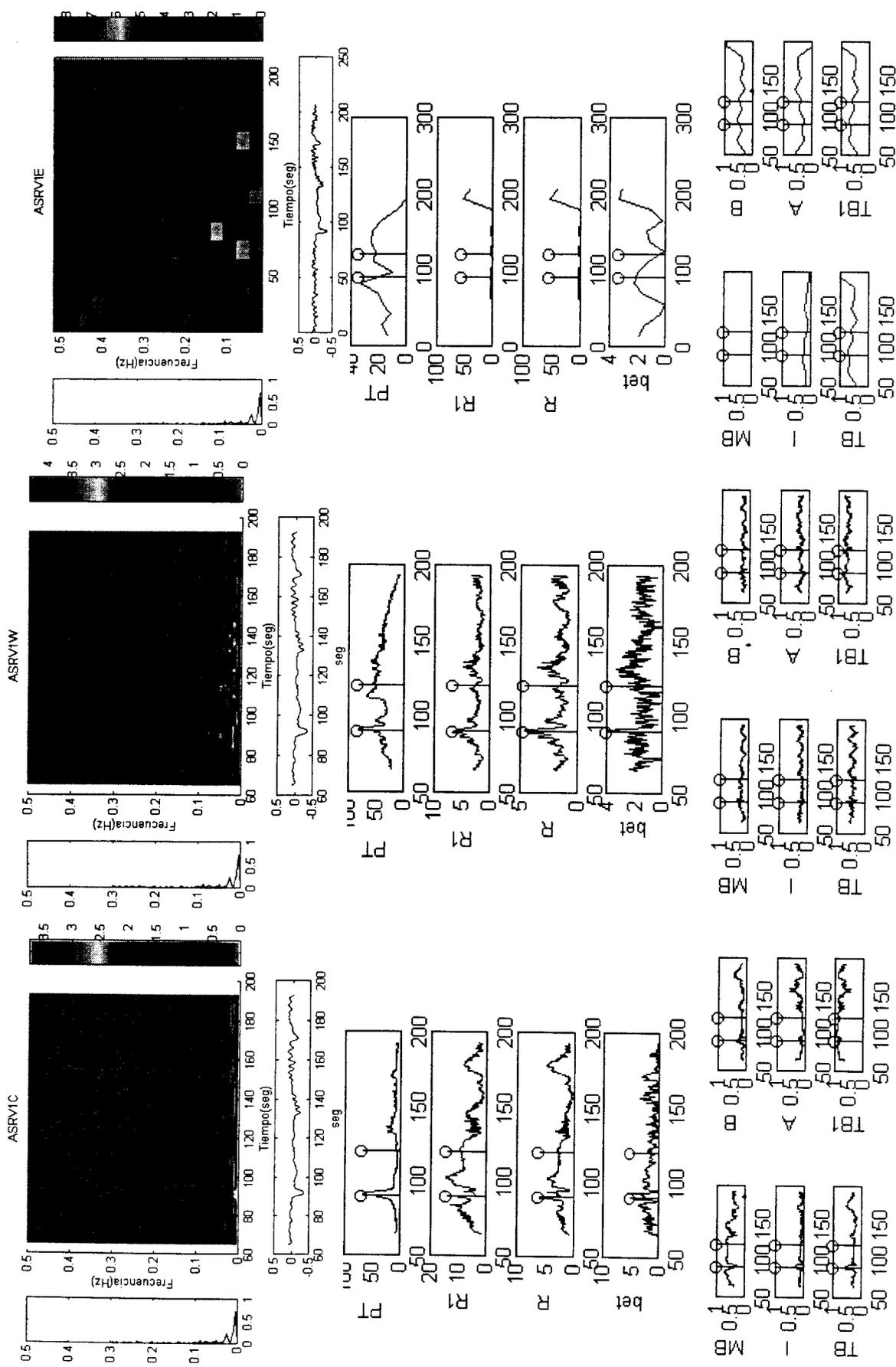
(b)

(c)

Figura 5.1 (a) Distribución Exponencial. (b) Distribución de Wigner (c) Espectrograma del sujeto 1



(a) Distribución Exponencial. (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 1 repetición

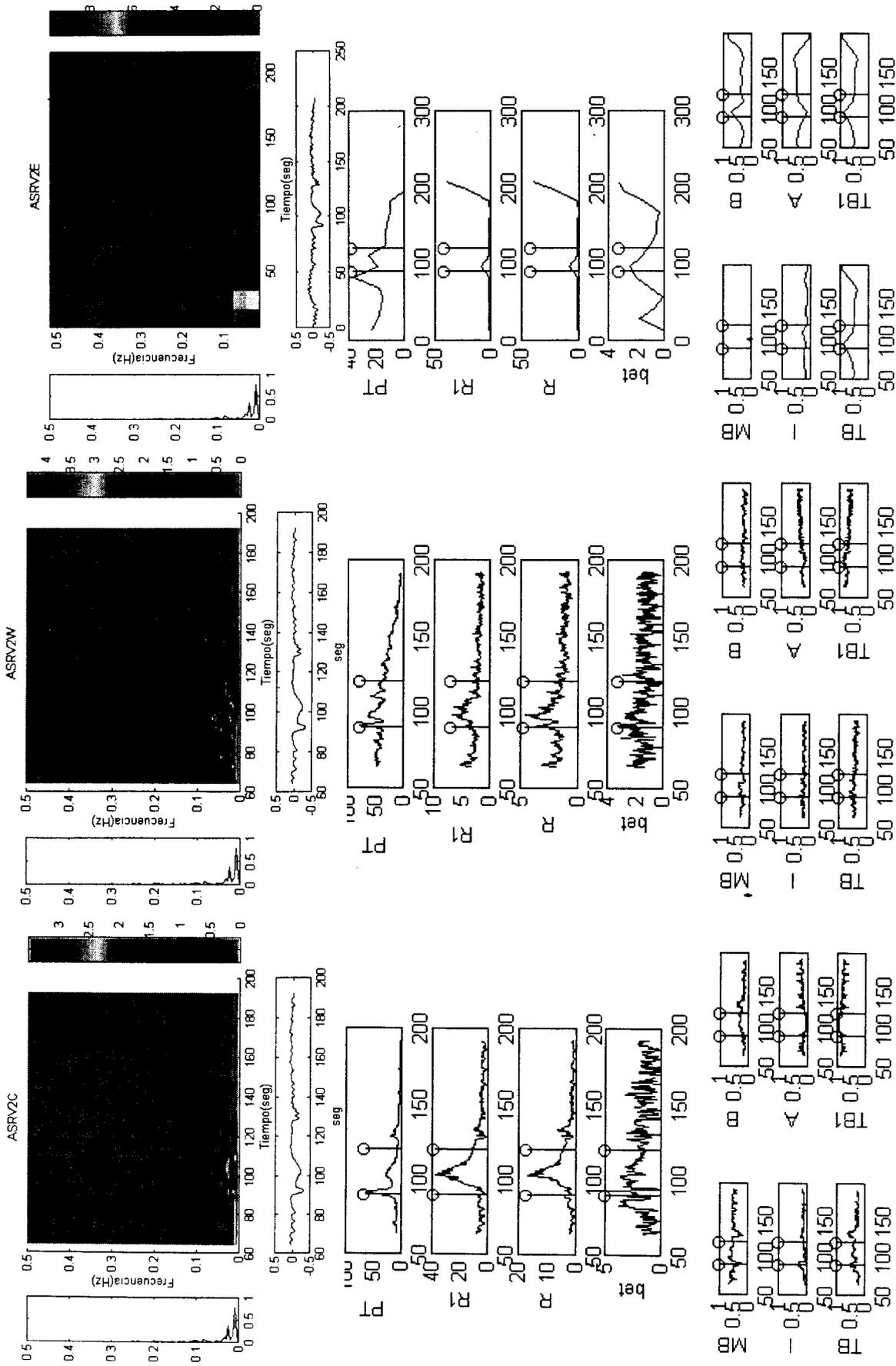


(a)

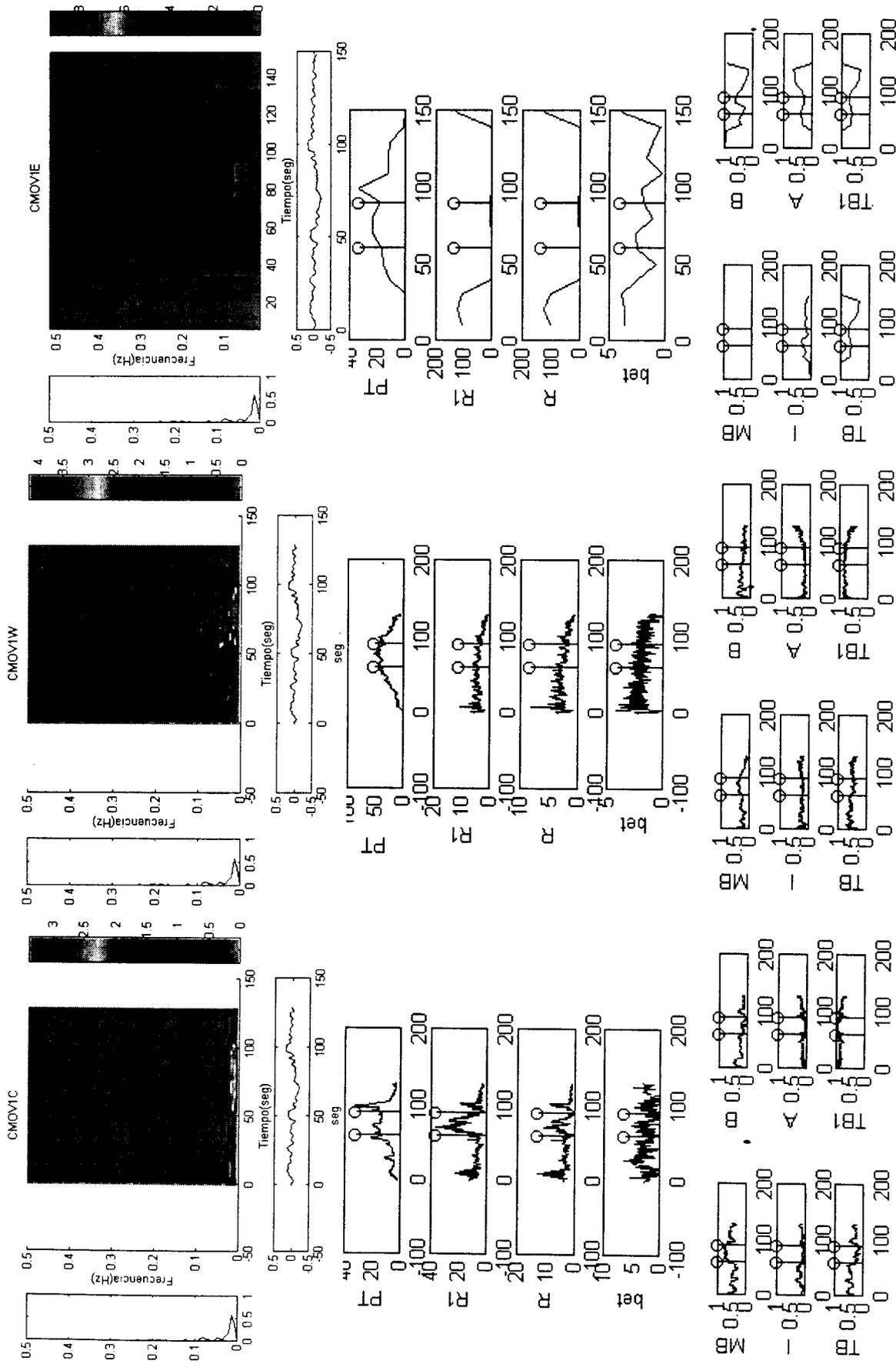
(b)

(c)

Figura 5.3 (a) Distribución Exponencial. (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 2.



(a) Distribución Exponencial. (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 2 repetición

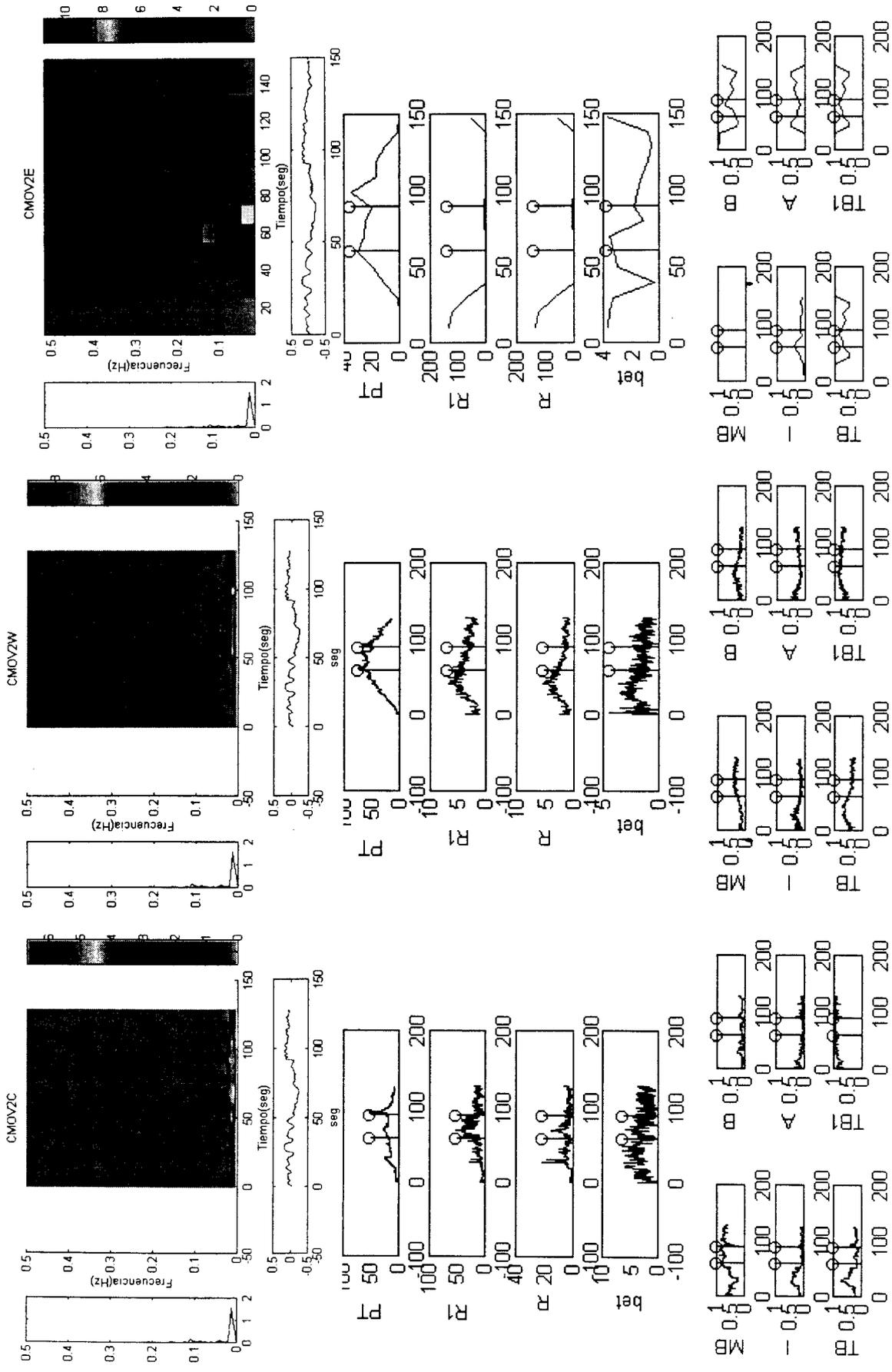


(a)

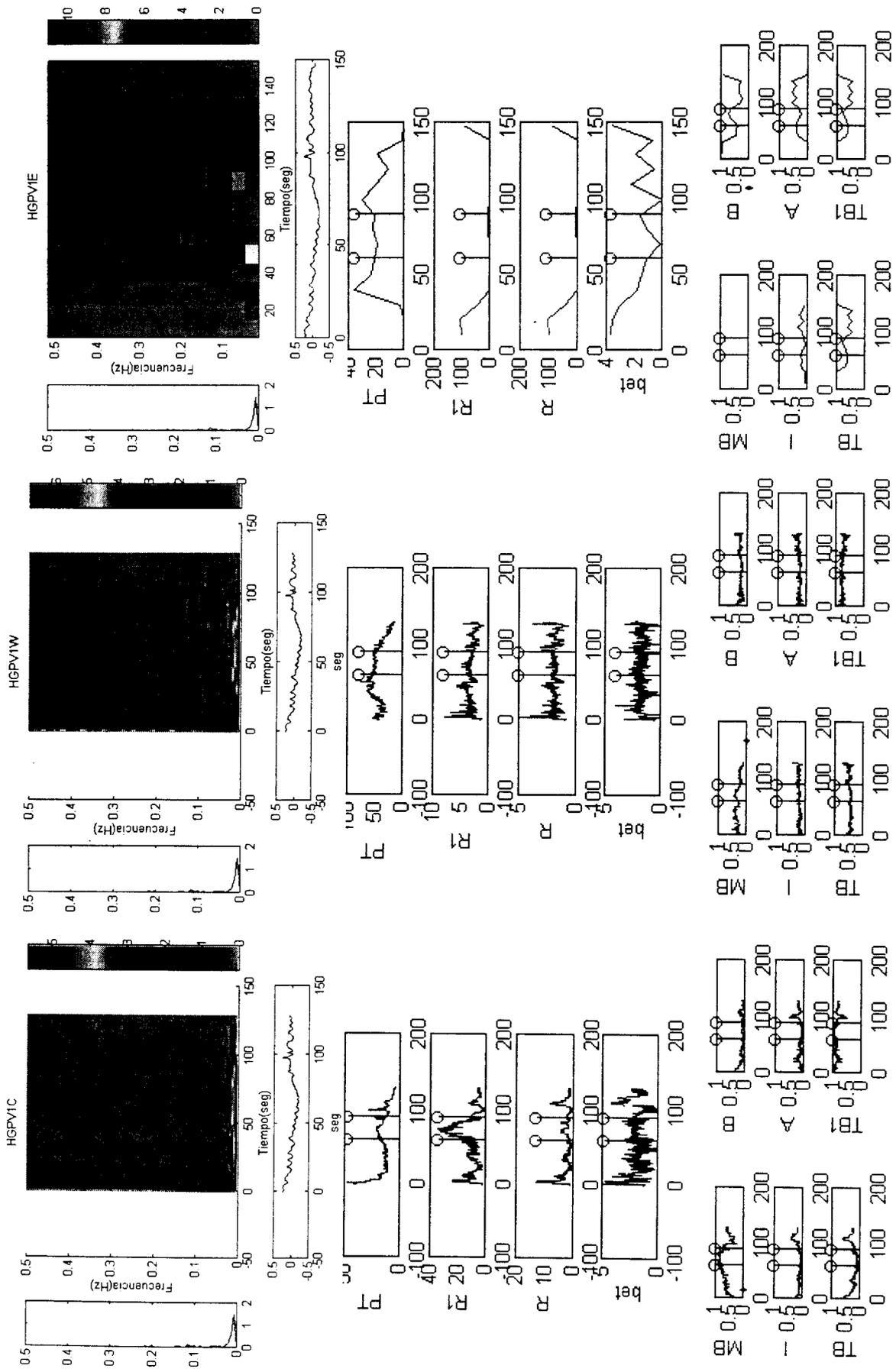
(b)

(c)

Figura 5.5 (a) Distribución Exponencial. (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 3



(a) (b) (c)
 Figura 5.6 (a) Distribución Exponencial. (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 3 repetición

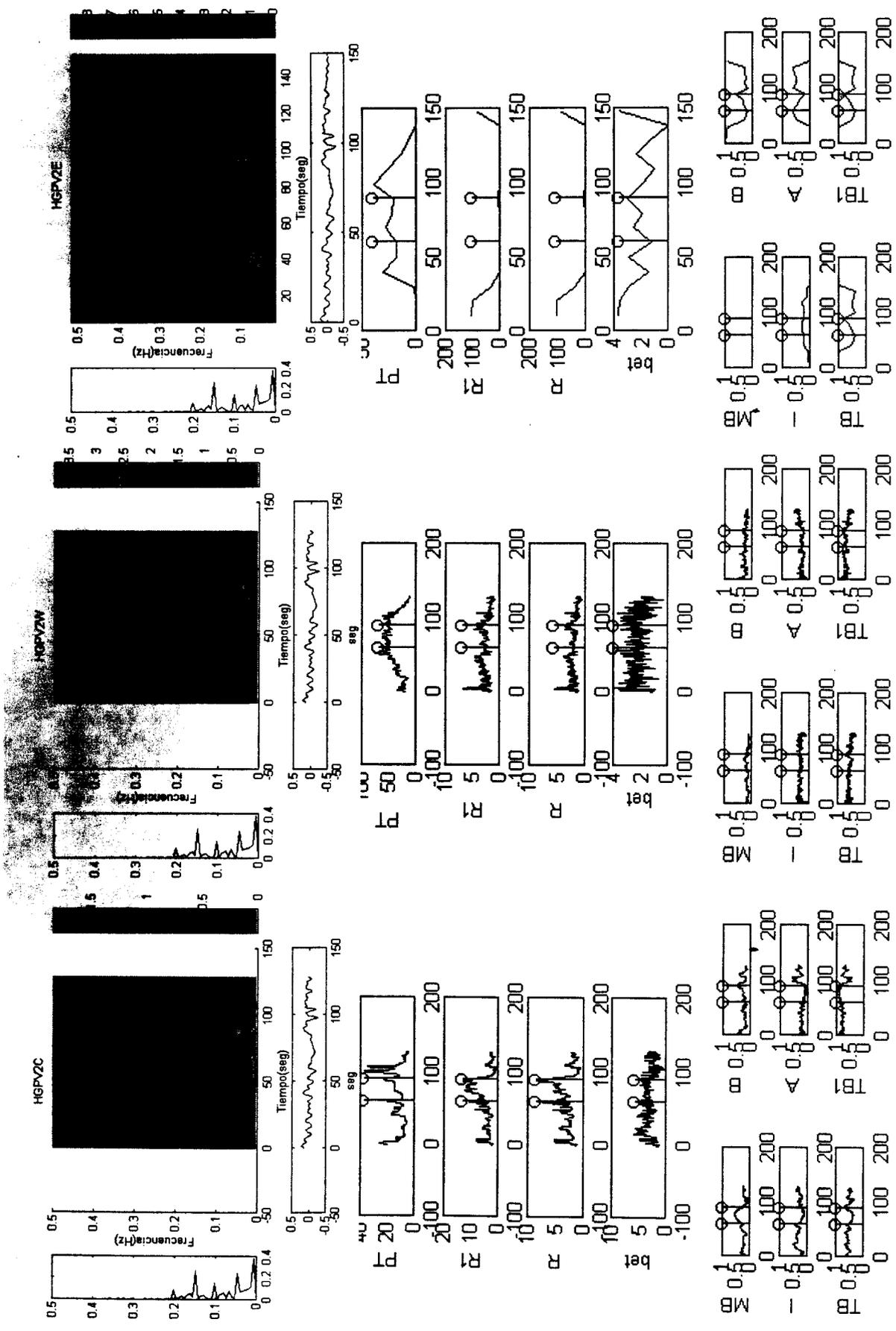


(a)

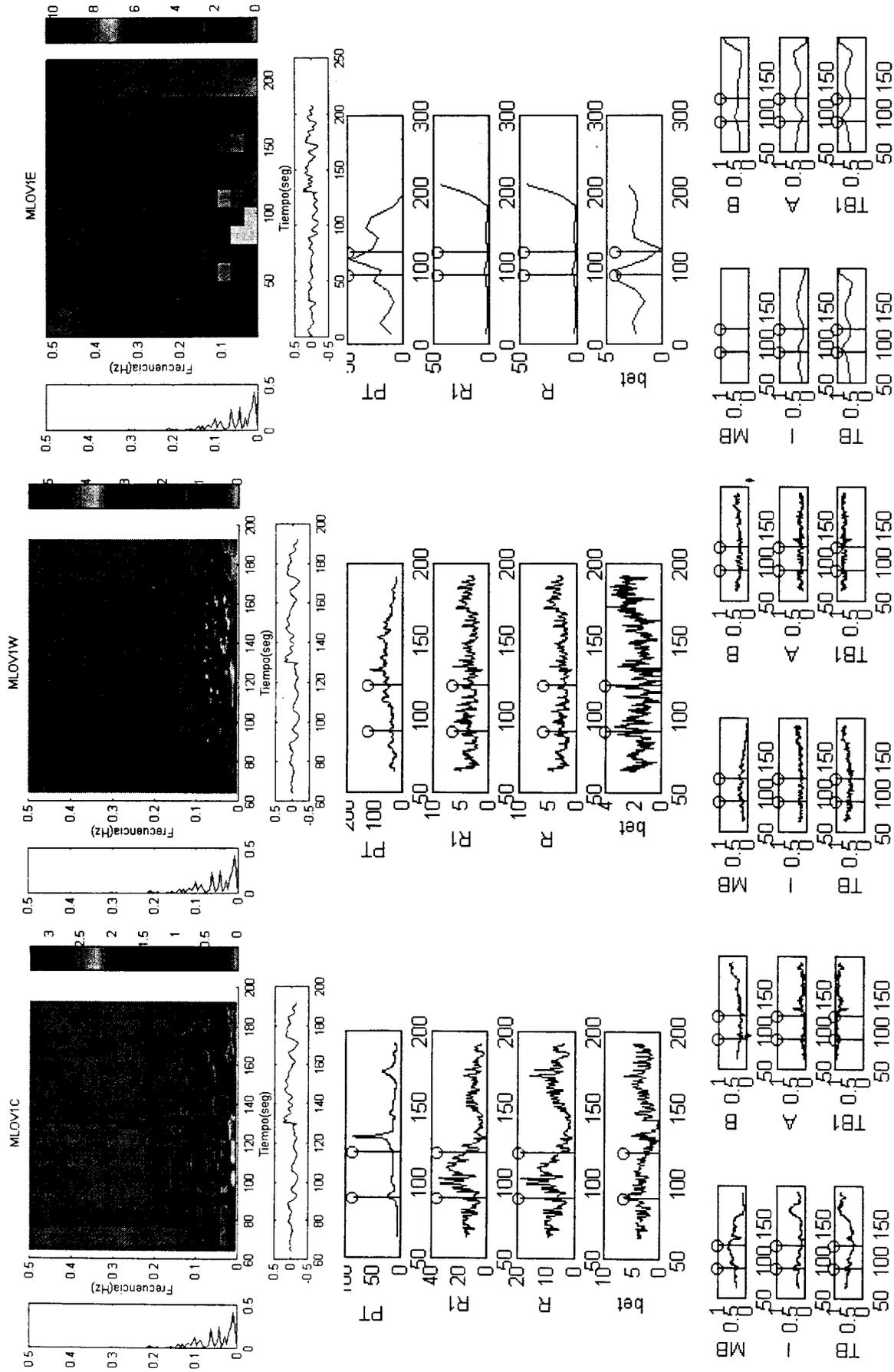
(b)

(c)

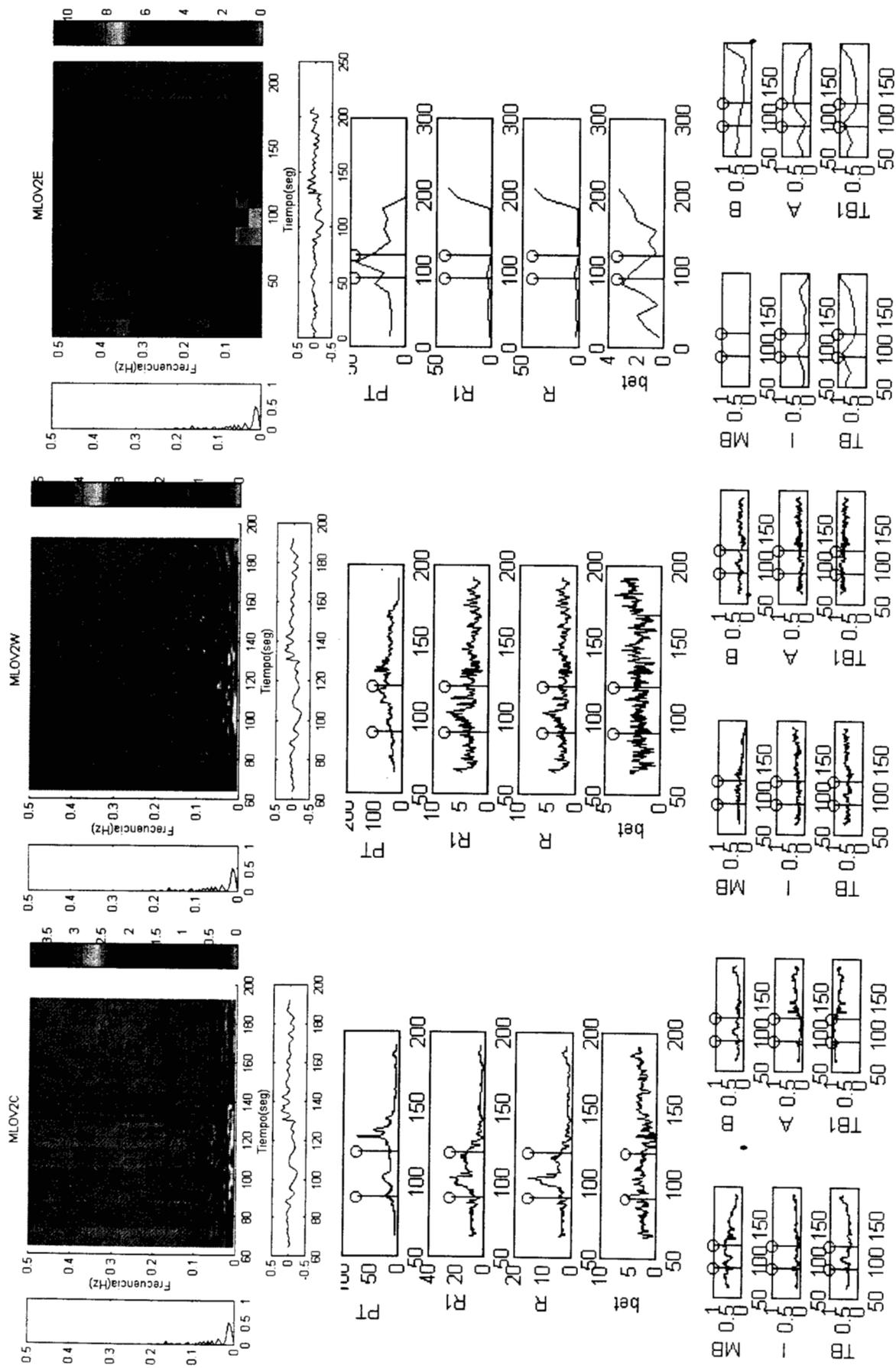
Figura 5.7 (a) Distribución Exponencial. (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 4



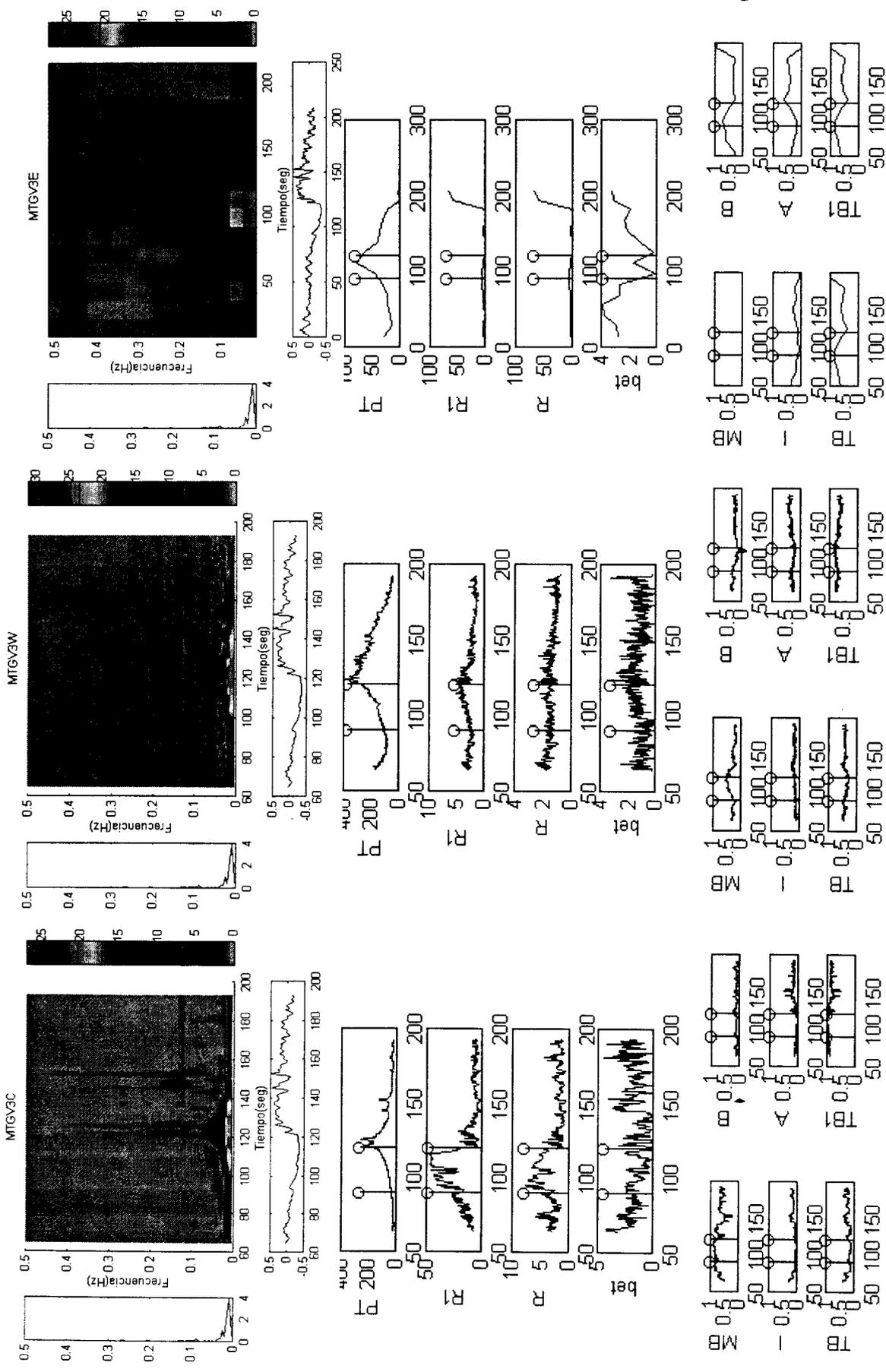
(a) Distribución Exponencial. (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 4 repetición



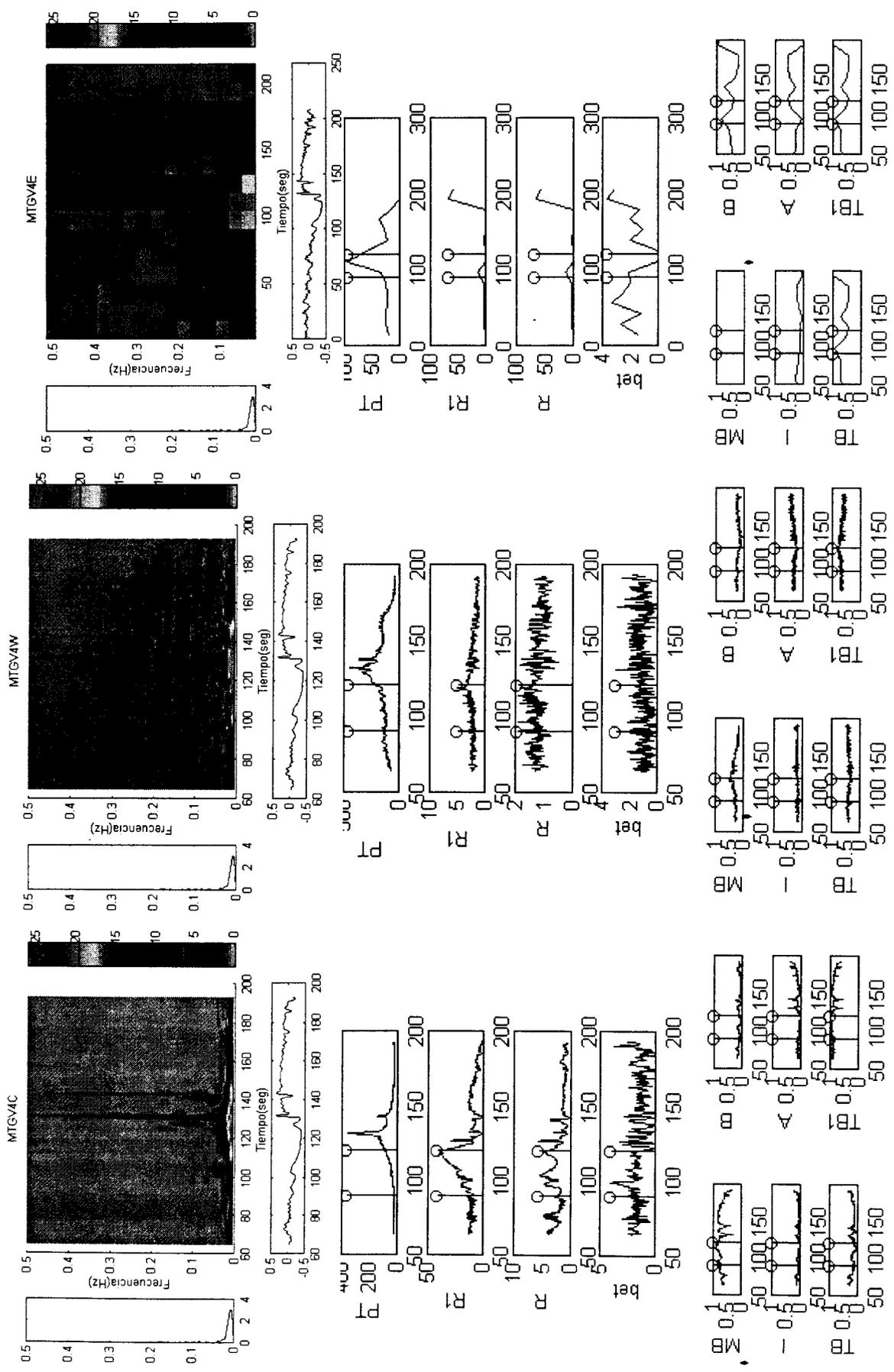
(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 5



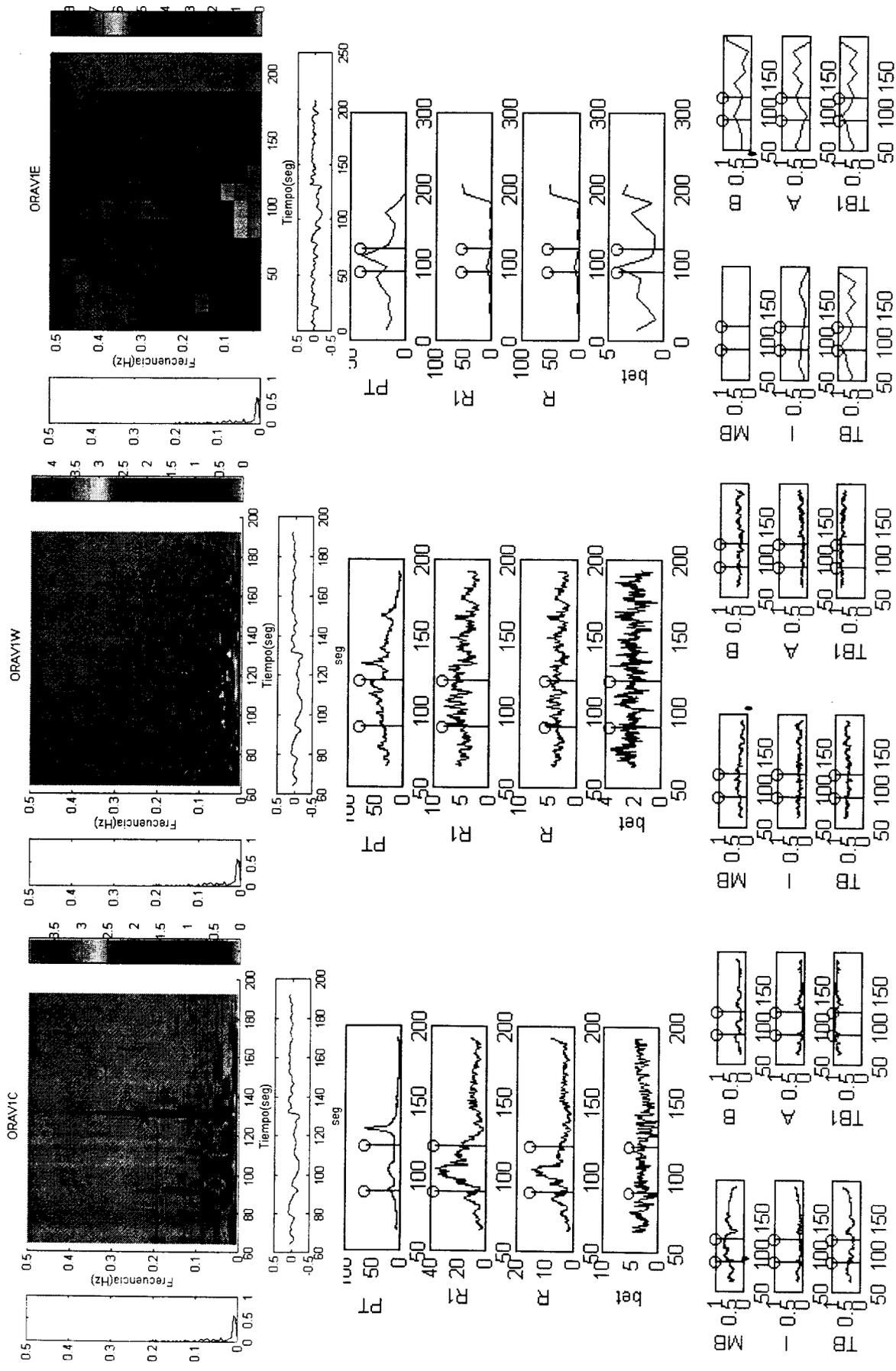
(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 5 repetición



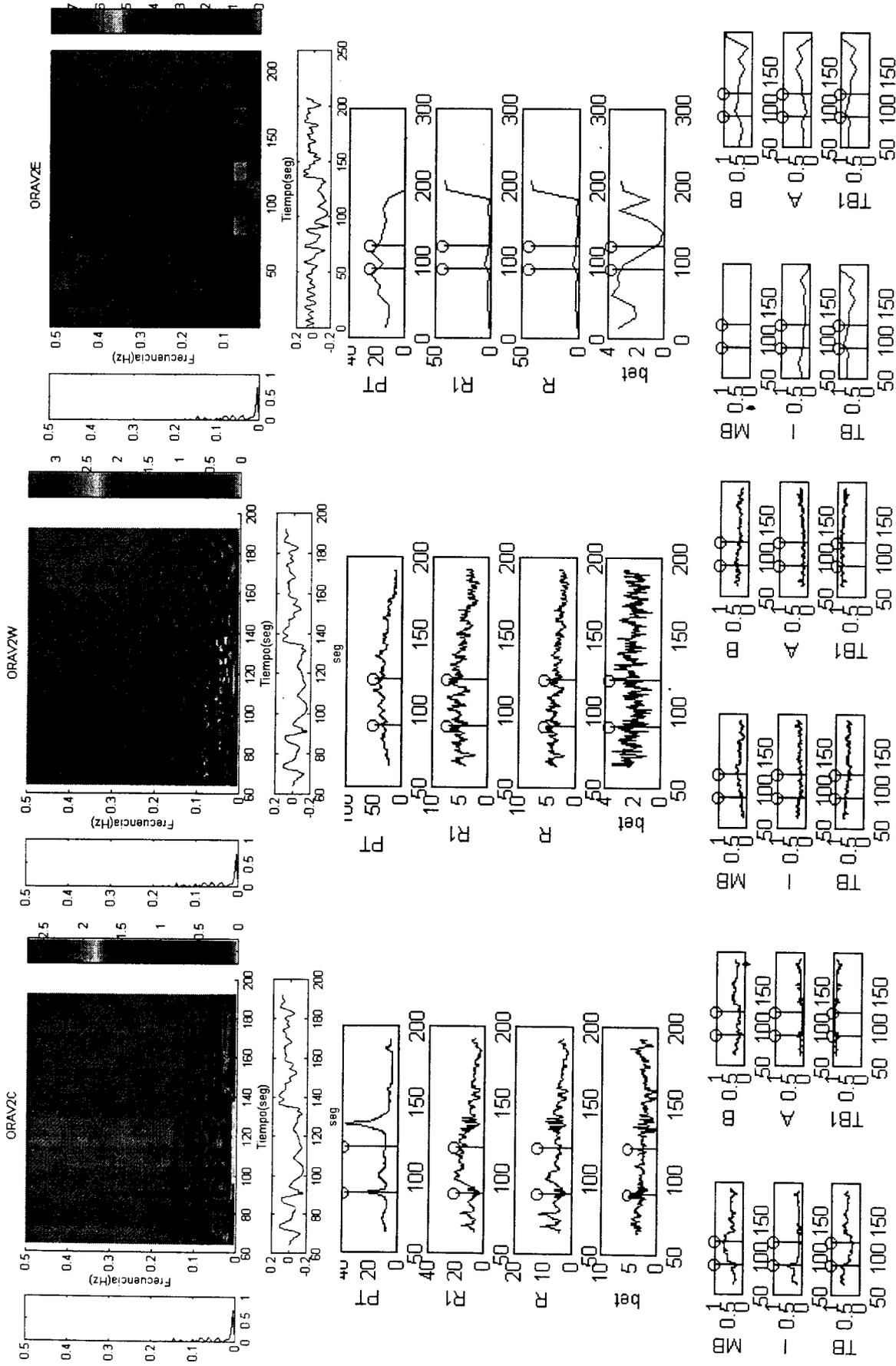
(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 6



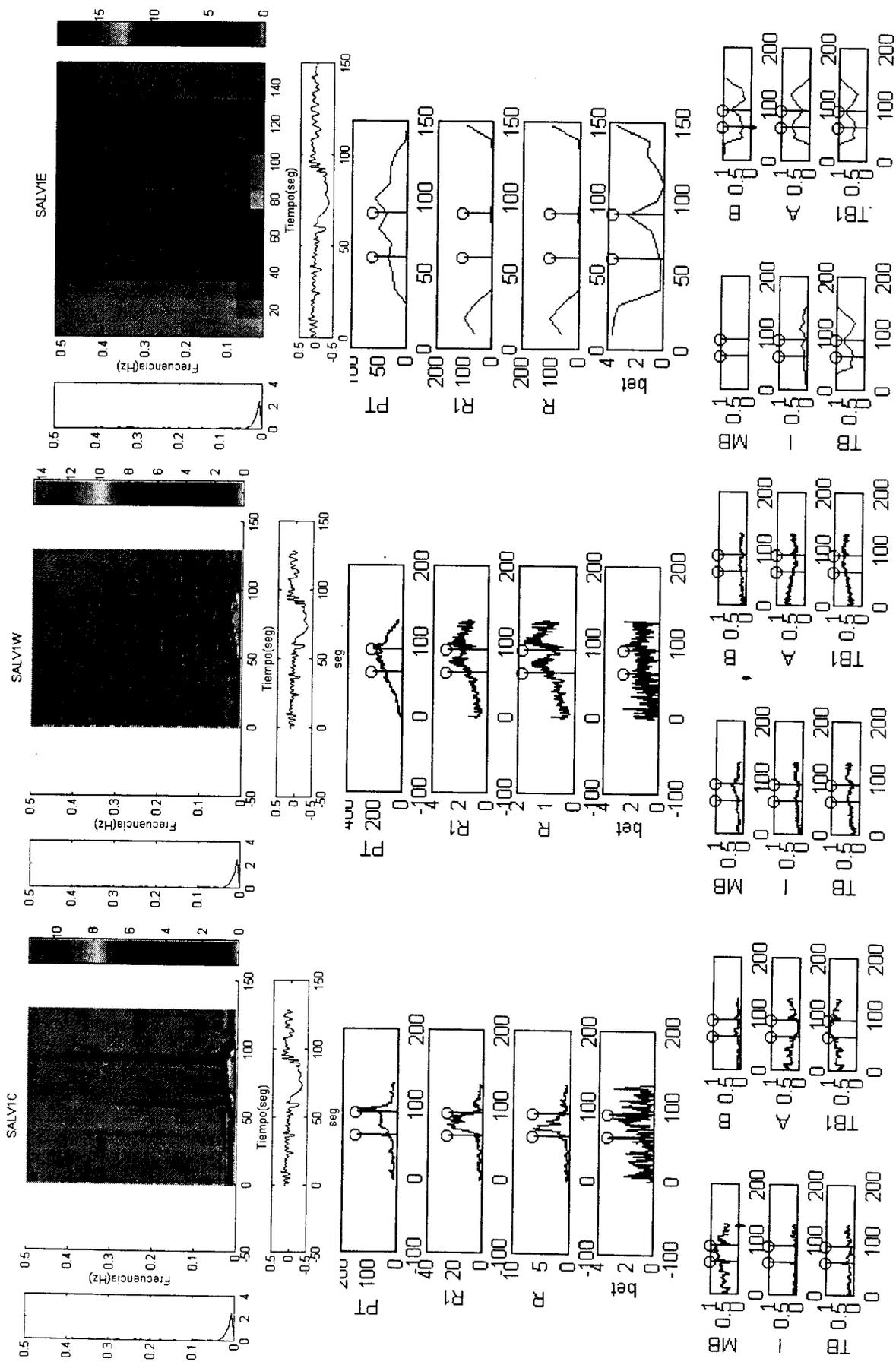
(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 6 repetición



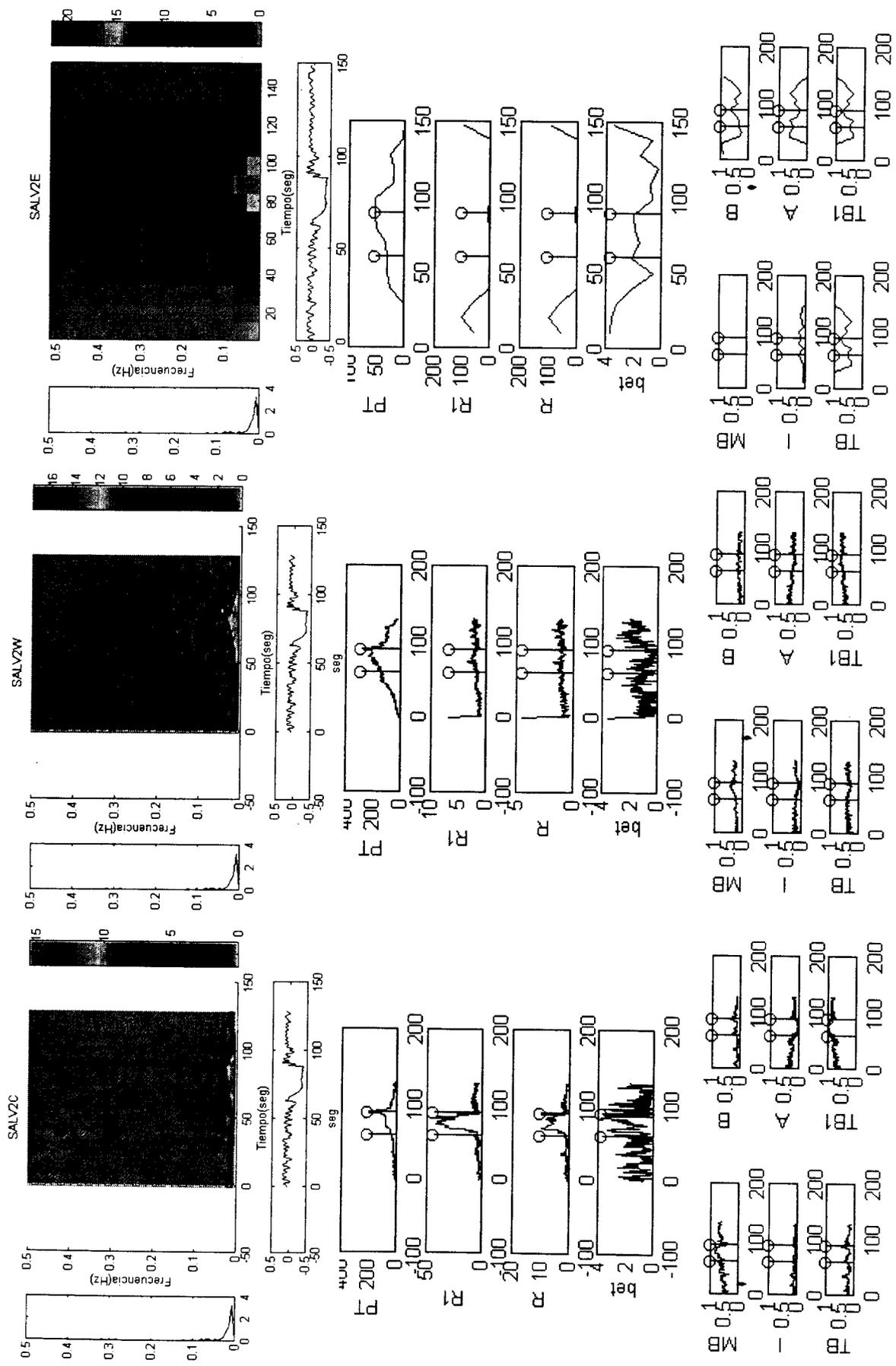
(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 7



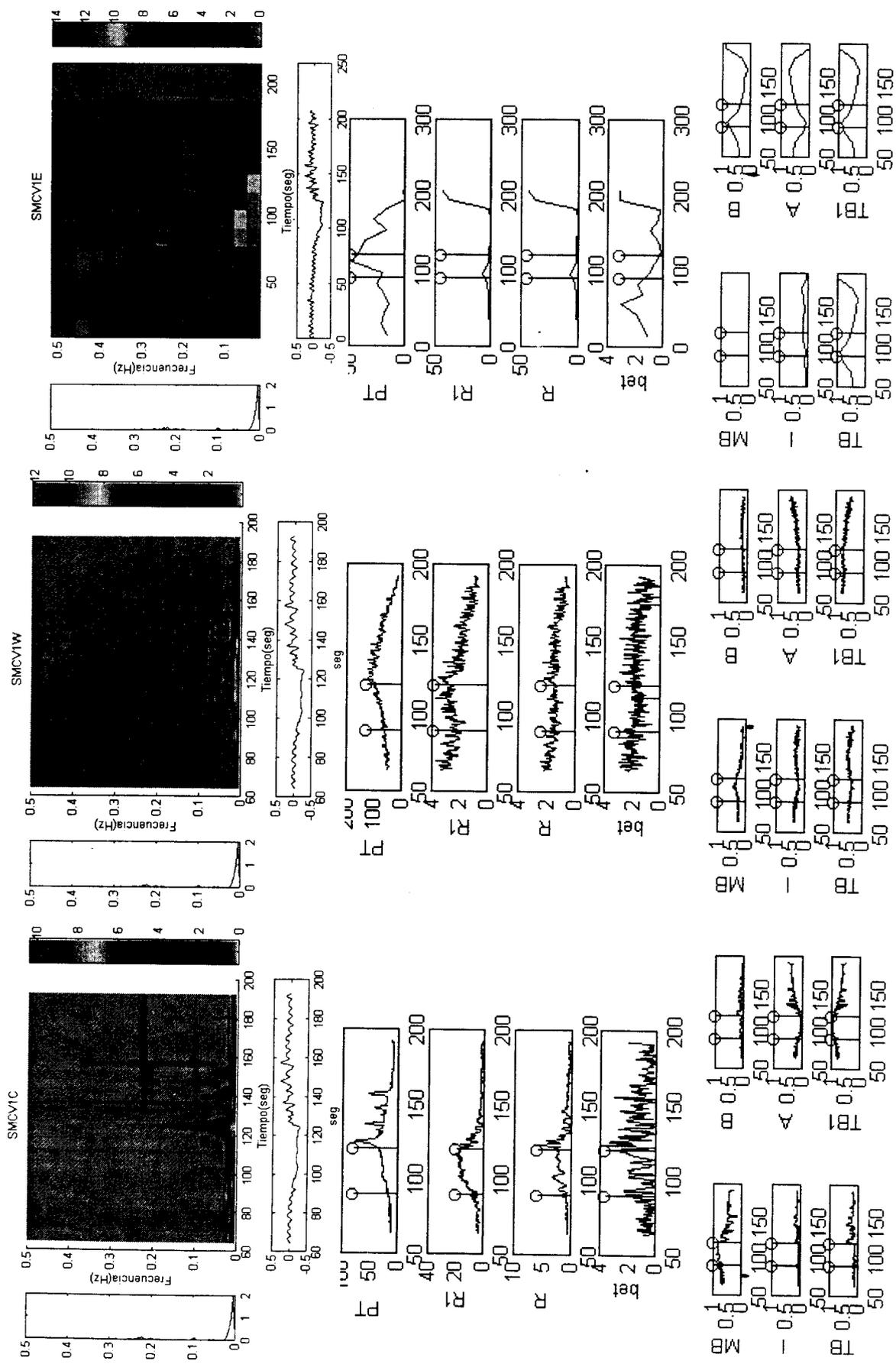
(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 7 repetición



(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 8



(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 8 repetición

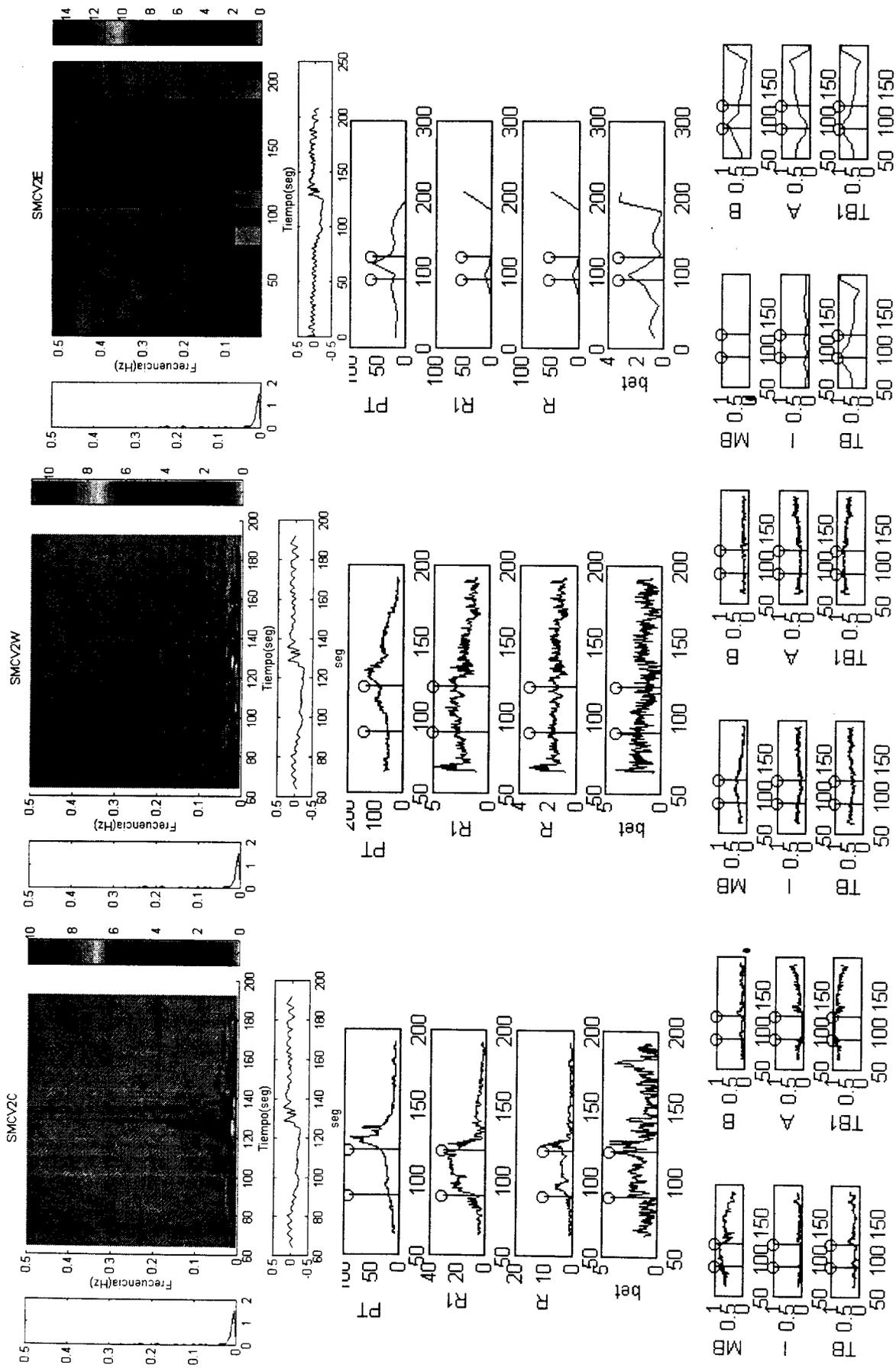


(a)

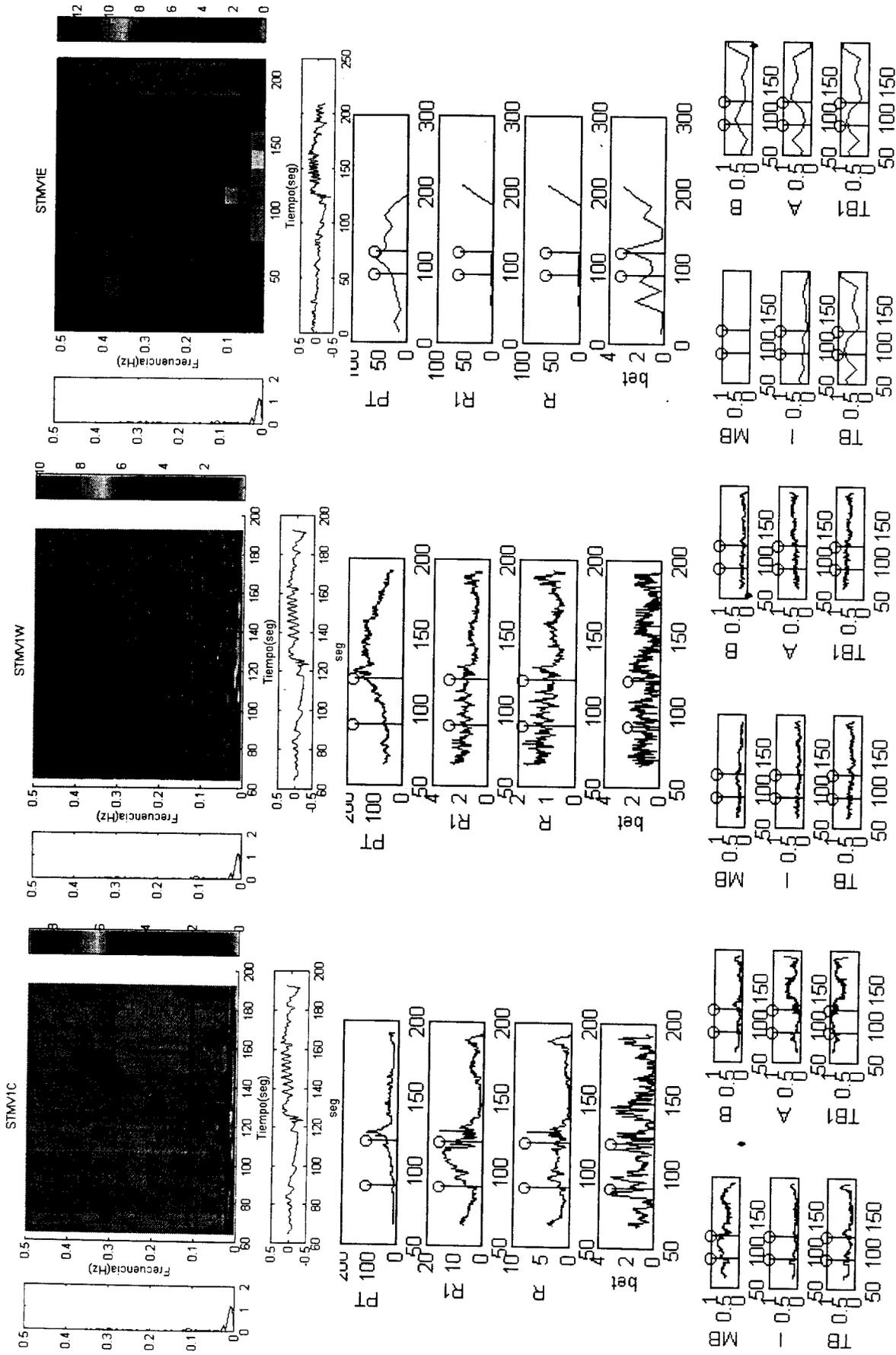
(b)

(c)

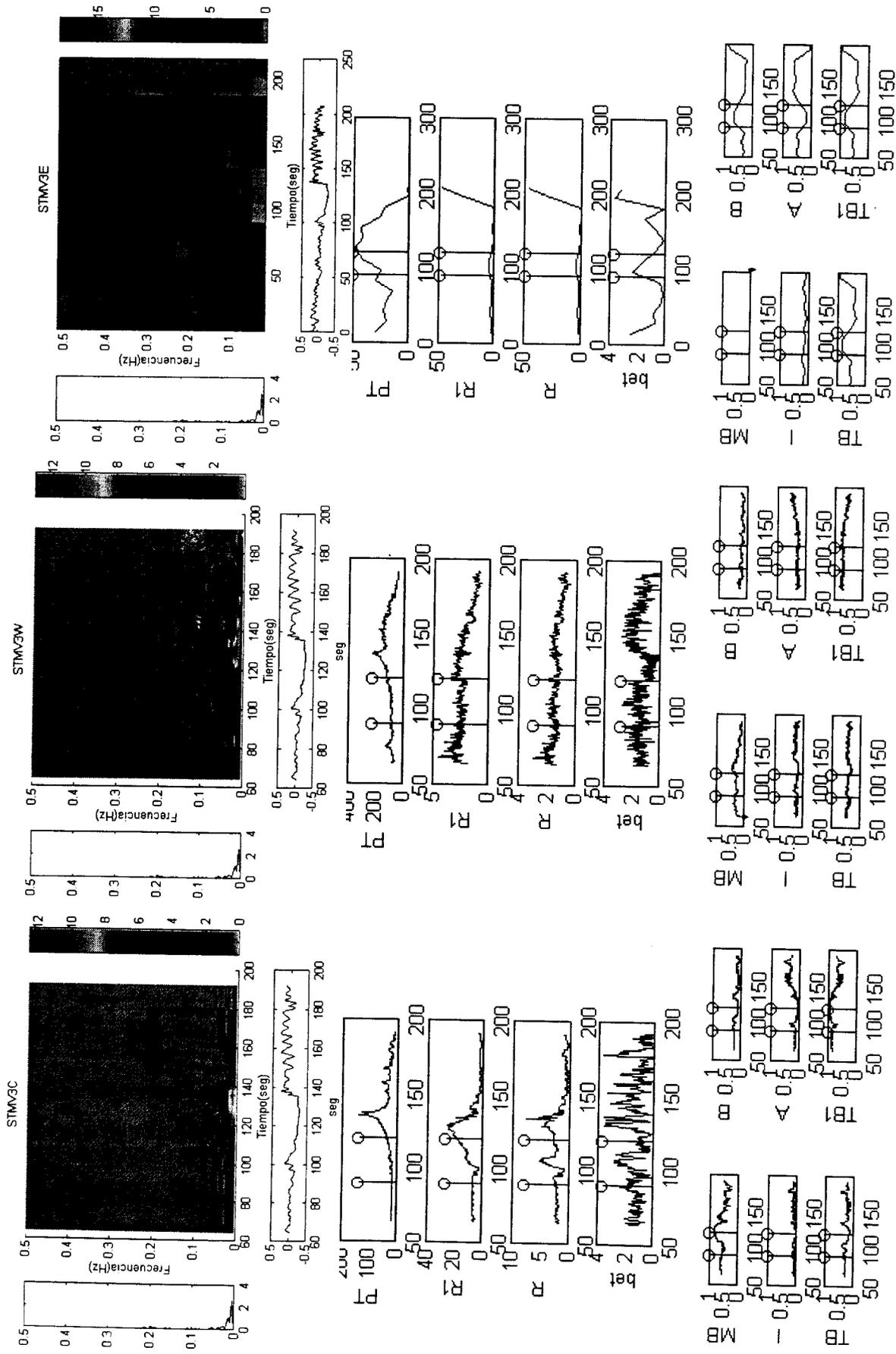
Figura 5.17. (a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 9



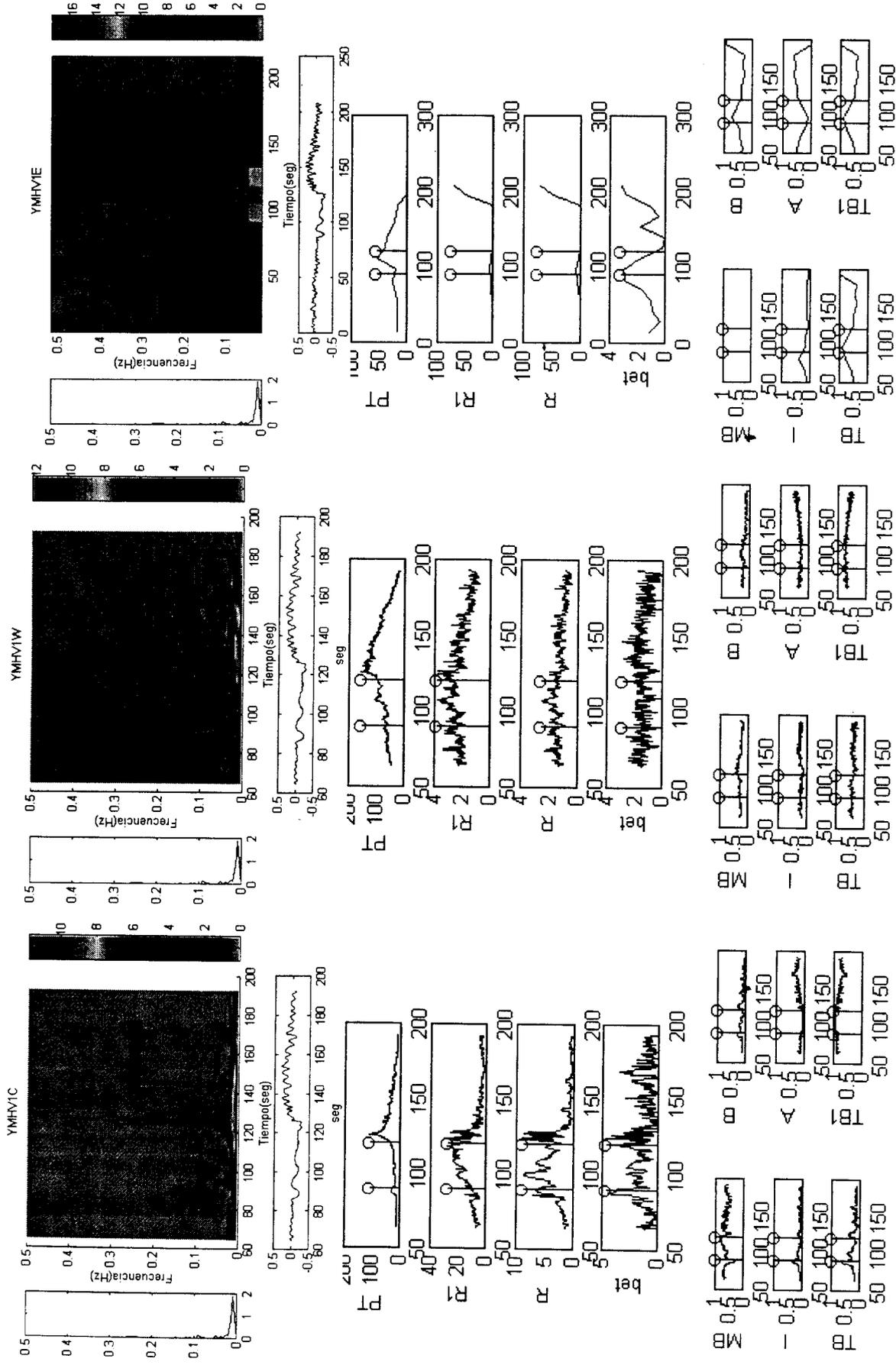
(a) (b) (c)
 Figura 5.18. (a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 9 repetición



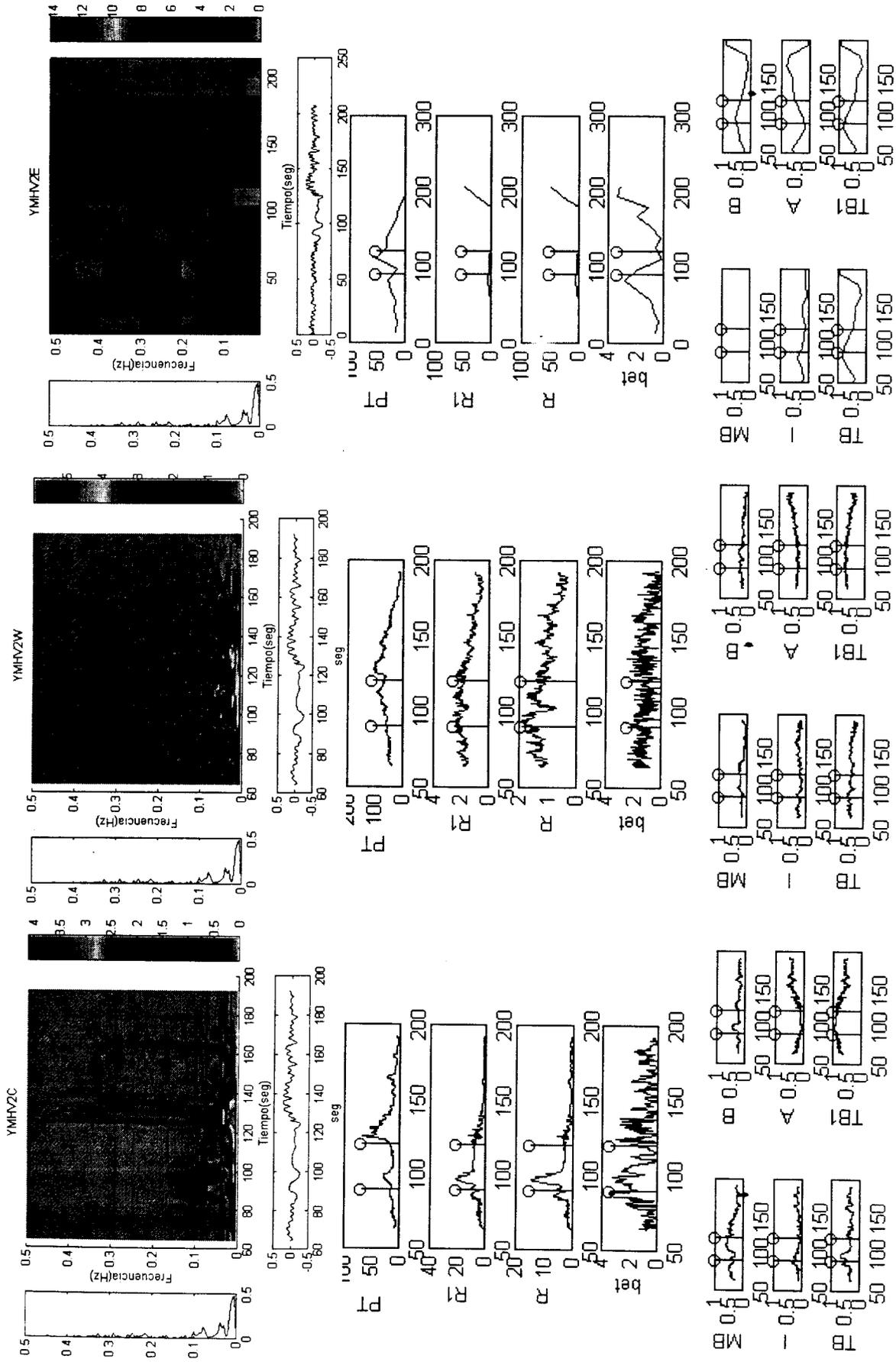
(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto I0



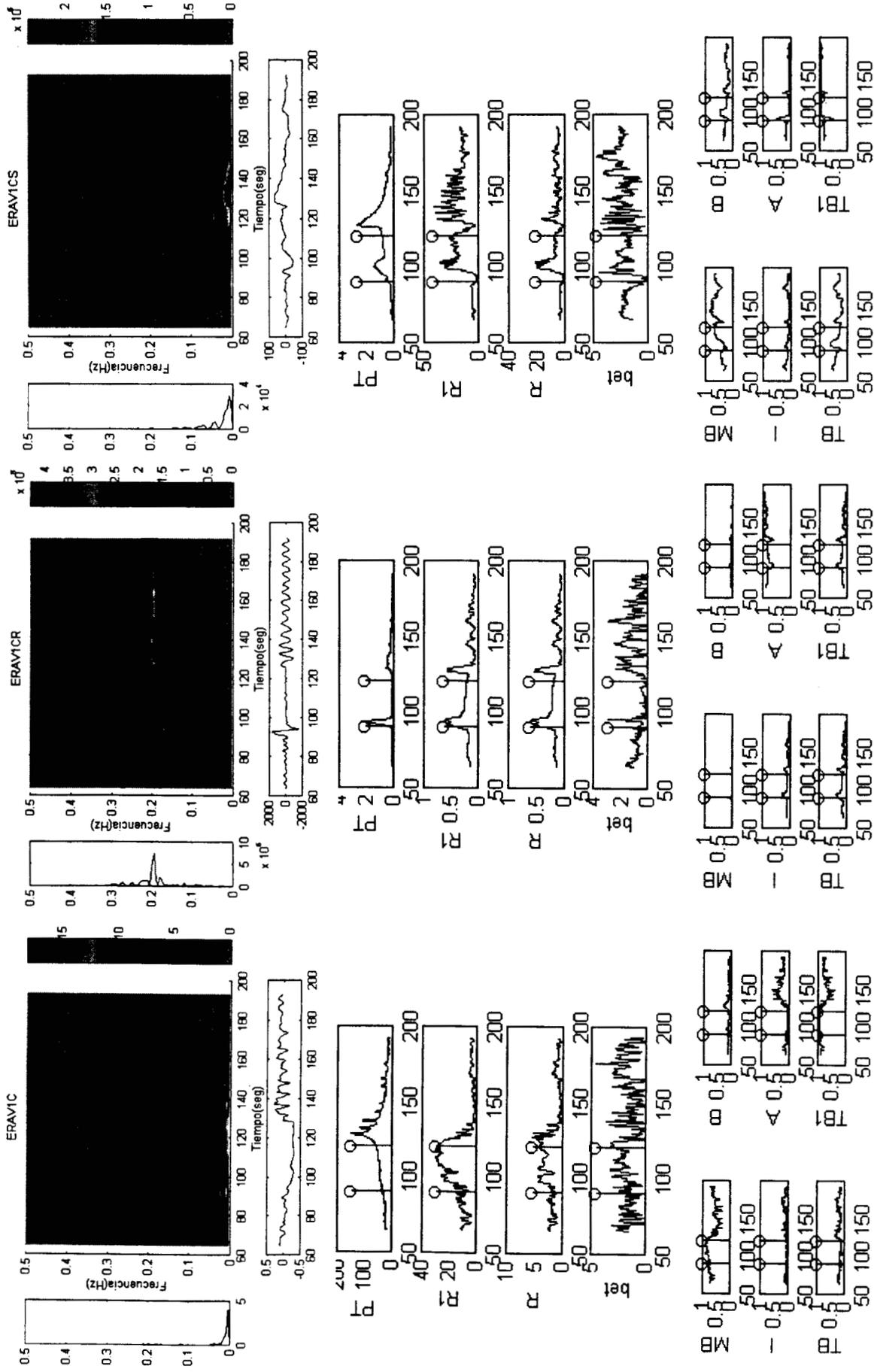
(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto 10 repetición



(a) (b) (c) Figura 5.2.1. (a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto I1



(a) Distribución Exponencial (b) Distribución de Wigner y (c) Espectrograma del sujeto I1 repetición

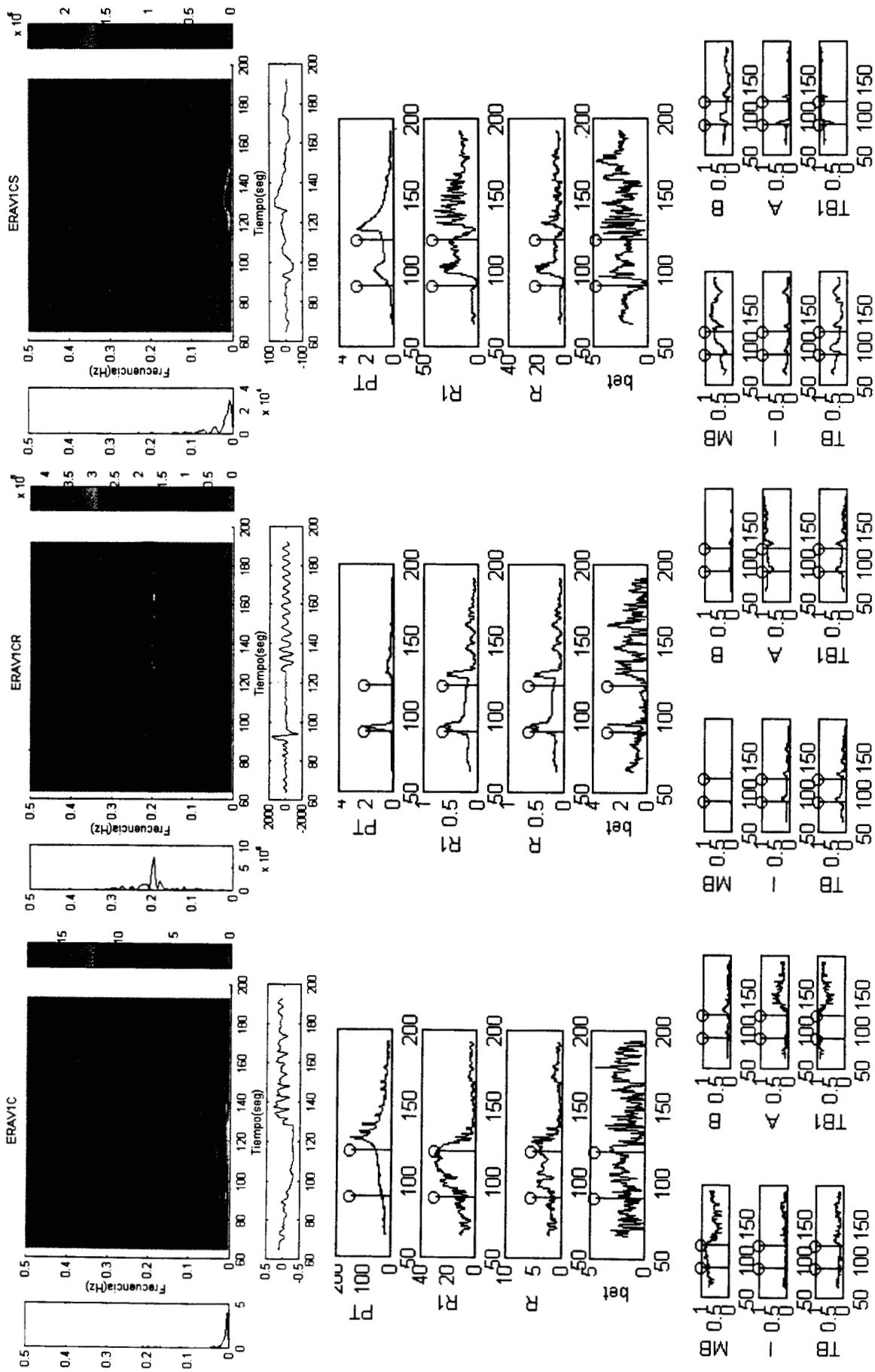


(a)

(b)

(c)

Figura 6.1 (a) Intervalos RR (b) Respiración (c) Presión Sistólica

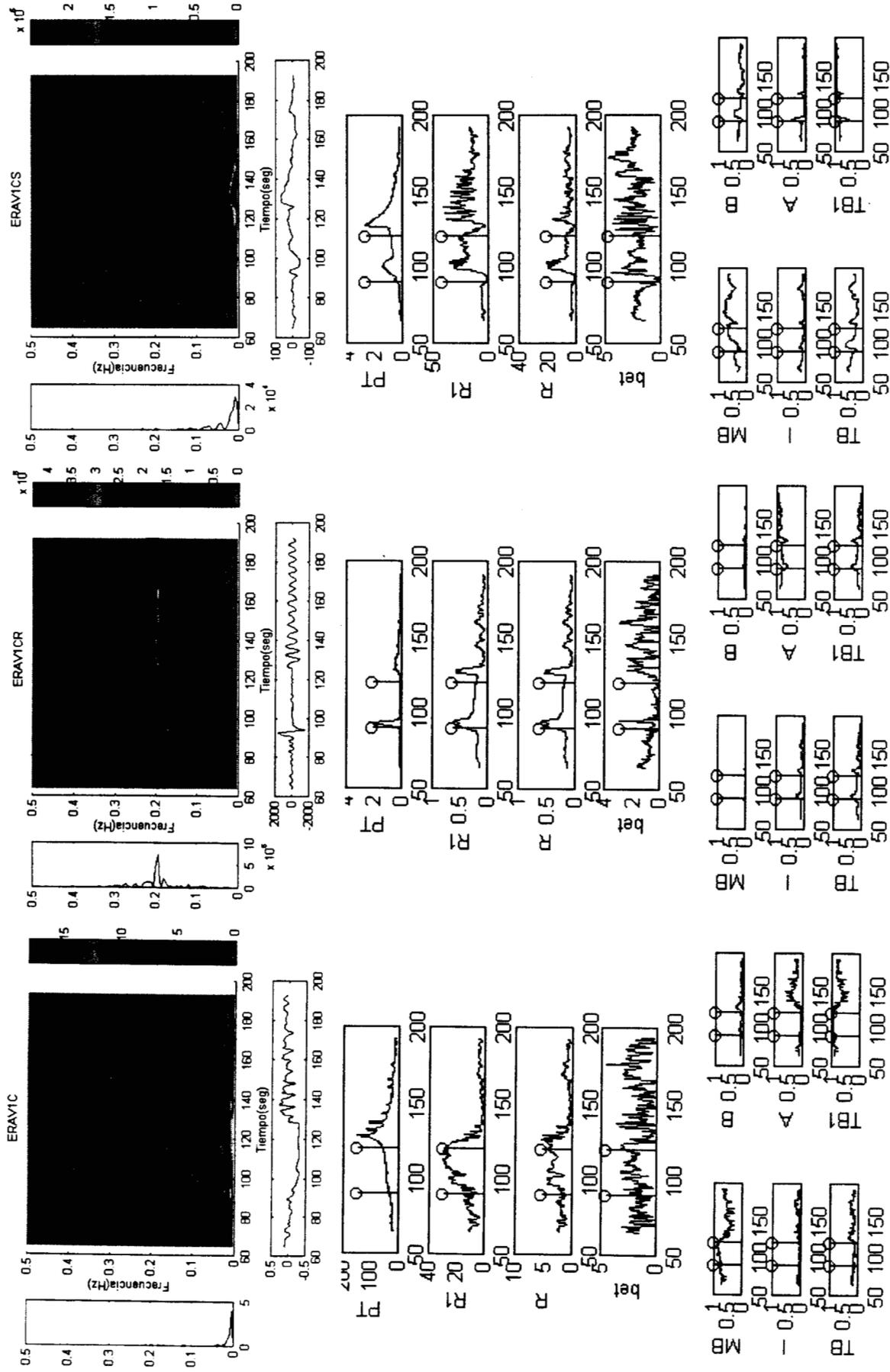


(a)

(b)

(c)

Figura 6.1 (a) Intervalos RR (b) Respiración (c) Presión Sistólica

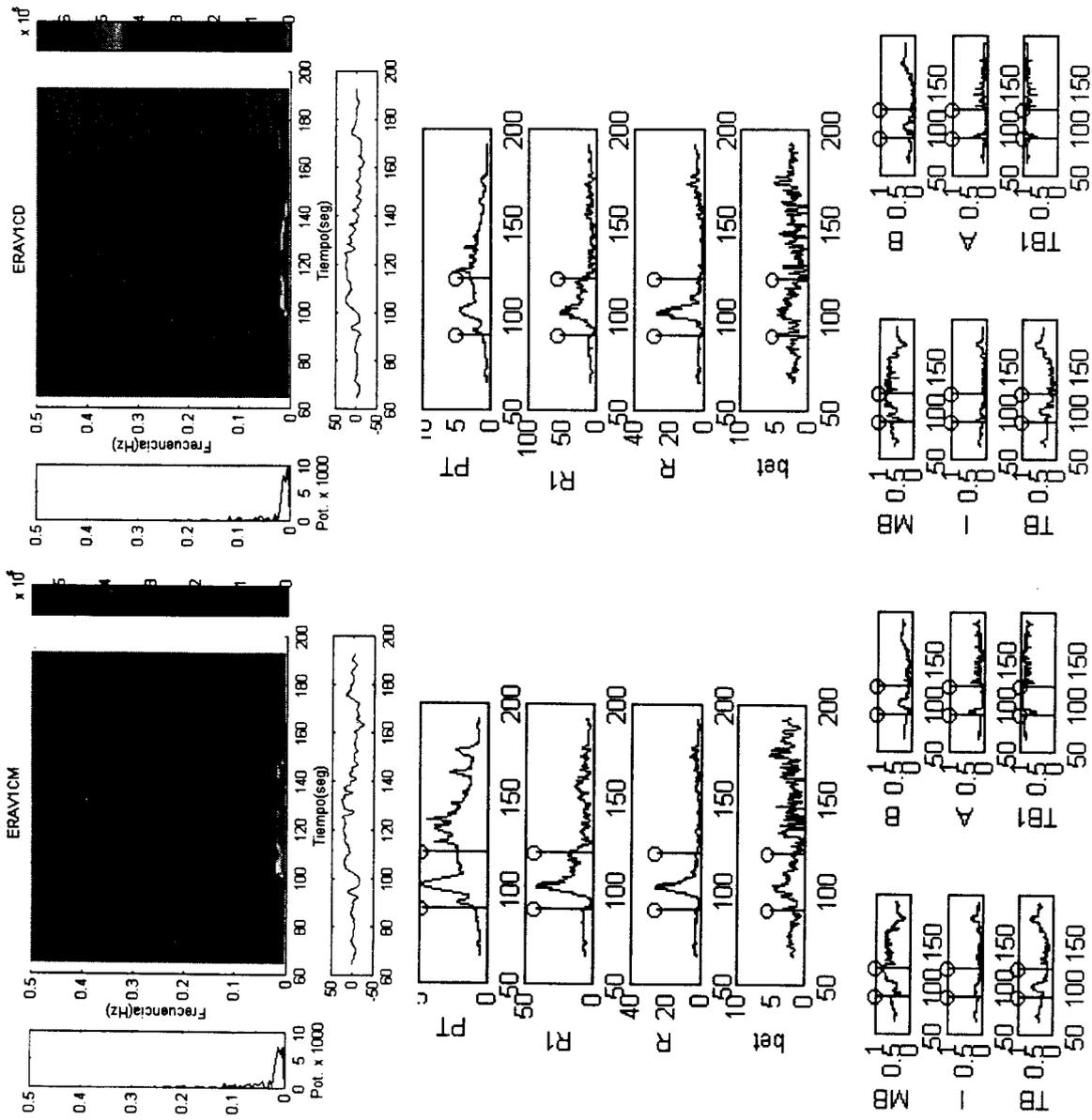


(a)

(b)

(c)

Figura 6.1 (a) Intervalos RR (b) Respiración (c) Presión Sistólica



(d) (e)

Figura 6.1. cont. (d) Presión Media (e) Presión Diastólica.

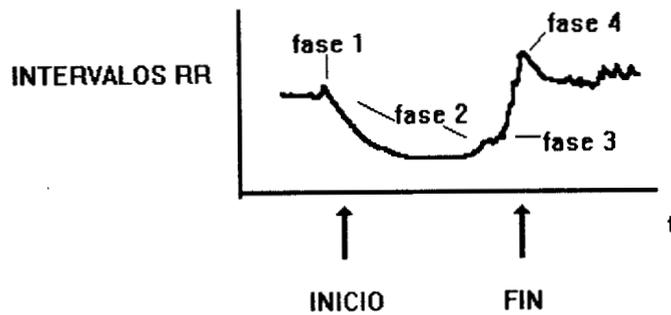


Figura 5.23. Modelo de la serie de intervalos RR

La descripción cualitativa detallada para la señal en el tiempo de cada sujeto y su repetición se encuentra en el apéndice A4.

5.2 DESCRIPCIÓN DE LA VARIABILIDAD DEL INTERVALO RR EN EL DOMINIO TIEMPO-FRECUENCIA.

A continuación se describe el patrón gráfico y el comportamiento de los índices: Potencia total, Beta, Relación Baja/Alta, componentes de Baja Global, componentes de Alta y componentes de muy baja, baja e intermedia para cada una de las etapas (antes, durante y después), para cada una de las distribuciones (Espectrograma, Wigner y Choi-Williams) y por sujeto (con su repetición).

5.2.1. PATRÓN GRÁFICO TIEMPO-FRECUENCIA.

En suma de manera inmediata se pudo observar la pobre resolución del espectrograma y la gran cantidad de términos de interferencia que presenta la distribución de Wigner. En base a la distribución de Choi-Williams se anotan las siguientes características:

- En 5 sujetos ambos estudios y 3 sujetos en un estudio, se observan sombras rítmicas antes de la maniobra.
- En 7 sujetos ambos estudios existe una región en la distribución entre 0-0.1Hz. donde se marca el inicio de la maniobra o fase 1. En 2 sujetos se observó este efecto solo en un estudio.
- En 10 sujetos ambos estudios y 1 sujeto en una maniobra, se observa una intensidad mediana en bajas frecuencias (aproximadamente entre 0-0.025 Hz.) antes de la maniobra.
- En 7 sujetos ambos estudios y en 2 sujetos una sola maniobra, se observa que la banda de frecuencia aumenta, en comparación de la fase de control (0-0.030 o 0.040 Hz.), durante la fase 2.
- En 7 sujetos ambos estudios y 1 sujeto en una maniobra la banda de frecuencia aumenta un poco más en la fase 4 (0-0.040 Hz.)
- En los 11 sujetos ambos estudios, se distingue el artefacto de fin de maniobra (fase 4).

- En 7 sujetos ambos estudios y en 1 sujeto una maniobra, se observa que la intensidad de potencia aumenta hacia el final de la maniobra. Mientras que en 3 sujetos un estudio, se observa la mayor intensidad en la mitad de la maniobra y en 1 sujeto ambos estudios y 2 sujetos 1 repetición se observa el incremento en la intensidad en el inicio de la maniobra.
- En 8 sujetos ambos estudios y en 3 sujetos en un estudio, se observa que la intensidad regresa hacia la banda de bajas frecuencias (0-0.025 Hz.) en el tiempo de postmaniobra.
- En 3 sujetos ambos estudios y en 3 sujetos en un estudio, la intensidad observada en la recuperación es mayor en comparación con la de la fase control.
- En 4 sujetos ambos estudios y en 6 sujetos en un estudio se observan sombras rítmicas en la fase de recuperación.

Haciendo referencia a la distribución de Wigner, es conveniente mencionar que el comportamiento de la distribución parecería atrapado en una serie de sombras y términos cruzados, sin embargo, comparándola con la DE se vislumbra un resultado parecido. La distribución de Wigner en 2 sujetos en ambos estudios y en 1 sujeto en un estudio, es bastante clara.

Con respecto al espectrograma, se observa el artefacto de la fase 4 en los 11 sujetos ambos estudios y se nota el aumento en la potencia durante la maniobra.

Por tanto, a partir de la descripción del patrón gráfico de las 3 distribuciones resulta notoria la superioridad de la de Choi-Williams respecto al patrón de los otras dos representaciones. Fue posible además describir un patrón característico de comportamiento espectral en función de la frecuencia y el tiempo para cada una de las etapas del protocolo. Más aún, son distinguibles diferentes comportamientos en la etapa de la maniobra. En forma global la imagen resulta muy semejante tanto intrasujeto (repetición) como entre los sujetos.

La figura 5.24 muestra el comportamiento general de la gráfica tiempo-frecuencia para la población estudiada. Es notorio que la energía, en las tres etapas del registro, se concentra en las bajas frecuencias que como se conoce del análisis de la VFC se encuentran mediadas por la actividad de ambas ramas del sistema nervioso autónomo. Se observa que la variabilidad del intervalo RR en el transcurso de la maniobra disminuye y por lo tanto se ve incrementado el pico en las bajas frecuencias.

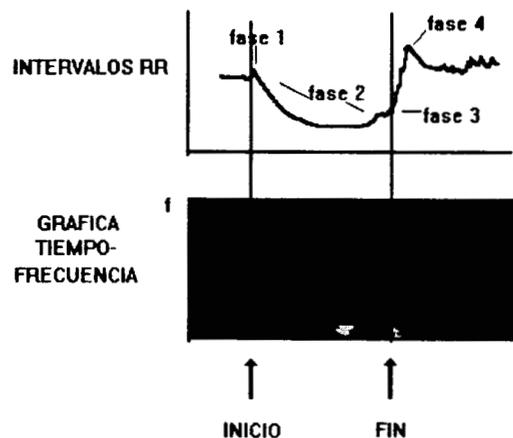


Figura 5.24. Modelo de la gráfica tiempo-frecuencia.

La descripción cualitativa detallada para la gráfica tiempo-frecuencia de cada sujeto y su repetición se encuentra en el apéndice A5.

5.2.2. POTENCIA TOTAL.

En suma el comportamiento de la potencia total durante las tres etapas del protocolo y para cada distribución fue:

En el espectrograma:

- En 9 sujetos ambos estudios y 1 sujeto 1 estudio, se observó un aumento en la potencia durante la maniobra.
- En 6 sujetos ambos estudios y 3 sujetos 1 estudio se observó que la potencia en la etapa de recuperación es mayor que el la etapa de control.
- En 6 sujetos ambos estudios y 1 sujetos 1 estudio se observaron picos al final de la maniobra.

En la distribución de Wigner:

- En 9 sujetos ambos estudios y 1 sujeto 1 estudio, se observó un aumento en la potencia durante la maniobra.
- En 5 sujetos ambos estudios y 5 sujetos 1 estudio se observó que la potencia en la etapa de recuperación es mayor que el la etapa de control.
- En 5 sujetos ambos estudios y 1 sujetos 1 estudio se observaron picos al final de la maniobra.
- En 11 sujetos ambos estudios , se observaron oscilaciones en la potencia.

En la distribución de Choi-Williams

- En 8 sujetos ambos estudios y 2 sujetos 1 estudio, se observó un aumento en la potencia durante la maniobra.
- En 4 sujetos ambos estudios y 3 sujetos 1 estudio se observó que la potencia en la etapa de recuperación es mayor que el la etapa de control.
- En 11 sujetos ambos estudios se observaron picos al final de la maniobra.
- En 7 sujetos ambos estudios y 1 sujetos 1 estudio se observó que las oscilaciones en la etapa de recuperación aumentan.
- En 5 sujetos ambos estudios , 2 sujetos la 1 estudio con la distribución de Choi y en 1 sujeto ambos estudios con la distribución de Wigner se distingue el siguiente comportamiento. Se mantiene constante antes de la maniobra con una cantidad mediana oscilaciones de pequeña amplitud y mediana frecuencia. Justo en el inicio de la maniobra se observa un incremento {fase 1} después disminuye para incrementarse hacia la mitad de la maniobra y disminuir nuevamente {fase 2}. Antes del fin de la maniobra se observa otro incremento y disminución. Al poco tiempo de terminada la maniobra se distinguen picos de gran amplitud {fase 4}.
- En 3 sujetos ambos estudios , 2 sujetos la 1 estudio con la distribución de Choi y en 1 sujeto ambos estudios con la distribución de Wigner. Se distingue el siguiente comportamiento: Se mantiene constante antes de la maniobra con una cantidad pequeña oscilaciones de pequeña amplitud y mediana frecuencia. Cuando la maniobra inicia se observa un incremento {fase 1} hiperbólico hasta el final de la misma {fase 2}. Al poco tiempo de terminada la maniobra se distinguen picos de gran amplitud {fase 4}.

- En 1 sujetos ambos estudios , 1 sujeto la 1 estudio con la distribución de Wigner y en 1 sujeto ambos estudios , 1 sujeto la primera repetición y 1 sujeto la segunda repetición con la distribución de Wigner . Se distingue el siguiente comportamiento: Se mantiene constante antes de la maniobra con una cantidad pequeña oscilaciones de pequeña amplitud y mediana frecuencia. Cuando la maniobra inicia se observa un incremento {fase 1} hiperbólico hasta el final de la misma {fase 2}. Al término de la maniobra disminuye paulatinamente.
- En 2 sujetos ambos estudios , 1 sujetos la 1 estudio, 1 sujetos la 2 repetición con la distribución de Wigner. Se distingue el siguiente comportamiento: Se incrementa ligera y paulatinamente antes de la maniobra con una cantidad grande oscilaciones de pequeña amplitud y gran frecuencia. Cuando la maniobra inicia se observa un ligero incremento para mantenerse constante durante toda la maniobra. Para el final de la maniobra se observa un descenso paulatino hacia valores similares que los presentados antes de la maniobra.
- En 5 sujetos ambos estudios , 1 sujetos la 1 estudio, 1 sujetos la 2 repetición con el espectrograma. Se distingue el siguiente comportamiento: Se incrementa paulatinamente antes de la maniobra. Cuando la maniobra inicia se observa un ligero decremento para aumentar de forma lineal hasta poco antes de terminar la maniobra en donde comienza el decremento hasta el final del registro.
- En 1 sujetos ambos estudios , 1 sujetos la 1 estudio, 2 sujetos la 2 repetición con el espectrograma. Se distingue el siguiente comportamiento: Se mantiene casi constante antes de la maniobra. Cuando la maniobra inicia continua con esta tendencia hasta la mitad de la misma en donde hay un incremento, disminuye y permanece allí hasta el final de la maniobra. Poco después de terminada la maniobra hay se observa un incremento {fase 4} para posteriormente disminuir paulatinamente hasta el final del registro.
- En 1 sujetos ambos estudios , 1 sujetos la 1 estudio con el espectrograma y 1 sujeto ambos estudios con la distribución de Wigner. Se distingue el siguiente comportamiento: Se mantiene constante antes de la maniobra. Cuando esta comienza hay un incremento para luego descender hacia la mitad de la maniobra. Una vez terminada se observa un incremento a los pocos segundos de terminada la maniobra.
- En 1 sujetos ambos estudios , 1 sujetos la 1 estudio con el espectrograma y 1 sujeto la 1 estudio con la distribución de Wigner. Se distingue el siguiente comportamiento: Aumenta paulatinamente hacia el inicio de la maniobra. Una vez que empieza esta disminuye paulatinamente hasta el final de la maniobra donde existe otro pico a los pocos segundos de terminada la maniobra.
- En 1 sujetos ambos estudios , 1 sujetos la 1 estudio con el espectrograma y 1 sujeto la 1 estudio con la distribución de Wigner. Se distingue el siguiente comportamiento: Aumenta paulatinamente hacia el inicio de la maniobra. Una vez que empieza esta disminuye paulatinamente hasta el final de la maniobra donde existe otro pico a los pocos segundos de terminada la maniobra.
- En 1 sujetos la 2 repetición con el espectrograma y 1 sujeto la 1 estudio con la distribución de Choi. Se distingue el siguiente comportamiento: Se mantiene casi constante, con un incremento cuando comienza la maniobra, seguido de una disminución y un aumento paulatino hasta el final de la misma. Cuando esta termina se observa una

disminución hasta encontrarse otro incremento a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Así en general el comportamiento de la potencia espectral total en función del tiempo es diferente para cada distribución pero semejante por una misma distribución tanto intra como entre sujetos. Es notorio el hecho de que durante la maniobra la potencia aumente a pesar de la disminución de la variabilidad del RR.

La figura 5.25 muestra el comportamiento de la potencia total presentado por la mayoría de los sujetos. La potencia se va incrementando paulatinamente y alcanza un máximo al final de la maniobra, evento relacionado a la variabilidad de la señal, es decir la variabilidad del RR se incrementa durante la maniobra.

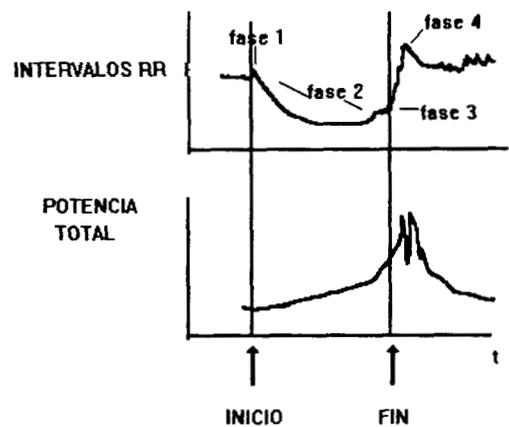


Figura 5.25. Modelo de la potencia total.

La descripción cualitativa detallada para la potencia total de cada sujeto y su repetición se encuentra en el apéndice A6.

5.2.3. PENDIENTE DE LA RELACIÓN LOGARITMO DE LA POTENCIA-LOGARITMO DE LA FRECUENCIA (BETA).

De tal forma, a partir del comportamiento de la beta en las diferentes distribuciones, podemos decir:

En el espectrograma:

- En 10 sujetos ambos estudios, se observan oscilaciones lentas y pocas antes de la maniobra.
- En los 11 sujetos ambos estudios, se observó el valor de la beta entre 2U y 4U.
- En 5 sujetos ambos estudios y en 1 sujetos un estudio presentan un aumento de la beta hacia el inicio de la maniobra.
- En 9 sujetos ambos estudios, se observa un aumento rápido y una disminución hasta el final de la maniobra del valor de beta, correspondientes a la fase 1 y 2 de la señal en el tiempo respectivamente.

- En 7 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observan oscilaciones una vez terminada la maniobra que se relacionan con la fase 4 de la señal en el tiempo.

En la distribución de Wigner:

- En 11 sujetos, ambos estudios, se observan oscilaciones rápidas y de amplitud entre mediana y alta antes de la maniobra.
- En los 11 sujetos ambos estudios, se observó el valor de la beta entre 2U y 4U.
- En 7 sujetos ambos estudios, no hay cambio alguno en ninguna etapa.

En la distribución de Choi-Williams:

- En 11 sujetos ambos estudios, se observan oscilaciones de mediana amplitud y mediana aparición antes de la maniobra.
- En los 11 sujetos ambos estudios, se observó el valor de la beta entre 2U y 4U.
- En 5 sujetos ambos estudios y en 1 sujetos un estudio presentan un aumento de la beta hacia el inicio de la maniobra.
- En 9 sujetos ambos estudios y dos sujetos un estudio, se observa un aumento y disminución del valor de beta, correspondientes a las fases 1 y 2 de la señal en el tiempo, respectivamente.
- En 9 sujetos ambos estudios y 2 sujetos un estudio, se observa oscilaciones que se relacionan con la fase 4 de la señal en el tiempo.

El comportamiento, por los resultados anteriores, de la pendiente fue diferente por las tres distribuciones, sobre todo en la etapa de la maniobra, con algunos matices. El comportamiento por Choi tiende a parecerse al dado por el espectrograma aunque e primero al tener mejor resolución es más “ruidoso”. La magnitud de la pendiente al indicar tanto la amplitud relativa de las potencias bajas y altas, como la distancia fractal, muestra que conforme transcurre la maniobra los componentes de bajas disminuyen y aumenta la dimensionalidad y por lo tanto la complejidad de la señal. Resultados que pueden ser explicados por un aumento en la actividad autonómica. Vale la pena mencionar que este es el primer estudio donde se utilizó la beta como índice de una distribución frecuencia tiempo.

El comportamiento general de la beta se presenta en la figura 5.26. Alcanza un máximo al principio para luego decrecer durante la maniobra y volver a un valor de control en la etapa de recuperación. Dada la relación entre pendiente y complejidad del intervalo, se tiene que durante la maniobra aumenta la complejidad del sistema cardiovascular.

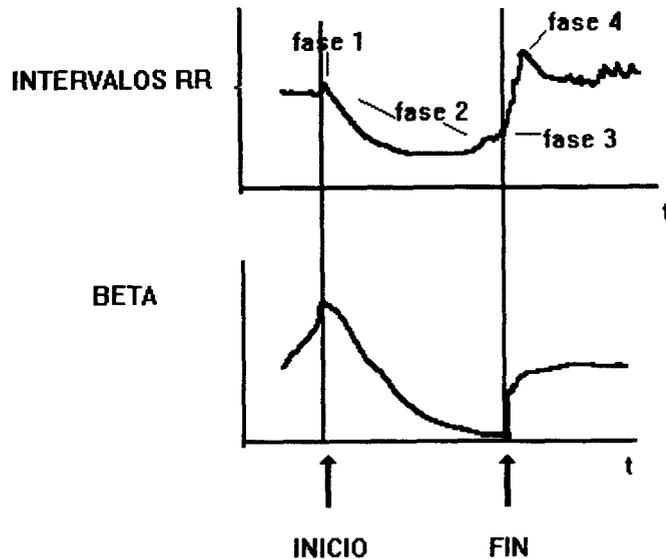


Figura 5.26. Modelo de la beta.

La descripción cualitativa detallada para la beta de cada sujeto y su repetición se encuentra en el apéndice A7.

5.2.4. RELACIÓN BAJA/ALTA.

A partir de la anterior descripción del comportamiento de la relación baja/alta para cada etapa del protocolo y para cada una de las distribuciones, se tiene:

En el espectrograma:

- En 11 sujetos ambos estudios, se observó un comportamiento constante antes de la maniobra.
- En 8 sujetos ambos estudios, se observó un aumento relacionado con la fase 1 de la señal en el tiempo.
- En 9 sujetos ambos estudios y 2 sujetos un estudio, se observó que la relación permanece en los mismos valores en la etapa de recuperación respecto a la de control.

En la distribución de Wigner:

- En 10 sujetos ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se observó un comportamiento constante antes de la maniobra.
- En 5 sujetos ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se observó un aumento relacionado con la fase 1 de la señal en el tiempo.
- En 5 sujetos ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se observó un aumento durante la maniobra que se relacionó con la fase 2 de la señal en el tiempo.
- En 7 sujetos ambos estudios y 2 sujetos un estudio, se observó una disminución que corresponde a la fase 3 de la señal en el tiempo.
- En 7 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observaron oscilaciones que están relacionadas a la fase 4 de la señal en el tiempo.

- En 5 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó que la relación permanece en los mismos valores en la etapa de recuperación respecto a la de control.

En la distribución de Choi-Williams:

- En 11 sujetos ambos estudios, se observó un comportamiento constante antes de la maniobra.
- En 11 sujetos ambos estudios, se observó un aumento correspondiente a la fase 1 de la señal en el tiempo.
- En 11 sujetos ambos estudios, se observó un aumento correspondiente a la fase 2 de la señal en el tiempo.
- En 11 sujetos ambos estudios, se observó una disminución correspondiente a la fase 3 de la señal en el tiempo.
- En 11 sujetos ambos estudios, se observaron oscilaciones relacionadas con la fase 4 de la señal en el tiempo.
- En 5 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó que la relación permanece en los mismos valores en la etapa de recuperación respecto a la de control.

Por tanto el comportamiento de la relación baja/alta resultó diferente para cada una de las distribuciones para un mismo sujeto y entre ellos. Por otra parte, existe cierto patrón para una misma distribución (sobre todo la de Choi-Williams) entre los sujetos.

La conducta de este índice en la mayor parte de los sujetos estudiados muestra valores intermedios para la etapa de control, situación que refleja un balance entre la actividad del simpático y del parasimpático. Mientras que durante la maniobra la relación crece mostrando la menor activación del sistema parasimpático y la mayor del simpático situación que se hace máxima en la fase 2. La relación luego decrece indicando la desactivación paulatina del simpático y el aumento en el parasimpático, fenómeno que se maximiza en la etapa de recuperación. Esto se observa en la figura 5.27.

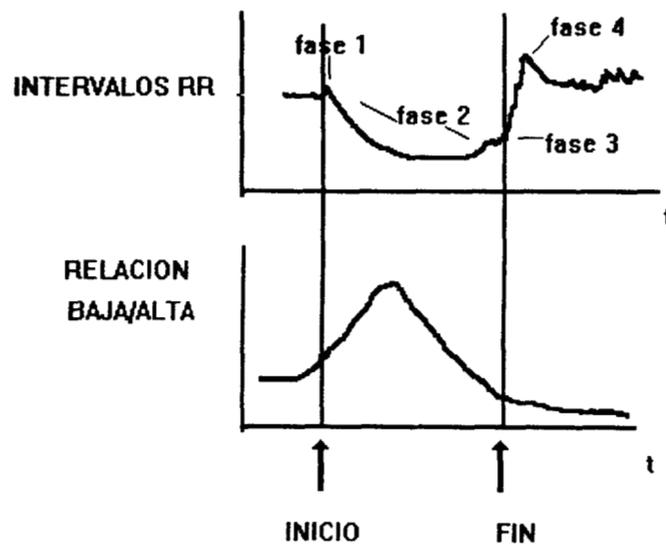


Figura 5.27. Modelo de la relación baja/alta.

La descripción cualitativa detallada para la relación baja/alta de cada sujeto y su repetición se encuentra en el apéndice A8.

5.2.5. COMPONENTE DE ALTAS.

De acuerdo al comportamiento de la potencia en la banda de alta frecuencia para cada una de las distribuciones y por etapa:

En el espectrograma:

- En 4 sujetos, ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó una disminución paulatina antes de la maniobra.
- En 6 sujetos, ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se observó una disminución durante la maniobra.
- En 6 sujetos, ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se observó una tendencia a permanecer disminuida con respecto a los valores de la etapa de control durante la maniobra.
- Excepto en 4 archivos, se observa que la etapa de recuperación posee valores iguales o por arriba respecto a los observados en la etapa de control.

En la distribución de Wigner:

- En 9 sujetos, ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se observó constante antes de la maniobra.
- En 3 sujetos, ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó una disminución durante la maniobra.
- En 3 sujetos, ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó una tendencia a permanecer disminuida con respecto a los valores de la etapa de control durante la maniobra.
- Excepto en 4 archivos, se observa que la etapa de recuperación posee valores iguales o por arriba respecto a los observados en la etapa de control.

En la distribución de Choi::

- En 2 sujetos, ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó una disminución antes de la maniobra.
- En 11 sujetos, ambos estudios, se observó una disminución durante la maniobra.
- En 11 sujetos, ambos estudios, se observó una tendencia a permanecer disminuida con respecto a los valores de la etapa de control durante la maniobra.
- Excepto en 4 archivos, se observa que la etapa de recuperación posee valores iguales o por arriba respecto a los observados en la etapa de control.

Los componentes de las altas resultaron semejantes por las distribuciones de Wigner y Choi. En general existe un patrón característico de comportamiento de este estudio tanto intrasujeto como entre los sujetos: su ostensible disminución durante la etapa de maniobra.

La conducta de este índice, de manera genérica, se observa que tiene poca amplitud durante las tres etapas del registro y es aún menor durante el desarrollo de la maniobra, fase 2, para alcanzar valores de control durante la fase 3 y la etapa de recuperación. El comportamiento de alta se relaciona solo con la actividad del parasimpático. Por tanto durante la maniobra disminuye para aumentar al final y después de ella. Comportamiento

que explica en parte el de la relación baja/alta. En la figura 5.28. se muestra el modelo generalizado obtenido en la población del presente estudio.

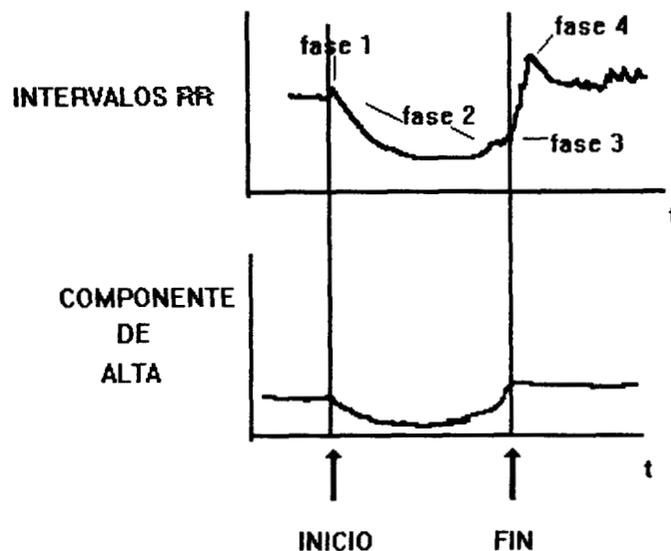


Figura 5.28. Modelo del componente de alta.

La descripción cualitativa detallada para el componente de altas de cada sujeto y su repetición se encuentra en el apéndice A9.

5.2.6. COMPONENTE DE BAJAS GLOBALES.

En suma, el comportamiento en el tiempo del componente de baja global en el tiempo para cada etapa del protocolo y para cada distribución:

En el espectrograma:

- En 1 sujetos ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se observa más o menos constante los valores para antes de la maniobra.
- En 8 sujetos ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se llega a apreciar un incremento en la potencia del componente correspondiente a la fase 1 de la señal en el tiempo.
- En 7 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se aprecia un valor constante por arriba del valor mostrado antes de la maniobra y que dura mientras transcurre ésta, esto corresponde a la fase 2 de la señal en el tiempo.
- En 4 sujetos ambos estudios y 2 sujetos un estudio, se llega a apreciar una disminución en la potencia del componente correspondiente a la fase 3 de la señal en el tiempo.
- En 7 sujetos ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se llegan a apreciar unas leves oscilaciones en la potencia del componente que están de acuerdo con la fase 4 de la señal en el tiempo.
- En 1 sujeto un estudio, se observa un incremento en la cantidad de oscilaciones con respecto a la etapa de control en la etapa de recuperación.

- En 10 sujetos ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se observan que los valores promedio para la etapa de recuperación, son menores a los de la etapa de control.

En la distribución de Wigner

- En 11 sujetos ambos estudios, se observa más o menos constante los valores para antes de la maniobra.
- En 3 sujetos ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se llega a apreciar un incremento en la potencia del componente correspondiente a la fase 1 de la señal en el tiempo.
- En 3 sujetos ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se aprecia un valor constante por arriba del valor mostrado antes de la maniobra y que dura mientras transcurre ésta, esto corresponde a la fase 2 de la señal en el tiempo.
- En 4 sujetos ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se llega a apreciar una disminución en la potencia del componente correspondiente a la fase 3 de la señal en el tiempo.
- En 7 sujetos ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se llegan a apreciar unas oscilaciones en la potencia del componente que están de acuerdo con la fase 4 de la señal en el tiempo.
- En 3 sujetos un estudio, se observa la un incremento en la cantidad de oscilaciones con respecto a la etapa de control en la etapa de recuperación.
- En 10 sujetos ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se observan que los valores promedio para la etapa de recuperación, son menores a los de la etapa de control.

En la distribución de Choi:

- En 6 sujetos ambos estudios y 5 sujetos un estudio, se observa más o menos constante los valores para antes de la maniobra.
 - En 11 sujetos ambos estudios, se aprecia un incremento en la potencia del componente correspondiente a la fase 1 de la señal en el tiempo.
 - En 11 sujetos ambos estudios, se observa un valor constante por arriba del valor mostrado antes de la maniobra y que dura mientras transcurre ésta, esto corresponde a la fase 2 de la señal en el tiempo.
 - En 10 sujetos ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se observa una disminución en la potencia del componente correspondiente a la fase 3 de la señal en el tiempo.
 - En 11 sujetos ambos estudios, se observan unas oscilaciones en la potencia del componente que están de acuerdo con la fase 4 de la señal en el tiempo.
 - En 10 sujetos ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se observan que los valores promedio para la etapa de recuperación, son menores a los de la etapa de control.
- En 4 sujetos ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se observa la un incremento en la cantidad de oscilaciones con respecto a la etapa de control en la etapa de recuperación.

El comportamiento de la potencia en la banda de baja frecuencia global resultó similar para las tres distribuciones, tanto intrasujeto como entre los sujetos. Aumenta con el inicio de la maniobra permanece más o menos constante en la fase 2 de la señal en el tiempo, para luego disminuir. Esta conducta explica, en parte el comportamiento de la relación baja/alta. Por una relación la actividad tanto con la actividad del simpático como con la del parasimpático, los cambios en este índice pudieran ser explicados por el aumento en la actividad del primero. La figura 5.29 muestra el modelo generalizado para este índice.

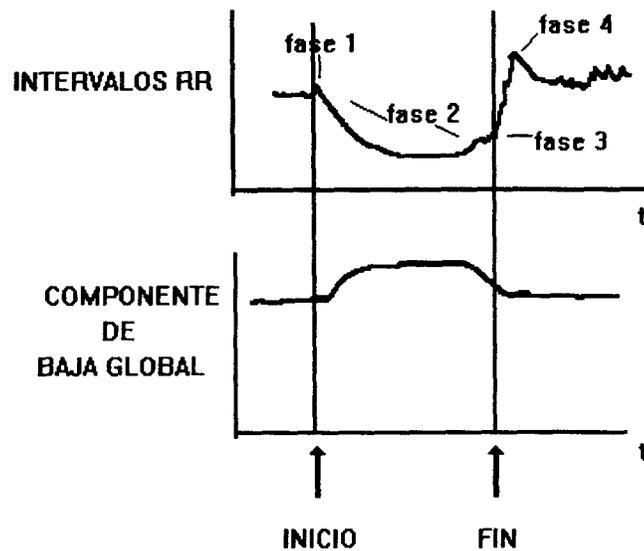


Figura 5.29. Modelo del componente de baja global.

La descripción cualitativa detallada para el componente de baja global de cada sujeto y su repetición se encuentra en el apéndice A10.

5.2.7. LOS COMPONENTES DE MUY BAJAS, BAJAS E INTERMEDIAS.

En base a la descripción anterior podemos observar de manera general para las tres distribuciones en cada etapa, lo siguiente:

En el espectrograma:

- En 4 sujetos ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se observó un aumento del componente de bajas, antes de la maniobra.
- En 2 sujetos ambos estudios y 2 sujetos un estudio, se observó un aumento del componente de intermedias, antes de la maniobra.
- En 2 sujetos ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se observó que ambos componentes permanecen constantes, antes de la maniobra.
- En 7 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó un aumento del componente de bajas, durante la maniobra.
- En 7 sujetos ambos estudios y 2 sujetos un estudio, se observó una disminución del componente de intermedias, durante la maniobra.
- En 8 sujetos ambos estudios y 2 sujetos un estudio, se observó una disminución del componente de bajas, después de la maniobra.
- En 6 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó una disminución del componente de intermedias, después de la maniobra.

En la distribución de Wigner

- En 1 sujeto un estudio, se observó un aumento del componente de muy bajas, antes de la maniobra.
- En 2 sujetos un estudio, se observó un aumento del componente de bajas, antes de la maniobra.
- En 9 sujetos ambos estudios y 2 sujetos un estudio, se observaron los tres componentes constantes, antes de la maniobra.
- En 6 sujetos ambos estudios y 5 sujetos un estudio, se observó un aumento del componente de muy bajas, durante la maniobra.
- En 2 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó un aumento del componente de bajas, durante la maniobra.
- En 5 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó un aumento del componente de bajas, durante la maniobra.
- En 5 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó una disminución del componente de intermedias, durante la maniobra.
- Solo en 1 sujeto un estudio permanecieron los tres componentes constantes durante la maniobra.
- En 7 sujetos ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se observó una disminución del componente de muy bajas, después de la maniobra.
- En 2 sujetos ambos estudios y 4 sujetos un estudio, se observó una disminución del componente de bajas, después de la maniobra.
- En 1 sujeto ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se observó una disminución del componente de intermedias, después de la maniobra.
- En 1 sujeto ambos estudios y 1 sujeto un estudio, se observaron los tres componentes constantes, después de la maniobra.

En la distribución de Choi:

- En 3 sujetos un estudio, se observó un aumento del componente de muy bajas, antes de la maniobra.
- En 1 sujeto un estudio, se observó un aumento del componente de bajas, antes de la maniobra.
- En 3 sujetos un estudio, se observó una disminución del componente de intermedias, antes de la maniobra.
- En 7 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observaron los tres componentes constantes, antes de la maniobra.
- En 10 sujetos ambos estudios, se observó un aumento del componente de muy bajas, durante la maniobra.
- En 2 sujetos ambos estudios y 5 sujetos un estudio, se observó un aumento del componente de bajas, durante la maniobra.
- En 10 sujetos ambos estudios, se observó una disminución del componente de intermedias, durante la maniobra.
- Solo en un sujeto ambos estudios, se observaron a los tres componentes permanecer constantes, durante la maniobra.
- En 11 sujetos ambos estudios, se observó una disminución del componente de muy bajas, después de la maniobra.

- En 3 sujetos ambos estudios y 6 sujetos un estudio, se observó un aumento del componente de bajas, después de la maniobra.
- En 3 sujetos ambos estudios y 3 sujetos un estudio, se observó una disminución del componente de intermedias, después de la maniobra.

En la figura 5.30-32 se encuentra resumido la conducta de los tres componentes de la banda de baja frecuencia. El comportamiento a muy bajas frecuencias presenta una disminución-recuperación al inicio y fin de la maniobra. Mientras que durante ella permanece en valores por arriba de la etapa de control. El comportamiento del componente de bajas muestra un aumento en el inicio de la maniobra con una disminución durante ella para luego recuperarse en la última etapa. El componente de intermedias aumenta en el inicio de la maniobra, confirmándose con esto la actividad de los barorreceptores, para permanecer sin cambios durante y después de la maniobra. Por tanto al comportamiento observado en el componente de baja global, contribuye el componente de muy bajas en la fase 1 y 2 y junto con el de bajas en las fases 3 y 4. Así todo parece indicar que la actividad del simpático estaría marcada por este componente que además se relaciona con la disminución del RR (taquicardia).

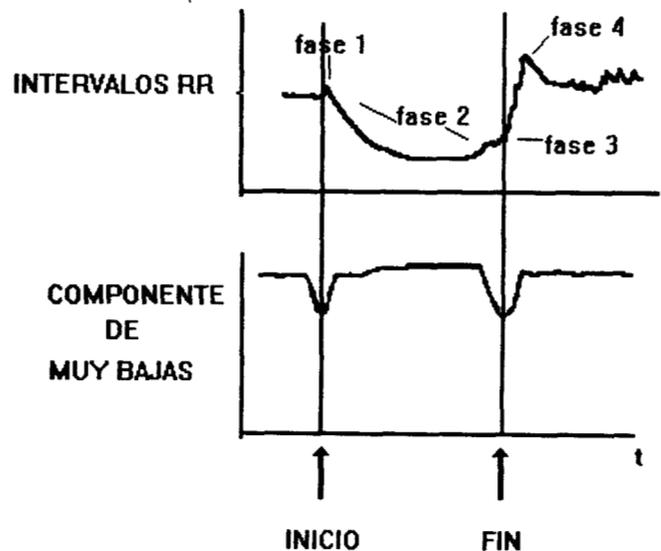


Figura 5.30. Modelo del componente de muy bajas.

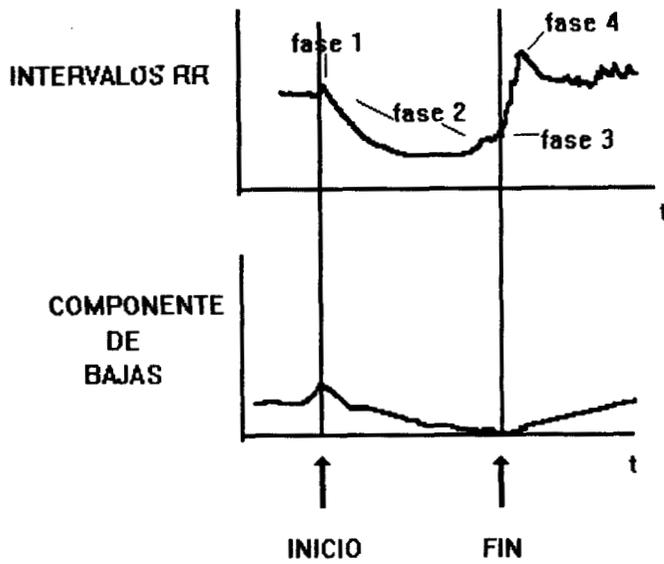


Figura 5.31. Modelo del componente de bajas.

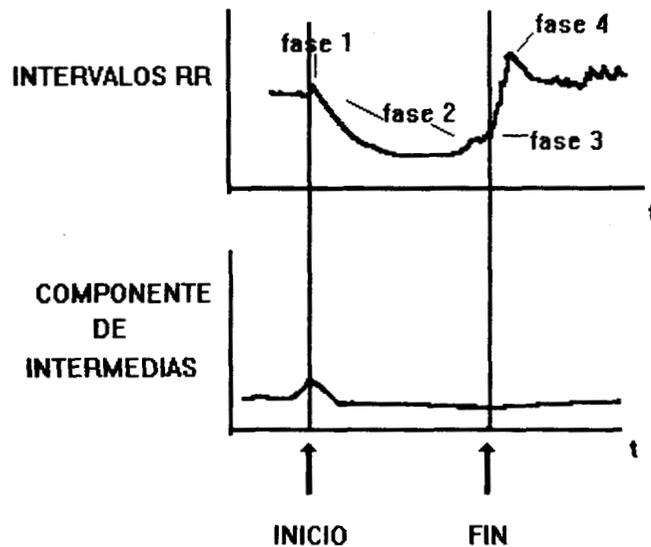


Figura 5.32. Modelo del componente de intermedias.

La descripción cualitativa detallada para los componentes de muy bajas, bajas e intermedias de cada sujeto y su repetición se encuentra en el apéndice A11.

De los resultados anteriores se deduce la delicada interrelación entre las actividades del simpático y parasimpático. El predominio simpático (con inhibición del parasimpático) hasta aproximadamente un tercio de la maniobra, su inactivación paulatina e incremento

simultáneo de la actividad del parasimpático hasta el final y después de la misma. Esta descripción más refinada contrasta con la única menos detallada y diferente publicada a la fecha (24) y concuerda con los hallazgos reportados con la utilización de bloqueadores autonómicos: los bloqueadores simpáticos (como el propanolol) atenúan la taquicardia de la fase 2 (68) y los parasimpáticos (como la atropina) atenúan la bradicardia en la cuarta fase (62,69,70).

6. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

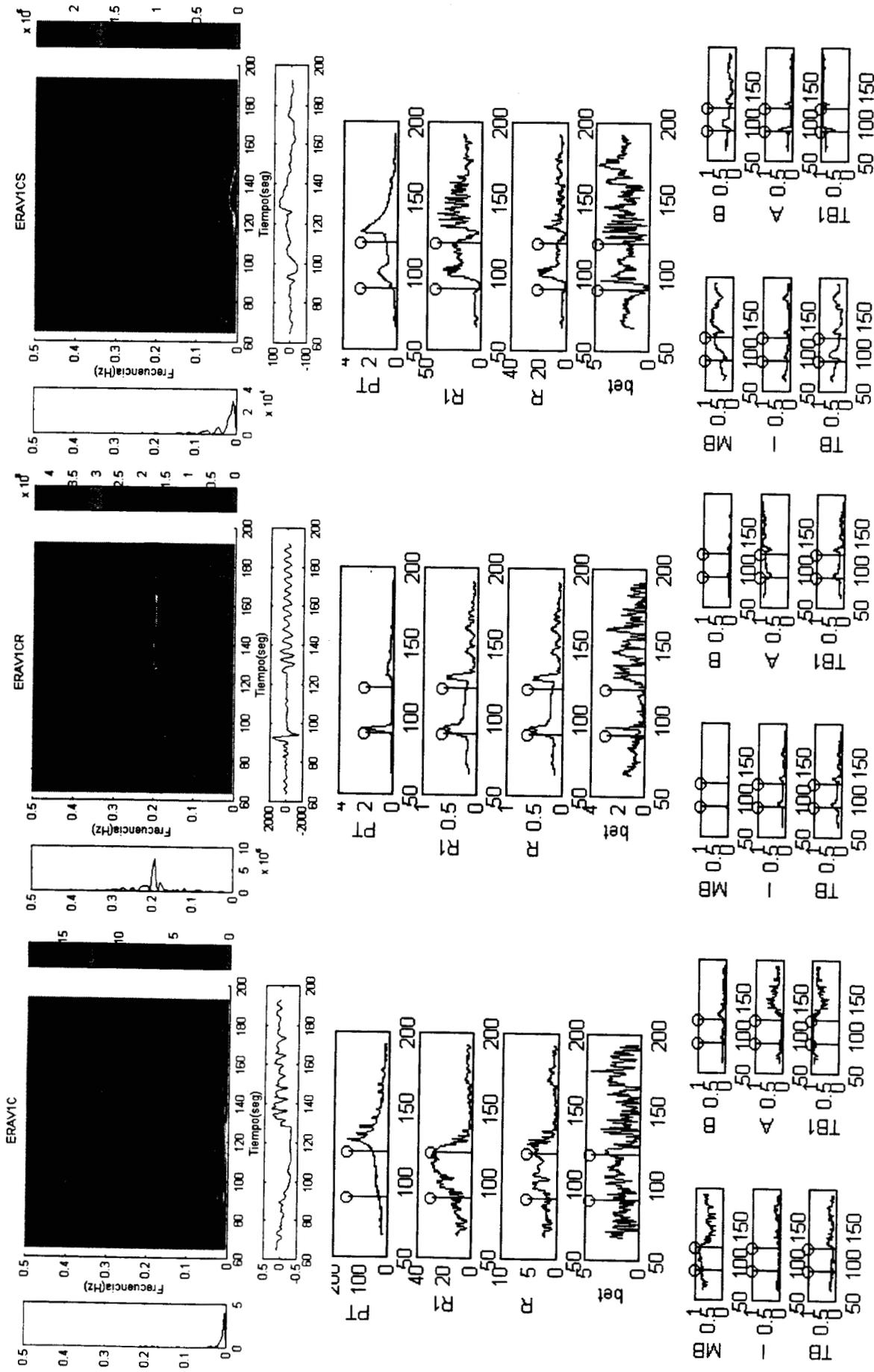
- Superioridad de la distribución de Choi-Williams sobre la de Wigner y el espectrograma para series de tiempo cortas a costa de un mayor tiempo computacional. La distribución de Choi-Williams toma alrededor de 30 minutos, mientras que la de Wigner 7 minutos y el espectrograma 1 minuto para una misma serie de intervalos.
- Se proponen los mismos índices cuantitativos utilizados en el análisis tradicional de la VFC para caracterizar el comportamiento de la serie de intervalos en tiempo-frecuencia.
- Aunque con dificultades dadas por la gran cantidad de términos de interferencia y la poca resolución, es posible cuantificar parámetros a partir de la distribución de Wigner y del espectrograma, respectivamente. Sin embargo, la mayor parte de las veces resulta muy complicado tratar de observar algún comportamiento relevante en la distribución de Wigner y el decir que se puede realizar una evaluación de los índices recae en el hecho de haberla comparado con la información obtenida a partir de la distribución de Choi. No obstante y pese a la poca resolución del espectrograma, en muchas de las ocasiones coincide el comportamiento de los índices de éste con los obtenidos por Choi-Williams.
- La aplicación de la distribución de Choi-Williams al análisis de la VFC durante la maniobra de Valsalva permitió la caracterización del comportamiento cada 0.25 seg. del balance simpático-vagal. Hecho que descubre nuevas posibilidades de interpretación fisiológica.

PERSPECTIVAS

Se realizó un estudio piloto en el cual se midió no solo el electrocardiograma, sino también otras variables fisiológicas de gran interés como son: la respiración y las presiones arteriales sistólica, media y diastólica. Cabe mencionar que a pesar de existir antecedentes de la respuesta de estas variables a la maniobra de Valsalva, en ellos, el comportamiento no se ha descrito desde un enfoque de variabilidad. El estudio se llevó a cabo en tres sujetos de los cuales dos realizaron la maniobra en tres ocasiones y uno de ellos solamente participo en dos. La ejecución de la maniobra se realizó de la misma manera que en la aplicación anterior. La amplitud respiratoria se determinó con el fisiógrafo Narco biosystems cuya salida se introdujo a un filtro analógico pasabanda. Las presiones arteriales fueron registradas mediante el instrumento comercial finapres, el cual de manera no invasiva calcula las presiones arteriales basándose en el método de Penaz. Este instrumento cuenta con una interface RS232 por la cual se mandan los datos de las tres presiones (sistólica, media y diastólica) latido por latido. Con un programa computacional de captura de datos a través del puerto serie de una computadora personal se obtuvieron las series de tiempo para cada una de las presiones, se graficaron y se guardaron en archivos para su procesamiento posterior. La señal de amplitud respiratoria fue remuestreada a 4Hz. Mientras que las series de tiempo de las presiones además de ser remuestreadas a 4Hz. se les aplicó una interpolación tipo spline. A partir de la señal electrocardiográfica se detectaron las ondas R para así poder formar las series de tiempo, las cuales fueron remuestreadas a 4 Hz. e interpoladas con una interpolación tipo spline. A continuación fueron procesadas para un análisis tiempo-frecuencia para la distribución de Choi-Williams y se calcularon los índices ya descritos.

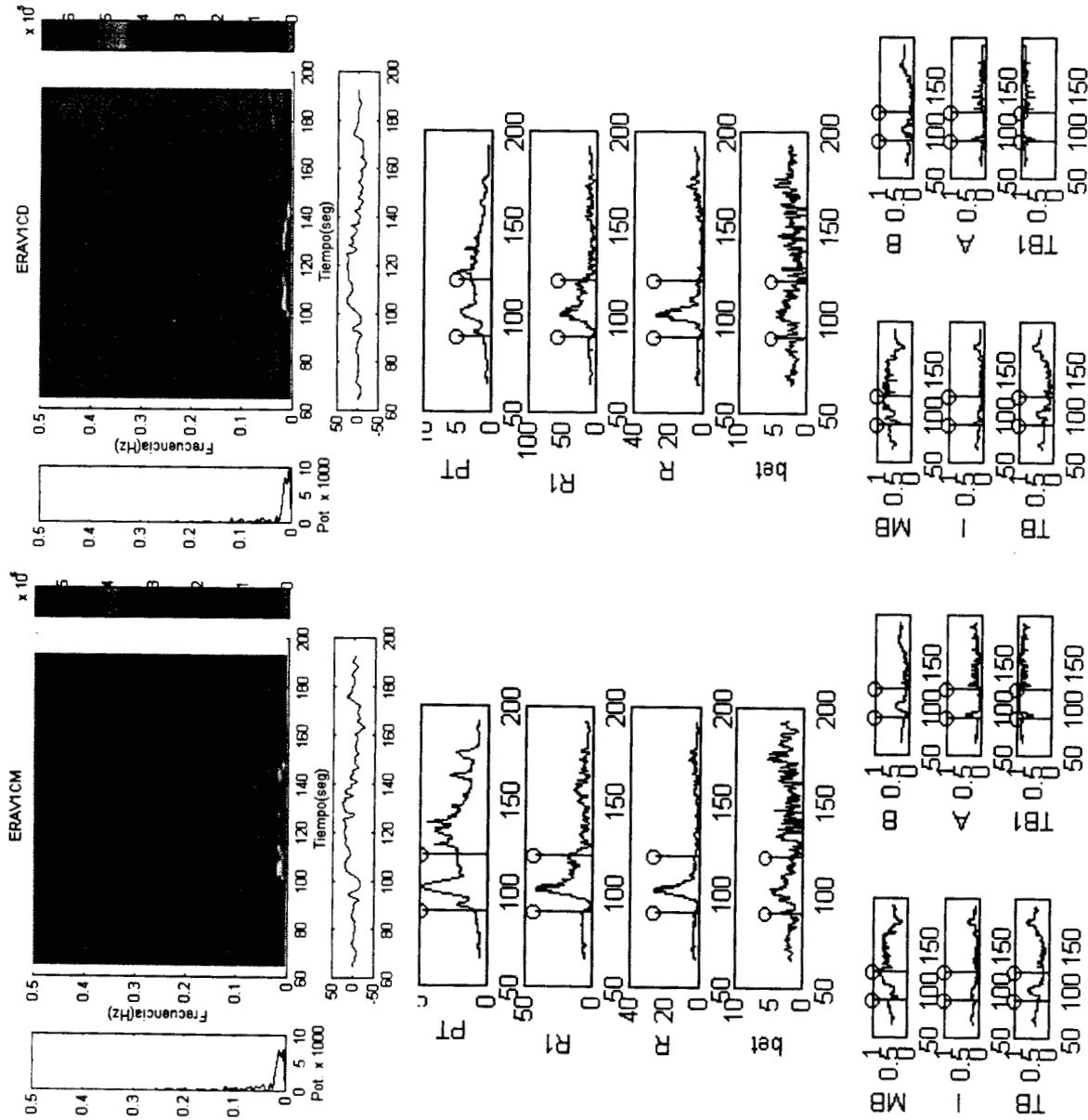
Como ejemplo se muestran los resultados obtenidos en un sujeto, que consisten en su representación tiempo-frecuencia y sus respectivos índices para el intervalo RR, la respiración y las presiones arteriales sistólica, media y diastólica.

Es notorio que con estos resultados se podría afinar el comportamiento, por un lado del sistema nervioso autónomo y por otro el de la mayor parte de las variables durante la compleja maniobra de Valsalva.



(a) (b) (c)

Figura 6.1 (a) Intervalos RR (b) Respiración (c) Presión Sistólica



(d) Figura 6.1. cont. (d) Presión Media (e) Presión Diastólica.

(e)

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Van Ravenswaaj-Arts CM, Kollée LA, Hopman JC, Stoeltinga GB, Van Geijn H. "Heart Rate Variability". *Annals Inter Med* 1993, 118:436-44.
2. Baselli G, Cerutti S, Civardi S, Malliani A, Pagani M. "Cardiovascular variability signals: towards the identification of a closed-loop model of the neural control mechanisms". *IEEE Trans Biomed Eng* 1988, 35:1033-45.
3. Glass L, Beuter A, Larocque D. "Time delays, oscillations and chaos in physiological systems". *Math Biosci* 1988, 90:111-25.
4. Billman GE, Dujardin JP. "Dynamic changes in cardiac vagal tone as measured by time series analysis". *Am J Physiol* 1990, 258:H896-902.
5. Katona PG, Jih F. "Respiratory sinus arrhythmia: noninvasive measure of parasympathetic cardiac control". *J Appl Physiol* 1975, 39:801-5.
6. Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. "Cardiovascular neural regulation in the frequency domain". *Circulation* 1991, 84:482-510.
7. Goldberger AL, West BJ. "Fractals in physiology and medicine". *Yale J Biol Med* 1987, 60:421-35.
8. Pagani M, Lombardi F, Guzzetto S, Rimoldi O, Furlan R, Pizzinelli R, Sandrone G, Malfatto S, Dell'Orto S, Piccaluga E, Turiel M, Baselli G, Cerutti S, Malliani A. "Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog". *Circ Res* 1986, 59:178-93.
9. Saul JP, Albrecht P, Berger RD, Cohen RJ. "Analysis of long term heart rate variability: methods, 1/f scaling and implications". *Comp Cardiol* 1988, 14:419-22.
10. Saul JP. "Beat to beat variations of heart rate reflect modulation of cardiac autonomic outflow". *Int Union Physiol Sci/Am Physiol Soc* 1990, 5:32-7.
11. Butler GC, Yamamoto Y, Xing HC, Northey DR, Hughson RL. "Heart rate variability and fractal dimension during orthostatic challenges". *J Appl Physiol* 1993, 75(6): 2602-2612.
12. Akselrod S, Gordon D, Madwed JB, Snidman NC, Shannon DC, Cohen RJ. "Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis". *Am J Physiol* 1985, 249:H867-75.
13. Pomeranz B, Macauley RJB, Caudill MA, Kutz Y, Adam D, Gordon D, Kilborn KM, Berger AC, Shannon DC, Cohen RJ, Benson H. "Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis". *Am J Physiol* 1985, 248:H151-3.
14. Baselli G, Cerutti S, Civardi S, Liverati D, Lombardi F, Malliani A, Pagani M. "Spectral and cross-spectral analysis of heart rate and arterial blood pressure variability signals". *Comp Biomed Res* 1986, 19:520-34.
15. Malliani A, Pagani M, Lombardi F. "Physiology and clinical implications of variability of cardiovascular parameters with focus on heart rate and blood pressure". *Am J Cardiol* 1994, 73:3C-9C.
16. Bigger T, Fleiss JL, Rolnitzky LM, Steinman RC. "The ability of several short-term measures of RR variability to predict mortality after myocardial infarction". *Circulation* 1993, 88:927-934.

17. Bigger JT, Fleiss JL, Steinman RC, Rolnitzky LM, Schneider WJ, Stein PK. "RR variability in healthy, middle-aged persons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardial infarction". *Circulation* 1995, 91:1936-43.
18. Casolo GC, Stroder P, Sulla A, Chelucci A, Freni A, Zeraushek M. "Heart rate variability and functional severity of congestive heart failure secondary to coronary artery disease". *Eur Heart J* 1995, 16:360-7.
19. Berger R, Akselrod S, Gordon D, Cohen RJ. "An efficient algorithm for spectral analysis of heart rate variability". *IEEE Trans Biom Eng* 1986, 33:900-4.
20. Saul JP, Berger RD, Albracht P, Stein SP, Chen MH, Cohen RJ. "Transfer function analysis of the circulation: unique insights into cardiovascular regulation". *Am J Physiol* 1991, 261(Heart Circ Physiol 30):H1231-45.
21. Jaffe R, Fung D. "Constructing a heart-rate variability analysis system". *J Clin Monit* 1994, 10:45-58.
22. Kay SM, Marple SL. "Spectrum analysis-a modern perspective". *Proc IEEE* 1981, 69:1380-1419.
23. Brown TE, Beightol LA, Koh J, Eckberg DL. "Important influence of respiration on human RR interval power spectral es largely ignored". *J Appl Physiol* 1993, 75:2310-7.
24. Pola S, Macerata A, Emdin M, Marchesi C. "Estimation of the power spectral density in nonstationary cardiovascular time series: assessing the role of the time-frequency representations". *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 1996, 43:46-59.
25. Kobayashi M, Musha T. "1/f fluctuation of heart beat period". *IEEE Trans Biomed Eng* 1982, BME-29:456-7.
26. Lipsitz LA, Mietus J, Moody GB, Goldberger AL. "Spectral characteristics of heart rate variability before and during postural tilt: relation to aging and risk of syncope". *Circulation* 1990, 81:1803-10.
27. Yamamoto Y, Hughson RL. "Coarse graining spectral analysis: a new method for studying heart rate variability". *J Appl Physiol* 1991, 71:1143-50.
28. Yamamoto Y, Hughson RL, Peterson JC. "Automatic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability spectral analysis". *J Appl Physiol* 1991, 71:1136-42.
29. West BJ, Goldberger AL. "Physiology in fractal dimensions". *Am Scientist* 1987, 75:354-65.
30. Butler GC, Yamamoto Y, Hughson R. "Heart rate variability to monitor autonomic nervous system activity during orthostatic stress". *J Clin Pharmacol* 1994, 34:558-62.
31. Mayer-Kress G, Yates FE, Benton L, Keidel M, Tirsch W, Poppl SJ, Geist K. "Dimensional analysis of nonlinear oscillations in brain, heart and muscle". *Math Biosci* 1988, 90:155-82.
32. Cohen L. "Time-frequency analysis". Prentice Hall 1995.
33. Novak P, Novak V. "Time-frequency mapping of the heart rate blood pressure and respiratory signals". *Med and Biol Eng and Comput* 1993, 31:103-10.
34. Bianchi AM, Mainardi L, Petrucci E, Signorini MG, Mainardi M, Cerutti S. "Time-variant power spectrum analysis for the detection of transient episodes in HRV signal". *IEEE Trans Biom Eng* 1993, 40:136-44.

35. Cohen L. "Time-frequency distributions-A review". Proc. IEEE 1989,77:941-81.
36. Hlawatsch F, Boudreaux-Bartels GF. "Linear and Quadratic time-frequency signal representations". IEEE SP Magazine 1992, pp. 21-57.
37. Peyrin F, Prost R. "A unified definition for the discrete-time, discrete-frequency and discrete-time/frequency Wigner distributions". IEEE Trans Acoust Speech & Sig Proc 1986, 34:858-67.
38. El-Jaoudi A, Redfern MS, Chaparro LF, Furman JM. "The application of time-frequency methods to analysis of postural sway". Proc IEEE 1996, 84:1312-8.
39. Guo Z, Durand LG, Lee HC. "The time-frequency distributions of nonstationary signals based on a Bessel kernel". IEEE Trans Sig Proc 1994, 42:1700-7.
40. Wood JC, Barry DT. "Time-frequency analysis of the first heart sound". IEEE Eng Med Biol 1995, 14:144-51.
41. Lin Z, Chen JD. "Comparison of three running spectral analysis methods for electrogastrographic signals". Med & Biol Eng & Comp 1995, 33:596-604.
42. Williams WJ, Zaveri HP, Sackellares C. "Time-frequency analysis of electrophysiology signals in epilepsy". IEEE Eng Med Biol 1995, 14:133-43.
43. Duchêne J, Devedeux D, Mansour S, Marque C. "Analyzing uterine EMG: tracking instantaneous burst frequency". IEEE Eng Med Biol 1995, 14:125-32.
44. Williams WJ. "Reduced Interference Distributions: Biological applications and interpretations". Proc IEEE 1996, 84:1264-80.
45. Wood JC, Barry DT. "Time-frequency analysis of skeletal muscle and cardiac vibrations". Proc IEEE 1996, 84:1281-94.
46. Alfonso VX, Tompkins WJ. "Detection ventricular fibrillation. Selecting the appropriate time-frequency analysis tool for the application". IEEE Eng Med Biol 1995, 14:152-9.
47. Keselbrener L, Akselrod S. "Selective discrete Fourier transform algorithm for time-frequency analysis: method an application on simulated and cardiovascular signals". IEEE Trans Biom Eng 1996, 43:789-802.
48. Choi H, Williams WJ. "Improved time-frequency representation of multicomponent signals using exponential kernels". IEEE Trans Acous Speech and Sig Proc 1989, 37:862-71.
49. Auger F, Flandin P. "Improving the readability time-frequency and time scale representations by the reassignment method". IEEE Trans Sig Proc 1995, 43:1068-89.
50. Costa AH, Boudreaux-Bartels F. "Design of time-frequency representations using a multiform, tiltable exponential kernel". IEEE Trans Sig Proc 1995, 43:2283-2301.
51. Jones DL, Parks TW. "A high resolution data-adaptive time-frequency representation". IEEE Trans Acous Speech and Sig Proc 1990, 38:2127-35.
52. Jones DL, Baraniuk RG. "An adaptive optimal kernel time-frequency representation". IEEE Trans Sig Proc 1995, 43:2361-71.
53. Krattenthaler W, Hlawatsch F. "Time-frequency design and processing of signals via smoothed Wigner distributions". IEEE Trans Sig Proc 1993, 41:278-87.
54. Lee GJ, Matthews MB, Schafer Sharpey. "The effect of the Valsalva manoeuvre on the systemic and pulmonary arterial pressure in man".
55. Baldwin VS; Ewing DJ. "Heart rate response to Valsalva manoeuvre. Reproducibility in normals, and relation to variation in resting heart rate in diabetics". British Heart J 1977, 39:641-4.

56. Levin AB, "A simple test of cardiac function based upon the heart rate changes induced by the Valsalva Maneuver". *Am. J. Cardiol.* 1966,18:90-9.
57. Ewing DJ, Martyn CN, Young RJ, Clarke B. "The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes". *Diabetes Care* 1985,8:491-8.
58. Lindqvist A. "Noninvasive methods to study autonomic nervous control of circulation". *Acta Physiol Scand* 1990,138(Suppl 588):21-2.
59. Mäntisaari M. "Hemodynamic reactions to circulatory stress tests in patients with neurocirculatory dystonia". *Scand J Clin Lab Invest* 1994, 44(supl 170):1-112
60. Piha SJ. "Cardiovascular autonomic function tests. Responses in healthy subjects and determination of the age related reference values". Publications of the social insurance institution, Finland ML 1988, 85 :1-148, Turku.
61. Eckberg DL. "Parasympathetic cardiovascular control in human disease: a critical review of methods and results". *Am J Physiol* 1980, 239:H581-93.
62. Sharpey-Schafer EP. "Effects of Valsalva's manoeuvre on the normal and failure circulation". *Br Med J* 1955, y:693-5.
63. Korner PI, Tonkin AM, Uther JB. "Reflex and mechanical circulatory effects of graded Valsalva maneuvers in normal man". *J Appl Physiol* 1976, 40:434-40.
64. Hakumaki MOK, Wang BC, Sundet WD, Goetz KL. "Aortic baroreceptor discharge during nonhypotensive hemorrhage in anesthetized dogs" *Am J Physiol* 1985, 249:H393-H403.
65. Leon DF, Shaver JA, Leonard JJ. "Reflex heart rate control in man". *Am Heart J* 1970, 80:729-39.
66. Carrasco SS, Jiménez JR, González CR, Román RR, Medina BV, Aspiroz LJ. "Comparación del desempeño de tres técnicas de estimación espectral para el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca". *Rev Mex Ing Biomed* 1995, 16:15-34.
67. Hyndman BW, Gregory JR. "Spectral analysis of sinus arrhythmia during mental loading". *Ergonomics* 1975, 18:255-70.
68. Hoshino PK, Blaustein AS, Gaasch WH, Johnson A. "Effect of propranolol on the left ventricular response to the Valsalva Maneuver in Normal Subjects". *Am J Cardiol* 1988, 61:400-4.
69. Bennet T, Hosking DJ, Hampton JR. "Baroreflex sensitivity and responses to the Valsalva manoeuvre in subjects with diabetes mellitus". *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1976, 39:178-83.
70. Bannister R. "Testing autonomic reflexes". *Autonomic failure. A textbook of clinical disorders of the autonomic nervous system.* 1983, pp:52-63. Oxford University Press. Oxford.

8. APÉNDICES

A1. Transformada de Hilbert

En la mayor parte de las aplicaciones del procesamiento digital de señales, en las cuales se utiliza la transformada de Fourier, es indispensable que a partir del análisis en uno de los dominios (tiempo discreto o frecuencia) se pueda obtener el comportamiento de la señal o sistema en el otro dominio.

Se puede decir, bajo ciertas condiciones, que si se conoce la parte real o imaginaria de la transformada de Fourier de una señal o de la respuesta al impulso de un sistema, es posible determinar la señal completa o el comportamiento total del sistema. Es decir, la parte real o imaginaria de la transformada de Fourier pueden obtenerse a partir de la parte imaginaria o real, respectivamente.

La relación existente entre los componentes de la transformada de Fourier se conoce como la Transformada de Hilbert. La transformada de Hilbert es utilizada para calcular características instantáneas en series de tiempo, especialmente la amplitud y frecuencia.

Si la señal real $x(t)$, tiene el espectro $X(\omega)$, entonces la señal compleja $f(t)$, cuyo espectro se compone de las frecuencias positivas de $X(\omega)$, está dada por la transformada inversa de $X(\omega)$, donde la integral solo toma el rango de frecuencias positivas,

$$f(t) = 2 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} X(\omega) e^{j\omega t} dt$$

el factor 2 se introduce para que la parte real de la señal analítica sea $x(t)$; de otra forma solo sería la mitad de ella. Para obtener en forma explícita $f(t)$ en términos de la señal real $x(t)$,

$$X(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt$$

se tiene

$$x(t) = 2 \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x(t') e^{-j\omega t'} e^{j\omega t} dt' d\omega = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x(t') e^{j\omega(t-t')} dt' d\omega$$

y usando

$$\int_0^{\infty} e^{j\omega x} d\omega = \pi \delta(x) + \frac{j}{x}$$

se obtiene

$$f(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} x(t') \left[\pi \delta(t-t') + \frac{j}{t-t'} \right] dt'$$

que finalmente

$$A[x] = f(t) = x(t) + \frac{j}{\pi} \int \frac{x(t')}{t-t'} dt'$$

donde $A[x]$ denota la señal analítica correspondiente de la señal x . La segunda parte de esta ecuación es la transformada de Hilbert ($H[x(t)]$) de la señal

$$H[x(t)] = \frac{1}{\pi} \int \frac{x(t')}{t-t'} dt'$$

A2. Cálculo de distribuciones para la serie de intervalos RR

```

%% PROGRAMA PARA CALCULAR EL espectrograma
clear all
clc

%% %% %% %% %% %% %%
%% señal %%
%% %% %% %% %% %% %%

nombre= uigetfile('*.dat','Archivo de Datos'); %siguiente archivo
if nombre == 0 %termina ciclo si no
    break; %existe archivo o si
end; %presiona cancelar
load(nombre); % carga el archivo
nom = strtok(nombre, '.'); % define el nombre de la variable
arch=eval(nom);
arch=abs(arch);

tipo=arch(length(arch)); % para saber si el archivo es el de los 2.5 o de 3.5 min
plot(arch)

%% %% %% %% %% %% %%
%% Interpolacion %%
%% %% %% %% %% %% %%

x=respline(arch);

%% %% %% %% %% %% %%
%% frecuencia de muestreo %%
%% y tendencia lineal %%
%% %% %% %% %% %% %%

fm=4;
x=detrend(x);

%% %% %% %% %% %% %%
%% Senal analitica %%
%% %% %% %% %% %% %%

xx=zeros(1,1024);
xx(1:length(x))=x;

f=hilbert(xx); % senal analitica

%% %% %% %% %% %% %%
%% Calculo del espectrograma %%
%% %% %% %% %% %% %%

tic
y=specti(f,fm);
toc

Py=abs(y);
lx=length(x);
[X,Y]= size(y);
tr= (1:Y)*(lx/(fm*Y));
lonf=X/8; % (fm/2)/4
fr= fm*(1:lonf)/(X);
[xx,zz]= meshgrid(tr,fr);

%% Graficas %%
nnom=nom(1:5);

figure
axes('position',[.25 .3 .7 .6]) % tamaño de la grafica tf
imagesc(tr,fr(1:lonf),Py(1:lonf,:)),axis xy
axis xy

```

```

xlabel('Tiempo(seg)');
ylabel('Frecuencia(Hz)');
title(sprintf('%s',nnom));
colorbar

% tiempo

t=escaltmp(x,arch);          % escala en el tiempo la serie
hold on
axes('position',[.25 .1 .6 .1]) %t
plot(t,x)

% frecuencia
Y=fft(x);
m=length(x);
P=Y.*conj(Y)/m;
f=fm*(0:(m/8-1))/m;
axes('position',[.05 .3 .1 .6]) %f
plot(P(1:m/8),f);

%% PROGRAMA PARA CALCULAR LA DISTRIBUCION
%% DE Wigner
clear all
clc
%%
%% señal %%
%%

nombre= uigetfile('* .dat','Archivo de Datos'); %siguiente archivo
if nombre == 0 %termina ciclo si no
    break; %existe archivo o si
end; % presiona cancelar
load(nombre); % carga el archivo
nom = strtok(nombre, '.');
arch=eval(nom);
arch=abs(arch);

plot(arch)

%%
%% Interpolacion %%
%%

x=respline(arch);

%%
%% frecuencia de muestreo %%
%% y tendencia lineal %%
%%

fm=4;
x=detrend(x);

%%
%% Senal analitica %%
%%
xx=zeros(1,1024);
xx(1:length(x))=x;

f=hilbert(xx); % senal analitica

%%
%% Calculo de la distribucion de Wigner %%
%%
tic
fa=length(f)/2;
[y,min_t,max_t]=tfd(f,fa);
%%
%% Grafica %%

```

```

%%%%
figure

[X,Y]=size(y);
f2=(fm/2)*(1:X)/X;
t=t_nuevo;
dis=flipud(abs(y));
lonf=fa/4;           % grafica hasta (fm/2)/4;

nombre=sprintf('%sCS',nom);

axes('position',[.25 .3 .7 .6]) % tamaño de la grafica tf
h=mesh(t(min_t:max_t),f2(1:lonf),dis(1:lonf,:));
title(sprintf('%s',nombre))
xlabel('Tiempo(seg)');
ylabel('Frecuencia(Hz)');
view(0,90)
colorbar

% tiempo

hold on
axes('position',[.25 .1 .6 .1]) %t
plot(t(min_t:max_t),x(min_t:max_t))

% frecuencia

Y=fft(x);
m=length(x);
P=Y.*conj(Y)/m;
f=fm*(0:(m/8-1))/m;
axes('position',[.05 .3 .1 .6]) %f
plot(P(1:m/8),f);

%% PROGRAMA PARA CALCULAR LA DISTRIBUCION
%% DE Choi-Williams

clear all
clc

%%%%
%% sefial %%
%%%%

nombre= uigetfile('*.dat','Archivo de Datos'); %siguiente archivo
if nombre == 0 %termina ciclo si no
    break; %existe archivo o si
end; % presiona cancelar
load(nombre); % carga el archivo
nom = strtok(nombre,'); % define el nombre de la variable
arch=eval(nom);

plot(arch)
%%%%
%% Interpolacion %%
%%%%

x=respline(arch);

%%%%
%% frecuencia de muestreo %%
%% y tendencia lineal %%
%%%%
fm=4;
x=detrend(x);
%%%%
%% Senal analitica %%
%%%%

```

```

xx=zeros(1,1024);
xx(1:length(x))=x;

f=hilbert(xx); % senal analitica

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Calculo de la distribucion de Choi %%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

tic
fa=length(f)/2;
[y,min_t,max_t]=tfd(f,fa,1);
toc

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Grafica %%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
figure

[X,Y]=size(y);
f2=(fm/2)*(1:X)/X;
t=r_nuevo;
dis=flipud(abs(y));
lonf=fa/4; % grafica hasta (fm/2)/4;

nombre=sprintf('%sCS',nom);

axes('position',[.25 .3 .7 .6]) % tamano de la grafica tf
h=mesh(t(min_t:max_t),f2(1:lonf),dis(1:lonf,:));
title(sprintf('%s',nombre))
xlabel('Tiempo(seg)');
ylabel('Frecuencia(Hz)');
view(0,90)
colorbar

% tiempo

hold on
axes('position',[.25 .1 .6 .1]) %t
plot(t(min_t:max_t),x(min_t:max_t))

% frecuencia

Y=fft(x);
m=length(x);
P=Y.*conj(Y)/m;
f=fm*(0:(m/8)-1)/m;
axes('position',[.05 .3 .1 .6]) %f
plot(P(1:m/8),f);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% CALCULO DE LAS INTEGRALES DE POTENCIAS %%
%% PARA LAS BANDAS DE MUY BAJA, BAJA, INTERMEDIA %%
%% ALTA. ASI COMO DE LA POTENCIA TOTAL, RELACION %%
%% BAJA/ALTA Y BETA %%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

for i=1:Y
[P tot]=aevcv(f2(1:lonf),dis(1:lonf,i));
bet=distfrac(f2(1:lonf),dis(1:lonf,i));
Pot(:,i)=P;
total(1,i)=tot;
beta(1,i)=bet;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Potencia Total %%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

ptotal=total(:);

%%%%%%%%%%
%%% Beta %%%
%%%%%%%%%%

beta=beta(:);
betao=beta;

%tiempos en los que no se puede calcular beta
%porque (dis=0) y no existe log10(0)
parcial=dis(1:lonf,:);
[I J]=find(parcial==0);

%%%%%%%%%%
%%% Relacion %%%
%%%%%%%%%%

bajas1=Pot(5,:);
altas=Pot(6,:);

relp1=bajas1./altas;

bajas=Pot(4,:);
altas=Pot(6,:);

relp=bajas./altas;

%%%%%%%%%%
%%% GRAFICAS %%%
%%%%%%%%%%

figure
subplot(411),plot(tr,ptotal)
title('POTENCIA TOTAL')

subplot(412),plot(tr,relp1)
title('RELACION BAJA GLOBAL 1')

subplot(413),plot(tr,relp)
title('RELACION BAJA GLOBAL')
subplot(414),plot(tr,beta)
title('BETA')

% cuando los valores en el eje y son NaN y no los
% puede dibujar

nonum=isnan(beta);
inonum=find(nonum==1);
auxiliar=zeros(size(inonum));
beta(inonum)=auxiliar;
ga=find(beta==Inf);
beta(ga)=[];

figure
subplot(321),plot(tr,Pot(1,:)),axis([0 200 0 1]),title('0.0039-0.03 Hz')
subplot(322),plot(tr,Pot(2,:)),axis([0 200 0 1]),title('0.03-0.08 Hz')
subplot(323),plot(tr,Pot(3,:)),axis([0 200 0 1]),title('0.08-0.15 Hz')
subplot(324),plot(tr,Pot(6,:)),axis([0 200 0 1]),title('0.15-0.5 Hz')
subplot(325),plot(tr,Pot(4,:)),axis([0 200 0 1]),title('0.03-0.15 Hz')
subplot(326),plot(tr,Pot(5,:)),axis([0 200 0 1]),title('0.0039-0.15 Hz')

```

A3. Señales de prueba para cada distribución

```

%%% PROGRAMA PARA CALCULAR LA DISTRIBUCION
%%% DE Wigner, Choi-Williams y Espectrograma
%%% de senales de prueba senoideas y chirp

clear all                                %borra variables
clc                                       %limpia la ventana de comando

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%% senales de prueba %%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

nombre='X2';                             %señal de prueba

%%% X1: senof1-senof2

fm=4;                                     %frecuencia de muestreo
T=1/fm;
t=T:T:2.5;

x1=sin(2*pi*t*.05);
x2=sin(2*pi*t*.4);
x=zeros(1,200);
x(10:99)=x1(1:90);
x(100:150)=x2(1:51);

%%% X2: senof1+senof2

fm=4;                                     %frecuencia de muestreo
T=1/fm;
t=T:T:2.5;

x1=sin(2*pi*t*.05);
x2=2*sin(2*pi*t*.4);
xs=x1+x2;
x=zeros(1,200);
x(50:140)=xs(1:91);

%%% X3:Chirps

fm=200;                                   %frecuencia de muestreo
tx=(1:200)/200;
x=exp(2*pi*j*t*.6*tx.^2)+...             % Dos chirps cruzandose
    exp(2*pi*j*tx.*(2.5-5*tx));
x=detrend(x);                             %Supresión de tendencia y offset

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%% Senal analitica %%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

f=hilbert(x);                             % senal analitica

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%% Calculo de la distribucion de Choi %%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

tic
fa=length(f)/2;
[y_min_t,max_t]=tfd(f,fa,1);
toc

%%% Grafica %%%

[X,Y]=size(y);
l2=(fm/2)*(1:X)/X;
dis=flipud(abs(y));
lonf=fa/4;                                % longitud del eje de frecuencia (fm/2)/n

```

```

n=min_t-1;           % indice para dar a graficar puntos especificos
ini=min_t;          % puntos en el tiempo que quiero graficar
fin=max_t;
figure
axes('position',[.25 .3 .7 .6]) % tamano de la grafica tf
h=imagesc((ini:fin),fliplr(f2(1:lonf)),dis(1:lonf,(ini-n):(fin-n)));
title(sprintf('%s',nombre))
xlabel('Tiempo(seg)');
ylabel('Frecuencia(Hz)');
view(0,90)
colorbar

% tiempo

hold on
axes('position',[.25 .1 .6 .1]) %t
plot((ini:fin),x(min_t:max_t))

% frecuencia

Y=fft(x);
m=length(x);
P=Y.*conj(Y)/m;
ef=fm*(0:(m/8-1))/m;
axes('position',[.05 .3 .1 .6]) %f
plot(P(1:m/8),ef);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Calculo de la distribucion de Wigner-Ville %%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

tic
fa=length(f)/2;
[y,min_t,max_t]=tfd(f,fa);
toc

%% Grafica %%

[X,Y]=size(y);
f2=(fm/2)*(1:X)/X;
dis=flipud(abs(y));
lonf=fa/4; % longitud del eje de frecuencia (fm/2)/n
n=min_t-1; % indice para dar a graficar puntos especificos
ini=min_t; % puntos en el tiempo que quiero graficar
fin=max_t;

figure
axes('position',[.25 .3 .7 .6]) % tamano de la grafica tf
h=imagesc((ini:fin),fliplr(f2(1:lonf)),dis(1:lonf,(ini-n):(fin-n)));
title(sprintf('%s',nombre))
xlabel('Tiempo(seg)');
ylabel('Frecuencia(Hz)');
view(0,90)
colorbar

% tiempo

hold on
axes('position',[.25 .1 .6 .1]) %t
plot((ini:fin),x(min_t:max_t))

% frecuencia

Y=fft(x);
m=length(x);
P=Y.*conj(Y)/m;
ef=fm*(0:(m/8-1))/m;
axes('position',[.05 .3 .1 .6]) %f
plot(P(1:m/8),ef);

```

```

%% Calculo del espectrograma %%
tic
y=spectri(f,fm);
toc

%% Grafica %%
Py=abs(y);
lx=length(x);
[X,Y]=size(y);
tr=(1:Y)*(lx/(fm*Y));           %(fm)/8
lonf=X/8;
fr= fm*(1:lonf)/(X);
[xx,zz]= meshgrid(tr,fr);

figure
axes('position',[.25 .3 .7 .6]) % tamaño de la grafica tf
imagesc(tr,fr(1:lonf),Py(1:lonf,:)),axis xy
axis xy
xlabel('Tiempo(seg)');
ylabel('Frecuencia(Hz)');
colorbar

% tiempo
hold on
axes('position',[.25 .1 .6 .1]) %t
plot(1:length(x),x)

% frecuencia
Y=fft(x);
m=length(x);
P=Y.*conj(Y)/m;
f=fm*(0:(m/8-1))/m;
axes('position',[.05 .3 .1 .6]) %f
plot(P(1:m/8),f);

```

A4. Descripción de la señal en el tiempo

Se describe el comportamiento de la serie de intervalos RR en el tiempo. La señal es descrita basada en tres etapas de registro, una etapa de control, una de maniobra de Valsalva y una de postmaniobra o recuperación. A su vez, la descripción realizada en la maniobra de Valsalva, se encuentra subdividida en las 4 fases reportadas y adoptadas en la literatura. La amplitud de la variabilidad se reporta en milímetros solo para fines de comparación intra e inter sujeto.

Sujeto 1:

ANTES: Se observan oscilaciones de baja frecuencia y de una amplitud que llamaremos normal de amplitud (3mm). El RR promedio es de 6 mm

DURANTE: Fase 1. Antes hay un decremento del valor de RR. Se define muy bien (8mm).
Fase 2. Oscilaciones pequeñas durante la fase 2. (1 mm). (3mm)
Fase 3. No se distingue.
Fase 4. No alcanza la amplitud de la fase 1. (casi 7mm)

DESPUÉS: Se observa un ligero aumento del RR promedio de 0.5mm. Inmediatamente después de terminada la maniobra se ven oscilaciones no rítmicas con tendencia a la ritmicidad a los 30 segundos de la fase 4.
La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 2.33.

Sujeto 1 repetición

ANTES. Se observan oscilaciones de baja frecuencia y de amplitud normal (2mm). El RR promedio se mantiene en 6 mm.

DURANTE. Fase 1. Se define muy bien (7mm).
Fase 2. Se presentan oscilaciones de alta frecuencia. (3mm)
Fase 3. No perceptible.
Fase 4. De amplitud mayor a la fase 1. (6mm)

DESPUÉS. El periodo promedio aumenta en relación al de control (7mm). Cuando termina la maniobra se presentan oscilaciones no rítmicas las que aparecen a los 30 segundos de terminada la maniobra.
La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 2.

EL COMPORTAMIENTO ES SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

Sujeto 2

ANTES. Oscilaciones de muy poca amplitud y baja frecuencia. (1mm). El RR promedio es de 6mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor por abajo de las oscilaciones de antes de la maniobra.

Fase 2. Poco perceptible sin embargo existen oscilaciones de alta frecuencia. (5mm)
Fase 3. Si distinguible a los 130 seg.
Fase 4. Difícil distinguir pero existen oscilaciones. (5mm)

DESPUÉS. Las oscilaciones son mayores que en el control (2mm) Inmediatamente después de terminada la maniobra no se observa ritmicidad. Esta la adoptan a los 30 seg. de terminada la maniobra. El RR promedio aumenta en relación a la etapa de control (6.5mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 1.

Sujeto 2 repetición

ANTES. Oscilaciones de muy poca amplitud y baja frecuencia. (2mm). El RR promedio es de 6mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor por abajo de las oscilaciones de antes de la maniobra.

Fase 2. Poco perceptible sin embargo existen oscilaciones de alta frecuencia. (6mm)
Fase 3. Si distinguible a los 130 seg.
Fase 4. Difícil distinguir pero existen oscilaciones. (5.5mm)

DESPUÉS. Las oscilaciones son mayores que en el control (2mm) Inmediatamente después de terminada la maniobra no se observa ritmicidad. Esta la adoptan a los 30 seg. de terminada la maniobra. El RR promedio no aumenta en relación a la etapa de control (6mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 0.91.

EL COMPORTAMIENTO ES SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

Sujeto 3

ANTES. Oscilaciones de baja frecuencia y amplitud mayor que la normal. (2mm). El RR promedio es de 6mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor de la misma magnitud de las oscilaciones de antes de la maniobra. (7mm)

Fase 2. Oscilaciones de alta y baja frecuencia (2mm). (3mm)
Fase 3. Difícil distinguir.
Fase 4. La amplitud mayor que en la fase 1. (8mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra no se observa ritmicidad. Esta la adoptan a los 30 seg. de terminada la maniobra. El RR promedio aumenta en relación a la etapa de control (6.5mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 2.67.

Sujeto 3 repetición

ANTES. Oscilaciones de baja frecuencia y gran amplitud en comparación a la normal. (4mm). El RR promedio es de 6mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (7mm)

Fase 2. Oscilaciones de alta y baja frecuencia (0.5mm). (3mm)
Fase 3. Difícil distinguir.

Fase 4. La amplitud mayor que en la fase 1. (8mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra no se observa ritmicidad pero las oscilaciones son de alta frecuencia. Esta la adoptan a los 30 seg. de terminada la maniobra. El RR promedio aumenta en relación a la etapa de control (7mm). La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 2.67.

EL COMPORTAMIENTO FUE SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

Sujeto 4

ANTES. Oscilaciones de baja frecuencia y amplitud normal con ritmicidad (2mm). El RR promedio es de 6mm.

DURANTE. Fase 1. No se distingue.
Fase 2. Oscilaciones de alta y baja frecuencia (0.5mm). (3.5mm)
Fase 3. No se distingue.
Fase 4 De amplitud mayor que en la fase 1. (8mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra no se observa ritmicidad pero las oscilaciones son de baja frecuencia y de mayor amplitud que en la etapa de control. La ritmicidad la adoptan a los 30 seg. de terminada la maniobra. El RR promedio se mantiene igual que antes de la maniobra (6mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 2.28.

Sujeto 4 repetición

ANTES. Oscilaciones de baja frecuencia y gran amplitud con ritmicidad (3mm). El RR promedio es de 6mm.

DURANTE. Fase 1. Decremento en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (5.5mm)
Fase 2. Oscilaciones de alta frecuencia (0.5mm). (3.5mm)
Fase 3. No se distingue.
Fase 4 De amplitud mayor que la fase 1. (7.5mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de baja frecuencia y de mayor amplitud que en la etapa de control (4mm). No hay ritmicidad. El RR promedio se mantiene igual que antes de la maniobra (6mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 2.14.

EL COMPORTAMIENTO FUE SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

Sujeto 5

ANTES. Oscilaciones de baja frecuencia y amplitud normal (1mm). El RR promedio es de 5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (4.5mm)
Fase 2. Oscilaciones de alta frecuencia (0.5mm). (3.5mm)
Fase 3. Poco perceptible . (3mm)
Fase 4 De amplitud mayor que la fase 1. (6.5mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de alta frecuencia y de mayor amplitud que en la etapa de control (4mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia pero de mayor amplitud. El RR promedio se aumenta en relación a antes de la maniobra (6.5mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a: 1.86.

Sujeto 5 repetición

ANTES. Oscilaciones de baja frecuencia y amplitud normal (2mm). El RR promedio es de 5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (5mm)
Fase 2. Oscilaciones de baja y alta frecuencia (0.5mm). (3mm)
Fase 3. Perceptible . (3mm)
Fase 4 De amplitud mayor que la fase 1. (7mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de baja frecuencia y de mayor amplitud que en la etapa de control (3mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud. El RR promedio se aumenta en relación a antes de la maniobra (6mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a: 2.33.

EL COMPORTAMIENTO FUE SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

Sujeto 6

ANTES. Oscilaciones de alta frecuencia y amplitud pequeña (-1mm). El RR promedio es de 4.5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (4mm)
Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (0.5mm). (1.5mm)
Fase 3. Perceptible . (1mm)
Fase 4 De amplitud mayor que la fase 1. (8.5mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de baja frecuencia y de mayor amplitud que en la etapa de control (3mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud. El RR promedio se aumenta en relación a antes de la maniobra (7mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a: 5.67.

Sujeto 6 repetición

ANTES. Oscilaciones de alta frecuencia y amplitud pequeña (-1mm). El RR promedio es de 5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (4mm)
Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (0.5mm). (1mm)

Fase 3. Perceptible . (1mm)

Fase 4 De amplitud mayor que la fase 1. (9mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de alta frecuencia y de pequeña amplitud (3mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud . El RR promedio se aumenta en relación a antes de la maniobra (7mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 9.

EL COMPORTAMIENTO FUE SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

Sujeto 7

ANTES. Oscilaciones de alta frecuencia y baja frecuencia y de amplitud normal (3mm). El RR promedio es de 5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (6mm)

Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (1mm) y de baja frecuencia. (4mm). No tiene mucho decremento en general la fase.

Fase 3. Perceptible . (3mm)

Fase 4 De amplitud mayor que la fase 1. (7mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de alta y baja frecuencia y de pequeña amplitud (1.5mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud . El RR promedio se aumenta en relación a antes de la maniobra (6mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 1.75.

Sujeto 7 repetición

ANTES. Oscilaciones de baja frecuencia y de mucha amplitud (7mm). El RR promedio es de 4mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (6mm)

Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (1mm) y de baja frecuencia. (4mm). No tiene mucho decremento en general la fase.

Fase 3. Perceptible . (2mm)

Fase 4 De amplitud mayor que la fase 1. (8mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de baja frecuencia y de amplitud normal (1.5mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud incluso que antes de la maniobra. El RR promedio se aumenta en relación a antes de la maniobra (7mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a: 2.

EL COMPORTAMIENTO NO FUE SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

Sujeto 8

ANTES. Oscilaciones muy rítmicas de alta frecuencia y de amplitud normal (1.5mm). El RR promedio es de 6.5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (6.5mm)

Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (1mm). (1mm)

Fase 3. Se distingue muy bien . (2mm)

Fase 4 De amplitud mayor que la fase 1. (8mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de alta frecuencia y de gran amplitud (1.5mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud. El RR promedio se mantiene igual en relación a antes de la maniobra (6.5mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 8.

Sujeto 8 repetición

ANTES. Oscilaciones muy rítmicas de alta frecuencia y de amplitud normal (2mm). El RR promedio es de 6.5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (7mm)

Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (-1mm). (1.5mm)

Fase 3. Se distingue muy bien . (1mm)

Fase 4 De amplitud mayor que la fase 1. (9mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de alta frecuencia y de gran amplitud (1.5mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud. El RR promedio aumenta ligeramente en relación a antes de la maniobra (7mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 6.

EL COMPORTAMIENTO FUE SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

Sujeto 9

ANTES. Oscilaciones muy rítmicas de alta frecuencia y de amplitud normal (1.5mm). El RR promedio es de 5.5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (4.5mm). Se percibe poco.

Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (0.5mm). (3mm)

Fase 3. Se distingue muy bien . (2mm)

Fase 4 De amplitud mayor que la fase 1. (6mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de alta frecuencia y de mediana amplitud (1.5mm) después crecen en amplitud y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud. El RR promedio aumenta en relación a antes de la maniobra (7mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 2.

Sujeto 9 repetición

ANTES. Oscilaciones muy rítmicas de alta frecuencia y de amplitud normal (2mm). El RR promedio es de 6mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (5mm). Se percibe poco.

Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (0.5mm) y también de baja. (3mm)

Fase 3. Se distingue bien. (2.5mm)

Fase 4. De amplitud mayor que la fase 1. (8.5mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se observa ritmicidad y las oscilaciones son de alta frecuencia y de mediana amplitud (1.5mm) después crecen en amplitud y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud. El RR promedio aumenta en relación a antes de la maniobra (7mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 2.8.

EL COMPORTAMIENTO FUE SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

Sujeto 10

ANTES. Oscilaciones baja frecuencia y de amplitud normal (1.5mm) sin ritmo. El RR promedio es de 5.5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor menor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (6mm)..

Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (-1mm) y también de baja. (3mm)

Fase 3. Se distingue bien. (1mm)

Fase 4. De amplitud mayor que la fase 1. (8mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra no se ven grandes oscilaciones aunque después se observa ritmicidad y las oscilaciones son de alta frecuencia y de gran amplitud (4mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia, menor amplitud y menor ritmo. El RR promedio aumenta en relación a antes de la maniobra (7mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 2.67.

Sujeto 10 repetición

ANTES. Oscilaciones baja frecuencia y de amplitud pequeña (-1mm) sin ritmo. El RR promedio es de 5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor mayor a las oscilaciones de antes de la maniobra. (7mm)..

Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (-1mm) y de baja (2mm). (3mm)

Fase 3. Se distingue. (2mm)

Fase 4. De amplitud mayor que la fase 1. (8mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se ven grandes oscilaciones aunque después se observa ritmicidad y las oscilaciones son de alta frecuencia y de gran amplitud (4mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud y menor ritmo. El RR promedio aumenta en relación a antes de la maniobra (7mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 2.67.

EL COMPORTAMIENTO FUE SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

Sujeto 11

ANTES. Oscilaciones alta frecuencia y de amplitud pequeña (1mm) rítmicas. El RR promedio es de 5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor igual a las oscilaciones de antes de la maniobra. (5.5mm)..

Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (-1mm) y de baja (1.5mm). (4mm)

Fase 3. Se distingue bien. (2mm)

Fase 4. De amplitud mayor que la fase 1. (7mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se ven grandes oscilaciones de baja frecuencia con gran ritmicidad y amplitud (2.5mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud. El RR promedio aumenta en relación a antes de la maniobra (8mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a 1.75.

Sujeto 11 repetición

ANTES. Oscilaciones alta y baja frecuencia y de amplitud normal (1mm) rítmicas. El RR promedio es de 5.5mm.

DURANTE. Fase 1. Disminución en el valor de RR. El valor mas alto a las oscilaciones de antes de la maniobra. (6mm)..

Fase 2. Oscilaciones alta frecuencia (-1mm) y de baja (1.5mm). (4mm)

Fase 3. Se distingue bien. (2.5mm)

Fase 4. De amplitud igual que la fase 1. (6mm)

DESPUÉS. Inmediatamente después de terminada la maniobra se ven grandes oscilaciones de baja frecuencia con gran ritmicidad y amplitud (2.5mm) y conforme pasa el tiempo son de menor frecuencia y menor amplitud. El RR promedio aumenta en relación a antes de la maniobra (6.5mm).

La relación entre la fase 4 y la fase 2 (f_4/f_2) es igual a : 1.5.

EL COMPORTAMIENTO FUE SIMILAR EN AMBAS REPETICIONES

A5. Descripción del gráfico tiempo-frecuencia.

Sujeto 1

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5Hz).

Wigner: Intensidad de 2 U en la banda de muy bajas frecuencia (0-0.028 Hz), acompañada con una línea por los 0.12 Hz. de la misma intensidad y de una serie de sombras (dispersiones) de menor intensidad (-1 U). en distribuidas en toda la banda de frecuencias.

Choi: Intensidad 1 U. en las muy bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (-12 U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2 U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.045 Hz) comienza a aumentar a 3U alcanzando la máxima intensidad al final de la maniobra (6U) en 0.028Hz. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (1U y 2U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi. Se marca una sombra de intensidad -1U. en el comienzo de la maniobra entre 0.05-0.2Hz de duración 9s. Por su parte en las bajas frecuencias (0-0.06Hz) se observa un aumento de intensidad conforme va transcurriendo la maniobra (3U) llegando a la máxima intensidad hacia el final de la maniobra (5U) en 0.015 Hz.

DESPUÉS: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (1-0.5).

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (2U) hacia menores frecuencias (0-0.014Hz.) lo cual se aprecia hasta los 180 s. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (1U y 2U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi: Comienza a disminuir de intensidad (3U) y de frecuencias (0-0.015Hz) durante todo el periodo de recuperación notándose una sombra de intensidad -1U y de corta duración (0.8s) poco después de terminada la maniobra que se extiende por todo el rango de frecuencias (0-0.5Hz) y manchas de 1U entre 140-160s en las frecuencias de 0.030-0.05Hz)

Sujeto 1 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 4 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5).

Wigner: Intensidad de 6 U en la banda de muy bajas frecuencia (0-0.028 Hz), acompañada de una serie de sombras (dispersiones) de menor intensidad (2U). en toda la banda de frecuencias, sobre todo de 0-0.3Hz..

Choi: Intensidad 6 U. en las muy bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (-16 U) en frecuencias desde 0-0.05 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (1 U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.045 Hz) comienza a aumentar a 8U alcanzando la máxima intensidad al final de la maniobra (16U) en 0.028Hz. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (2U y 6U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.3 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi. Se marca una sombra de intensidad 2U. en el comienzo de la maniobra entre 0.03-0.09Hz, de duración 10s. Por su parte en las bajas frecuencias (0-0.02Hz) se observa un aumento de intensidad conforme va transcurriendo la maniobra (8U) llegando a la máxima intensidad hacia el final de la maniobra (13U) en 0.01 Hz.

DESPUÉS: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 4 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5).

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (2U) hacia menores frecuencias (0-0.014Hz.) lo cual se aprecia hasta los 180 s. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (2U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi: Comienza a disminuir de intensidad (4U) y de frecuencias (0-0.015Hz) durante todo el periodo de recuperación notándose dos sombras, separadas 3s, de intensidad -1U y de corta duración (0.8s) poco después de terminada la maniobra que se extiende por todo el rango de frecuencias (0-0.5Hz).

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	12	6	5
v2	16	16	12

Sujeto 2

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5Hz).

Wigner: Intensidad de 1.5 U en la banda de muy bajas frecuencia (0-0.028 Hz), de una serie de sombras (dispersiones) de igual intensidad (1.5 U). distribuidas casi en toda la banda de frecuencias (0-0.4Hz).

Choi: Intensidad 1.5 U. en las muy bajas frecuencias(0-0.020Hz). y algunas sombras de menor intensidad (0.5Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (8 U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2-6U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra se marca con una intensidad alta (3.5U) dentro de banda de frecuencias (0-0.15 Hz) con una duración de 10 s. este mismo patrón se repite tres veces en el tiempo que dura la maniobra, el máximo de intensidad se puede observar en los .013Hz. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0.5U y 1U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad. Los términos de interferencia a la mitad de la maniobra son de mayor amplitud que los componentes propios de ella.

Choi. Se marca una área de intensidad que va desde 3 a 0.5U. en el comienzo de la maniobra entre 0-0.3Hz paulatinamente, de duración 9s. Por su parte en las bajas frecuencias (0-0.06Hz) se observa una intensidad constante de 1.5U hasta el final de la maniobra en donde se observa otra región muy parecida a la descrita en el inicio de la maniobra de intensidad 1-1.5U de 0-0.1 Hz.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5).

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (0.5U) hacia menores frecuencias (0-0.014Hz.) lo cual se aprecia hasta los 180 s. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (1U y 2U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad y términos cruzados de intensidad 2U.

Choi: Comienza a disminuir de intensidad (0.5) y de frecuencias (0-0.015Hz) durante todo el periodo de recuperación notándose tres sombras de intensidades 0.5U y de corta duración (0.8s) poco después de terminada la maniobra que se extiende por todo el rango de frecuencias (0-0.5Hz) y manchas de 1U entre 160-170s en las frecuencias de 0.025-0.35Hz) y entre 170-180s y 0.05-.25Hz.

Sujeto 2 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5Hz).

Wigner: Intensidad muy altas de 4 U en la banda de muy bajas frecuencia (0-0.028 Hz), de una serie de sombras (dispersiones) de menor intensidad (1.5 U). distribuidas casi en toda la banda de frecuencias (0-0.4Hz) y algunos términos cruzados de 1.5U en 0.05Hz..

Choi: Intensidad 2.5 U. en las muy bajas frecuencias(0-0.020Hz). y algunas sombras de menor intensidad (0.5U) periódicas a los (0.2Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (8 U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2-6U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra se marca con una intensidad alta (2U) dentro de banda de frecuencias (0-0.15 Hz) con una duración de 6 s., el máximo de intensidad se puede observar entre 90-100s en los .020Hz. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0.5U y 1U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad. Los términos de interferencia se presentan de amplitud alta.

Choi. Se marca una área de intensidad que va desde 1 a 0.5U. en el comienzo de la maniobra entre 0-0.3Hz paulatinamente, de duración 9s. Repitiéndose una región de intensidad 1-3U de 90-120s y de 0.020-0.040z..

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5).

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (0.5U) hacia menores frecuencias (0-0.014Hz.) lo cual se aprecia hasta los 180 s. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (1U y 2U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad y términos cruzados de intensidad 2U.

Choi: Comienza a disminuir de intensidad (0.5) y de frecuencias (0-0.015Hz) durante todo el periodo de recuperación notándose una sombras de intensidades 0.5U y de duración 10s poco después de terminada la maniobra que se extiende por todo el rango de frecuencias (0-0.5Hz) siendo un poco mas gruesa de 130-140s entre 0.030-0.1Hz.

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	8	4	3.5
v2	8	4	3

Sujeto 3

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5Hz).

Wigner: Intensidad de 2 U en la banda de muy bajas frecuencia (0-0.028 Hz), acompañada por términos cruzados a los 0.05 Hz. de la misma intensidad y de una serie de sombras (dispersiones) de menor intensidad (-1 U). en distribuidas en toda la banda de frecuencias.

Choi: Intensidad 0.5 U. en las bajas frecuencias(0-0.020Hz) y una sombras en los 30-40s de 0.5U entre 0.020-0.15Hz..

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (-12 U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2 U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) aumenta entre 1.5-4U alcanzando la máxima intensidad (4U) en 0.015Hz. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (1U y 2U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi. Se marca una sombra de intensidad 0.5U. en el comienzo de la maniobra entre 0-0.15Hz de duración 9s. Por su parte en las bajas frecuencias (0-0.030Hz) se observa intensidades de 1-3U durante toda la maniobra, la máxima intensidad es de 3U) en 0.015 Hz.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5).

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (2U) hacia menores frecuencias (0-0.014Hz.) lo cual se aprecia hasta los 100 s. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (1U y 2U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi: Comienza a disminuir de intensidad (1U) y de frecuencias (0-0.020Hz) durante todo el periodo de recuperación notándose una sombra de intensidad -1U y de duración 10s en el final de la maniobra que se extiende por el rango de frecuencias (0-0.2Hz).

Sujeto 3 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5Hz).
 Wigner: Intensidad de 2 U en la banda de muy bajas frecuencia (0-0.028 Hz), acompañada por términos cruzados a los 0.05 Hz. de la misma intensidad y de una serie de sombras (dispersiones) de menor intensidad (-1 U). en distribuidas en toda la banda de frecuencias.

Choi: Intensidad 0.5 U. en las bajas frecuencias(0-0.020Hz) y una sombras en los 30-40s de 0.5U entre 0.020-0.15Hz..

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (-12 U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2 U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) aumenta entre 4-8U alcanzando la máxima intensidad (8U) en 0.015Hz. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (1U y 2U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi. Se marca una sombra de intensidad 0.5U. en el comienzo de la maniobra entre 0-0.10Hz de duración menos de 9s. Por su parte en las bajas frecuencias (0-0.030Hz) se observa intensidades de 1-6U durante toda la maniobra, la máxima intensidad es de 3U) en 0.015 Hz.

DESPUÉS: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5).

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (3U) hacia menores frecuencias (0-0.014Hz.) lo cual se aprecia hasta los 100 s. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (1U y 2U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi: Comienza a disminuir de intensidad (2U) y de frecuencias (0-0.020Hz) durante todo el periodo de recuperación notándose una sombra de intensidad -1U y de duración 10s en el final de la maniobra que se extiende por el rango de frecuencias (0-0.42Hz).

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	8	4	3
v2	10	8	6

Sujeto 4

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5Hz).

Wigner: Intensidad de 2 U en la banda de muy bajas frecuencia (0-0.028 Hz), acompañada por términos cruzados a los 0.05 Hz. de la misma intensidad y de una serie de sombras (dispersiones) de menor intensidad (-1 U). en distribuidas en toda la banda de frecuencias.

Choi: Intensidad 3U. en las bajas frecuencias(0-0.020Hz) y una sombras 1U en los 30-40s entre 0.020-0.15Hz..

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (10 U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue máxima dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) intensidad (6U) en 0.015Hz. Al final de la maniobra la intensidad disminuye (4U). Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0U y 1U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi. En el comienzo de la maniobra entre 0-0.015Hz la intensidad aumenta a 5U en las bajas frecuencias (0-0.030Hz) Se observa intensidades de 2-5U durante a la mitad de la maniobra, la máxima intensidad es de (5U) en 0.015 Hz. Hacia el final de la maniobra la intensidad (0-0.15Hz) disminuye 4-3U

DESPUÉS: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5).

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (3U) hacia menores frecuencias (0-0.014Hz.) lo cual se aprecia hasta los 100 s. Las que disminuyen llegando hasta cero. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0U y 1U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi: Comienza a disminuir de intensidad (3U) y de frecuencias (0-0.020Hz) durante todo el periodo de recuperación notándose una sombra de intensidad 1U y de duración 10s en el final de la maniobra que se extiende por el rango de frecuencias (0-0.40Hz).

Sujeto 4 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 1-2U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5Hz).

Wigner: Intensidad de 0-1U en la banda de muy bajas frecuencia (0-0.028 Hz), acompañada por términos cruzados a los 0.18 Hz. de intensidad 1.5U y de una serie de sombras (dispersiones) de menor intensidad (1 U). distribuidas en toda la banda de frecuencias.

Choi: Intensidad 1U que aumenta en las bajas frecuencias(0-0.020Hz) , presenta una región de intensidad 0.7U en 0-0.15 Hz. y una sombras .25U entre 0-0.3Hz..

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (1-8 U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 1.5U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz). Se observan términos cruzados de gran intensidad 3.5U entre (0-0.2Hz). Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0U y 1U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi. La intensidad va en aumento llegando a la máxima hacia el final de la maniobra (0-1.5) entre 0-0.15 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz. Se observan una región hacia el final de la maniobra entre 0-0.07 Hz. de

intensidades 0.5-1.5U. Se observan dispersiones (0-0.5U) en un rango de frecuencias 0-0.5Hz. disminuyendo de intensidad conforme aumenta la frecuencia.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5).

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (0.5) hacia menores frecuencias (0-0.014Hz.) lo cual se aprecia hasta los 100 s. Las cuales disminuyen llegando hasta cero. Aparecen términos cruzados de intensidad 2U entre 0-0.2 Hz. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0U y 1U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi: Comienza a disminuir de intensidad (0.75) y de frecuencias (0-0.020Hz) durante todo el periodo de recuperación notándose una región de intensidad 1U entre 0-.22Hz. Se observan una banda de sombras de corta duración a los 100 s en toda la banda de frecuencia.

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	10	6	5
v2	8	3.5	1.5

Sujeto 5

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 1-2U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5Hz).

Wigner: Términos de interferencia 0-03-0.08 Hz. de intensidad 2 y de una serie de sombras (dispersiones) de menor intensidad (1 U). que disminuyen a la largo de la frecuencia en cantidad e intensidad (0-0.3Hz.).

Choi: Intensidad 0.5U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz) ,presenta algunas sombras 0.5U entre 0-0.1Hz..

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (1-10U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 4U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 6U entre 0-0.03Hz. Se observan términos cruzados de gran intensidad 2U entre (0-0.1Hz). Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0U y 1U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi. La intensidad va en aumento llegando a la máxima hacia el final de la maniobra (0-3) entre 0-0.020 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz. Se observan una región hacia el final de la maniobra entre 0-0.07 Hz. de intensidades 1-1.5U. Se observan dispersiones (0-0.5U) en un rango de frecuencias 0-0.1Hz. disminuyendo de intensidad conforme aumenta la frecuencia.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5).

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (1) hacia menores frecuencias (0-0.014Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 2U entre 0-0.2 Hz. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0U y 1U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca toda la banda de frecuencias. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (0.75) y de frecuencias (0-0.020Hz) durante todo el periodo de recuperación notándose una región de intensidad 1U entre 0.02-0.1Hz.

Sujeto 5 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 1-2U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5Hz).

Wigner: Términos de interferencia 0-0.05 Hz. de intensidad 3U y de una serie de sombras (dispersiones) de menor intensidad (1 U). que disminuyen a la largo de la frecuencia en cantidad e intensidad (0-0.2Hz.).

Choi: Intensidad 0.5U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (1-10U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 3U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 5U entre 0-0.03Hz. Se observan términos cruzados de gran intensidad 2U entre (0-0.1Hz). Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0U y 1U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi. La intensidad va en aumento llegando a la máxima hacia el final de la maniobra (0-3.5U) entre 0-0.020 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz. Se observan una región en el principio de la maniobra entre 0-0.047Hz. de intensidades 1-1.5U

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (1) hacia menores frecuencias (0-0.014Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 2U entre 0-0.2 Hz. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0U y 1U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca toda la banda de frecuencias. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (1) y de frecuencias (0-0.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	10	5	3
v2	10	6	3.5

Sujeto 6

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-5U. en la banda de frecuencia (0-0.2Hz).

Wigner: Términos de interferencia de intensidad 10 marcados sobre todo en 0.05 Hz. y en una banda de 0-0.020 Hz.

Choi: Intensidad 2U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (1-25U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2U) en toda la banda de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 10U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 30U entre 0-0.03Hz. Se observan términos cruzados de poca intensidad 10U entre (0-0.2Hz) al final de la maniobra. Se observan las dispersiones que son de menor intensidad (0U y 5U) desvaneciéndose conforme la frecuencia aumenta, así pues, después de 0.4 Hz. se observan estas dispersiones en menor cantidad e intensidad.

Choi. La intensidad va en aumento llegando a la máxima hacia el final de la maniobra (10-25U) entre 0-0.040 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 5 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (10U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 10U en 0.05 Hz. Se observan las dispersiones aunque no enmascaran tanto a la maniobra.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca casi toda la banda de frecuencias. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (5) y de frecuencias (0-0.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

Sujeto 6 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-5U. en la banda de frecuencia (0-0.2Hz).

Wigner: Términos de interferencia de intensidad 10 marcados sobre todo en 0.05 Hz. e intensidades de 10 también en la banda de 0-0.020 Hz. Sombras por el 0.2 Hz. de baja intensidad 5U.

Choi: Intensidad 2U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (1-25U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2U) hasta los 0.2Hz.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 10U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 25U entre 0-0.03Hz. Se observan términos cruzados poca intensidad y cantidad.

Choi. La intensidad va en aumento llegando a la máxima hacia el final de la maniobra (10-25U) entre 0-0.040 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 5 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (10U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 10U en 0.05 Hz. Se observan las dispersiones aunque no enmascaran tanto a la maniobra. Se observa el artefacto del fin de la maniobra.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca casi toda la banda de frecuencias. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (25-5U) y de frecuencias (0-0.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	25	30	25
v2	25	25	25

Sujeto 7

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-2U. en la banda de frecuencia de 0-0.3Hz.

Wigner: Intensidades de 1.5U en la banda de 0-0.02Hz. Términos de interferencia de intensidad 2U marcados sobre todo en la banda de frecuencia de 0-0.01 Hz. Sombras de intensidad 0.5U hasta los 0.2 Hz.

Choi: Intensidad 0.5U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz). Algunas sombras tenues a los 0.2Hz.

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (6-8U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2U) hasta los 0.2Hz.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 1.5U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 4U entre 0-0.03Hz. Se observan términos cruzados de gran intensidad y cantidad.

Choi. La intensidad va en aumento llegando a la máxima de la mitad de la maniobra hacia el final (1.5-3.5U) entre 0-0.020 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 5 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (2.5U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 1.5U hasta 0.15 Hz. Se observan las sombras hasta 0.3 Hz. disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias tanto en intensidad como en cantidad.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Se observa un pico de amplitud mayor poco después de haber terminado la maniobra.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general es menor que en la fase de control. Destacándose dos picos poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 5

ANTES. Espectrograma. Aumentando paulatinamente 30U hacia el inicio de la maniobra sin mayores oscilaciones.

Wigner. Va en aumento paulatinamente alrededor de 40 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. con escasas oscilaciones de mediana amplitud. Y un aumento significativo hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Aumento mayor que en la fase de control (50U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 50U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra.

Choi. Un ligero aumento. Pocas oscilaciones se observan durante esta fase parecidas a las de control.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Se observa un pico poco después de terminada la maniobra.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Destacándose un pico poco después de terminada la maniobra. Las oscilaciones se incrementan un poco en relación a la fase de control.

Sujeto 5 repetición

ANTES. Espectrograma. Aumentando paulatinamente 30U hacia el inicio de la maniobra sin mayores oscilaciones.

Wigner. Se mantiene de 40 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. con escasas oscilaciones de mediana amplitud. Y un aumento significativo hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Aumento mayor que en la fase de control (50U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 50U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra.

Choi. Un ligero aumento (20U). Pocas oscilaciones que aumentan de amplitud se observan durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Se observa unos picos poco después de terminada la maniobra.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Destacándose unos picos poco después de terminada la maniobra. Las oscilaciones se incrementan un poco en relación a la fase de control.

Sujeto 6

ANTES. Espectrograma. Aumentando paulatinamente 30U con un mayor aumento hacia el inicio de la maniobra sin oscilaciones.

Wigner. Se mantiene de 40 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. con escasas oscilaciones de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. Aumento mayor que en la fase de control (75U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 50U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (250U).

Choi. Un aumento paulatino conforme se lleva a cabo la maniobra (200U). Pocas oscilaciones se observan durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Se observa unos picos poco después de terminada la maniobra.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Destacándose unos picos poco después de terminada la maniobra. Las oscilaciones se incrementan un poco en relación a la fase de control.

Sujeto 6 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 30U sin oscilaciones.

Wigner. Se mantiene de 40 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. con escasas oscilaciones de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. Gran aumento (100U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 50U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (200U).

Choi. Un aumento paulatino conforme se lleva a cabo la maniobra (200U). Pocas oscilaciones se observan durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Se observa unos picos poco después de terminada la maniobra.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Destacándose unos picos poco después de terminada la maniobra. Las oscilaciones se incrementan un poco en relación a la fase de control.

Sujeto 7

ANTES. Espectrograma. Aumenta paulatinamente alrededor de 30U sin oscilaciones.
Wigner. Se mantiene de 40 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.
Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. con escasas oscilaciones de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. Gran aumento (50U).
Wigner. Ligero aumento en comparación con la fase de control a 50U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (200U).
Choi. Ligero aumento (20U). Pocas oscilaciones se observan durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es menor que en la fase de control.
Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor abajo de la fase de control. Se observa unos picos poco después de terminada la maniobra.
Choi. Disminuye paulatinamente pero en general se mantiene como en la fase de control. Destacándose un pico poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 7 repetición

ANTES. Espectrograma. Aumenta paulatinamente alrededor de 20U sin oscilaciones.
Wigner. Se mantiene de 40 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.
Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. sin oscilaciones. Teniendo un aumento hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Ligero aumento (25U).
Wigner. Ligero aumento en comparación con la fase de control a 50U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (200U).
Choi. Ligero aumento (20U). Pocas oscilaciones se observan durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control.
Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Se observa unos picos poco después de terminada la maniobra.
Choi. Disminuye paulatinamente pero en general se mantiene como en la fase de control. Destacándose un pico poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 8

ANTES. Espectrograma. Aumenta paulatinamente alrededor de 20U sin oscilaciones.
Wigner. Aumenta paulatinamente 100 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.
Choi. Aumenta paulatinamente de 10 U. sin oscilaciones. Teniendo un aumento hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Aumento (50U).
Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 100U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (200U).
Choi. Aumento (50U). Pocas oscilaciones se observan durante esta fase, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (200U).

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Se observa un pico poco después de terminada la maniobra.
Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Se observa unos picos poco después de terminada la maniobra.
Choi. Disminuye paulatinamente pero en general se mantiene mayor que en la fase de control. Destacándose un pico poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 8 repetición

ANTES. Espectrograma. Aumenta paulatinamente alrededor de 20U sin oscilaciones.
Wigner. Aumenta paulatinamente 100 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.
Choi. Aumenta paulatinamente de 10 U. sin oscilaciones. Teniendo un aumento hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Aumento (50U).
Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 100U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (200U).
Choi. Aumento (50U). Pocas oscilaciones se observan durante esta fase, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (200U).

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Se observa un pico poco después de terminada la maniobra.
Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Se observa unos picos justo terminando la maniobra.
Choi. Disminuye paulatinamente pero en general se mantiene mayor que en la fase de control. Destacándose un pico poco justo terminando la maniobra.

Sujeto 9

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 20U sin muchas oscilaciones.
Wigner. Aumenta paulatinamente 100 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.
Choi. Aumenta paulatinamente de 10 U. sin oscilaciones.

DURANTE. Espectrograma. Aumento (50U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 100U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (100U).

Choi. Aumento. Pocas oscilaciones se observan durante esta fase, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (50U).

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Se observa un pico poco después de terminada la maniobra.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general se mantiene mayor que en la fase de control. Destacándose un pico poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 9 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 20U sin muchas oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 50U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

DURANTE. Choi. Aumenta paulatinamente de 10 U. sin grandes oscilaciones.

Espectrograma. Aumento (50U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 100U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (100U).

Choi. Aumento paulatinamente. Pocas oscilaciones se observan durante esta fase, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (50U).

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Observándose picos poco después de terminada la maniobra.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general se mantiene mayor que en la fase de control. Destacándose picos poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 10

ANTES. Espectrograma. Aumenta paulatinamente alrededor de 20U sin muchas oscilaciones. Y siendo el aumento mayor conforma se acerca al inicio de maniobra.

Wigner. Se mantiene alrededor de 50U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

DURANTE. Choi. Aumento paulatinamente de 10 U. sin grandes oscilaciones.

Espectrograma. Aumento (50U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 100U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (100U).

Choi. Aumento paulatinamente. Pocas oscilaciones se observan durante esta fase, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (50U).

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control.

Observándose un pico poco después de terminada la maniobra.
Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Observándose picos poco después de terminada la maniobra.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general se mantiene mayor que en la fase de control.

Destacándose picos poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 10 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 20U sin muchas oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 50U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

DURANTE. Choi. Se mantiene alrededor de 10 U. sin grandes oscilaciones.

Espectrograma. Aumento paulatinamente siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (50U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 100U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (100U).

Choi. Aumento paulatinamente. Pocas oscilaciones se observan durante esta fase, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (50U).

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control.

Observándose un pico poco después de terminada la maniobra.
Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Observándose picos poco después de terminada la maniobra.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general se mantiene mayor que en la fase de control.

Destacándose picos poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 11

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 20U sin muchas oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 50U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 10 U. sin grandes oscilaciones. Observándose un aumento en el inicio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Aumento paulatinamente siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (50U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 100U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (100U).

Choi. Aumento ligero paulatinamente. Pocas oscilaciones se observan durante esta fase, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (50U).

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Observándose un pico poco después de terminada la maniobra.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control. Observándose picos poco después de terminada la maniobra.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general se mantiene mayor que en la fase de control. Destacándose picos poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 11 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 20U sin muchas oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 50U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 10 U. sin grandes oscilaciones. Observándose un aumento en el inicio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Aumento paulatinamente siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (50U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 100U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, siendo más pronunciado este aumento hacia el final de la maniobra (100U).

Choi. Se mantiene alrededor de 10U pero se observa un aumento poco después de iniciada la maniobra. (50U). Pocas oscilaciones se observan durante esta fase,

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Observándose un pico poco después de terminada la maniobra.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general se mantiene mayor que en la fase de control. Destacándose picos poco después de terminada la maniobra.

A7. Pendiente de la relación logaritmo de la potencia-logaritmo de la frecuencia (beta).

Sujeto 1

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles bajos (1U) con pocas oscilaciones de amplitud mediana.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 2U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud

tendiendo a un aumento hacia el inicio de la maniobra (4U).

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (3U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye bruscamente a los 10 s. de haber iniciado permaneciendo en niveles bajos conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles mayores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Niveles mayores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la

maniobra (fase 4).

Sujeto 1 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles medios (2U) con pocas oscilaciones de gran amplitud.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 2U con mediana cantidad de oscilaciones de gran amplitud tendiendo

a un aumento hacia el inicio de la maniobra (4U).

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2.5U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye bruscamente a los 10 s. de haber iniciado permaneciendo en niveles bajos conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles parecidos a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Niveles parecidos a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada

la maniobra (fase 4).

Sujeto 2

ANTES. Espectrograma. Aumenta paulatinamente hacia el inicio de la maniobra (2U) con pocas oscilaciones.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 2U con mediana cantidad de oscilaciones de gran amplitud tendiendo

a un aumento hacia el inicio de la maniobra (4U).

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2.5U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Disminuye a alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye bruscamente a los 10 s. de haber iniciado permaneciendo en niveles bajos conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles parecidos a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud, es decir,

igual que antes de la maniobra.

Choi. Niveles menores a los de antes de la maniobra.

Sujeto 2 repetición

ANTES. Espectrograma. Aumenta paulatinamente hacia el inicio de la maniobra (2U) con pocas oscilaciones.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 2U con mediana cantidad de oscilaciones de gran amplitud tendiendo

a un aumento hacia el inicio de la maniobra (4U).

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (3U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Se mantiene alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (5U) {fase 1} y disminuye a los 10 s. de haber iniciado permaneciendo en niveles altos conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma un aumento del nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles parecidos a los de antes de la maniobra.

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud, es decir,

igual que antes de la maniobra.

Choi. Niveles mayores a los de antes de la maniobra con mayor cantidad de oscilaciones. Notándose

la fase 4.

Sujeto 3

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles altos (4U) con pocas oscilaciones de gran amplitud.
Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Se mantiene alrededor de 2U con mediana cantidad de oscilaciones de gran amplitud

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2.5U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra.
Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Aumenta a la mitad de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye bruscamente a los 10 s. de haber iniciado permaneciendo en niveles bajos conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).
Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Niveles menores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 3 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles altos (4U) con pocas oscilaciones de gran amplitud.
Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Se mantiene alrededor de 2U con mediana cantidad de oscilaciones de gran amplitud

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma menor nivel de antes de la maniobra.
Wigner. Disminuye un poco en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Aumenta a la mitad de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye a los 10 s. de haber iniciado permaneciendo en niveles bajos conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma menor nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).
Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Niveles menores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 4

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles altos (4U) con pocas oscilaciones de gran amplitud y disminuye hacia el inicio de la maniobra .
Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Se mantiene alrededor de 2U con mediana cantidad de oscilaciones de gran amplitud

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al final de la maniobra (4U)
Wigner. Se mantiene alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Aumenta en relación al promedio de las oscilaciones antes de la maniobra.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).
Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Niveles mayores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 4 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles altos (3U) con pocas oscilaciones de gran amplitud y aumenta hacia el inicio de la maniobra .
Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Se mantiene alrededor de 2U con mediana cantidad de oscilaciones de gran amplitud

DURANTE. Espectrograma. Se mantiene durante toda la maniobra a (3U)
Wigner. Se mantiene alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Sin cambios en relación al promedio de las oscilaciones antes de la maniobra.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).
Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Niveles parecidos a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 5

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles medios (2U) con pocas oscilaciones de gran amplitud con un aumento hacia el inicio de la maniobra.
Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
Choi. Se mantiene alrededor de 4U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud tendiendo a un aumento hacia el inicio de la maniobra (5U).

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma menor nivel de antes de la maniobra.
Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye permaneciendo en niveles bajos conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles mayores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Niveles parecidos a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada

la maniobra (fase 4).

Sujeto 5 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles medios (2U) con pocas oscilaciones de gran amplitud con un aumento hacia el inicio de la maniobra.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 4U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud tendiendo a un aumento hacia el inicio de la maniobra (5U).

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma menor nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye permaneciendo en niveles bajos conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Niveles parecidos a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 6

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles altos (4U) con pocas oscilaciones de gran amplitud, disminuyendo hacia el inicio de la maniobra..

Wigner. Se mantiene en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 2U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2.5U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma menor nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Aumenta alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud más aún hacia el final de la maniobra.

Choi. Aumento al inicio de la maniobra (3U) {fase 1} y disminuye permaneciendo en niveles bajos conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de gran amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra.

Wigner. Aumenta en el final de la maniobra para luego permanecer en nivel más alto en comparación con la fase de control con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud. Se observa fase 4.

Choi. Niveles parecidos a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 6 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles medios (3U) con pocas oscilaciones de gran amplitud, disminuyendo hacia el inicio de la maniobra.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 2U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2.5U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma menor nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Se mantiene alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye permaneciendo en niveles igual que en la fase de control conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma el mismo nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra.

Wigner. Permanece alrededor de 1U como en la fase de control y de maniobra.

Choi. Niveles menores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 7

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles medios (2U) con pocas oscilaciones de gran amplitud, aumentando hacia el inicio de la maniobra.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 3U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 3U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (24U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma menor nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Se mantiene alrededor de 3U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 3U con gran cantidad de oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra.

Wigner. Permanece alrededor de 3U como en la fase de control y de maniobra.
 Choi. Niveles iguales a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 7 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles altos (3U) con pocas oscilaciones de gran amplitud.
 Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
 Choi. Se mantiene alrededor de 3U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma menor nivel de antes de la maniobra.
 Wigner. Se mantiene alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
 Choi. Aumento al inicio de la maniobra {fase 1} y después se mantiene alrededor de 3U con gran cantidad de oscilaciones de mediana amplitud {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra.
 Wigner. Permanece alrededor de 3U como en la fase de control y de maniobra.
 Choi. Niveles iguales a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 8

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles altos (3U) con pocas oscilaciones de gran amplitud y disminuye hacia el inicio de la maniobra.
 Wigner. Se mantiene en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
 Choi. Se mantiene alrededor de 1U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud, aumentando hacia el inicio de la maniobra (4U).

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al final de la maniobra (3U).
 Wigner. Se mantiene alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
 Choi. Aumento al final de la maniobra.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra.
 Wigner. Permanece alrededor de 3U como en la fase de control y de maniobra.
 Choi. Niveles iguales a los de antes de la maniobra.

Sujeto 8 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles altos (3U) con pocas oscilaciones de gran amplitud y disminuye hacia el inicio de la maniobra.
 Wigner. Se mantiene en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
 Choi. Se mantiene alrededor de 1U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud, aumentando hacia el inicio de la maniobra (4U).

DURANTE. Espectrograma. Permanece en toda la maniobra a (2U).
 Wigner. Se mantiene alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud y disminuye hacia el final.
 Choi. Aumento al final de la maniobra.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra.
 Wigner. Permanece alrededor de 3U como en la fase de control y de maniobra.
 Choi. Niveles iguales a los de antes de la maniobra. Se observa un incremento después de terminada la maniobra {fase 4}.

Sujeto 9

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles medios (2U) con pocas oscilaciones de amplitud mediana.
 Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
 Choi. Se mantiene alrededor de 1U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud tendiendo a un aumento hacia el inicio de la maniobra (2U).

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma menor nivel de antes de la maniobra.
 Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
 Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye bruscamente a los 10 s. de haber iniciado permaneciendo volviendo a aumentar ligeramente conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma mayor nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).
 Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
 Choi. Niveles mayores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 9 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles medios (1U) con pocas oscilaciones de amplitud mediana y tiende a aumentar hacia el inicio de la maniobra.
 Wigner. Se mantiene en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.
 Choi. Se mantiene alrededor de 1U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma menor nivel de antes de la maniobra.
 Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye volviendo a aumentar ligeramente conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma mayor nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles menores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Niveles mayores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 10

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles medios (1U) con pocas oscilaciones de amplitud mediana.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 1U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud y tiende a aumentar hacia el inicio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma mayor nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye volviendo a aumentar ligeramente conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma mayor nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles iguales a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Niveles mayores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 10 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles bajos (0.5U) con pocas oscilaciones de amplitud mediana y un aumento ligero hacia el inicio de la maniobra.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 1U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma mayor nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Permanece en alrededor de 2U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye volviendo a aumentar ligeramente conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma mayor nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles iguales a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Wigner. Aumenta alrededor de 3U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud en comparación a la fase de control.

Choi. Niveles mayores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 11

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles bajos (1U) con pocas oscilaciones de amplitud mediana y un aumento hasta 3U hacia el inicio de la maniobra.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 1U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud y un gran aumento hacia el inicio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma igual nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Permanece en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) {fase 1} y disminuye volviendo a aumentar ligeramente conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando hasta el final de la misma mayor nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles mayores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Wigner. Permanece alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Niveles menores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Sujeto 11 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene en niveles bajos (1U) con pocas oscilaciones de amplitud mediana y un aumento hasta 3U hacia el inicio de la maniobra.

Wigner. Se mantiene en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Se mantiene alrededor de 1U con mediana cantidad de oscilaciones de mediana amplitud y un gran aumento hacia el inicio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta al inicio de la maniobra (2U) {fase 1} y eventualmente disminuye conforme esta transcurre {fase 2} alcanzando en el final de la misma igual nivel de antes de la maniobra.

Wigner. Permanece en alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Continúa el aumento al inicio de la maniobra (4U) (fase 1) y disminuye volviendo a aumentar ligeramente conforme esta transcurre (fase 2) alcanzando hasta el final de la misma mayor nivel de antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Niveles mayores a los de antes de la maniobra notándose un aumento (1U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

Wigner. Permanece alrededor de 1U con gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud.

Choi. Niveles mayores a los de antes de la maniobra, notándose un aumento (3U) una vez terminada la maniobra (fase 4).

A8. Descripción de la relación baja/alta

Sujeto 1

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2U.
Choi. Se mantiene alrededor de 2U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).
Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, se mantiene arriba (3U) {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra (18U){fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 1 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).
Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, se mantiene arriba (3U) {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra (18U){fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 2

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.
Choi. Se mantiene alrededor de 8U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).
Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, para después disminuir (2U) {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra (10U){fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Comienza a aumentar {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 2 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).
Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, para después disminuir (2U) en la mitad de la misma {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo antes del final de la maniobra (40U){fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Comienza a disminuir {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 3

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE. Espectrograma. Se observa un aumento al final de la maniobra.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo a la mitad de la maniobra (18U){fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control

{fase 4}.

Sujeto 3 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U. con aumento a 5U hacia el inicio de la maniobra.

Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE.

Espectrograma. Se observa un aumento al final de la maniobra.

Wigner. Se mantiene alrededor de 5U.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo hacia el final de la

maniobra (20U){fase 2}.

DESPUÉS.

Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.

Wigner. Se mantiene a valores alrededor de 5U..

Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control

{fase 4}.

Sujeto 4

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.

Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE.

Espectrograma. Se observa un aumento al final de la maniobra.

Wigner. Existe una disminución al principio de la maniobra {fase 1} luego aumenta {fase 2}.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo a la mitad de la

maniobra (18U){fase 2}.

DESPUÉS.

Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.

Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control

{fase 4}.

Sujeto 4 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.

Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE.

Espectrograma. Se observa un aumento al final de la maniobra.

Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, se mantiene arriba (3U) {fase 2}.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la

maniobra (12U){fase 2}.

DESPUÉS.

Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.

Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control

{fase 4}.

Sujeto 5

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.

Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE.

Espectrograma. Se observa un aumento al inicio de la maniobra {fase 1}.

Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la

maniobra (30U){fase 2}.

DESPUÉS.

Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.

Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U

Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control

{fase 4}.

Sujeto 5 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.

Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE.

Espectrograma. Se observa un aumento al inicio de la maniobra {fase 1}.

Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, se mantiene arriba (3U) {fase 2}.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo a la mitad de la

maniobra (20U){fase 2}.

DESPUÉS.

Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.

Wigner. Se aprecia un descenso hasta llegar a los valores que tenía antes de la maniobra {fase 4}.

Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control

{fase 4}.

Sujeto 6

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.

Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).

Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, se mantiene arriba (3U) {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra (50U){fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control

{fase 4}.

Sujeto 6 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2.5U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).

Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, se mantiene arriba (3U) {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra (50U){fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra. Se alcanza a apreciar {fase 4}.

Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 7

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 4U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).

Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, se mantiene arriba (6U) {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo a la mitad de la maniobra (40U){fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra. Se alcanza a apreciar {fase 4}.

Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 7 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 5U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).

Wigner. Se mantiene alrededor de 5U.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo a la mitad de la maniobra (20U){fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Se mantiene alrededor de 5U.

Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 8

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 1U.
Choi. Se mantiene alrededor de 2U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el final de la maniobra.
Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, se mantiene arriba (3U) {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra (20U){fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2U.

Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

{fase 4}.

Sujeto 8 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el final de la maniobra.

maniobra (40U){fase 2}.
DESPUÉS. Wigner. Se mantiene alrededor de 2U.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra.
Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2U.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 9

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 4U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.
DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).
Wigner. Presenta una disminución en el inicio de la maniobra {fase 1}, para aumentar en el resto de la maniobra (3U) {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra (20U){fase 2}.
DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 9 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 3U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.
DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).
Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, se mantiene arriba (4U) {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra (30U){fase 2}.
DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 10

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.
DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).
Wigner. Se mantiene alrededor de 2U.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra (10U){fase 2}.
DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.
Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 10 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 4U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.
DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).
Wigner. Se mantiene alrededor de 4U.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la maniobra (40U){fase 2}.
DESPUÉS. Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra. Se alcanza a apreciar {fase 4}.
Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.
Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Sujeto 11

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.
Wigner. Se mantiene alrededor de 2U.
Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE. Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que termine (pico).

Wigner. Aumenta la relación al inicio de la maniobra {fase 1}, se mantiene arriba (3U) {fase 2}.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo al final de la

maniobra (20U){fase 2}.

DESPUÉS.

Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.

Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control

{fase 4}.

Sujeto 11 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 1U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 4U.

Choi. Se mantiene alrededor de 5U.

DURANTE.

termine (pico).

Espectrograma. Aumenta su valor en el principio de la maniobra {fase 1} para bajar antes de que

Wigner. Se mantiene alrededor de 4U.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} paulatinamente llegando a su valor máximo a la mitad de la

maniobra (40U){fase 2}.

DESPUÉS.

Espectrograma. Regresa a los mismos valores que antes de la maniobra.

Wigner. Comienza a descender {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control {fase 4}.

Choi. Comienza un descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control

{fase 4}.

A9. Descripción del componente de altas.

Sujeto 1

ANTES. Espectrograma: Disminuye paulatinamente desde 0.6 a 0.2.

Wigner: Se mantiene constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Disminuye con pocas oscilaciones de gran amplitud y rapidez.

DURANTE. Espectrograma: Disminuye al inicio de la maniobra {fase 1} para aumentar paulatinamente hasta el final de la maniobra {fase 2}.

Wigner: El valor promedio disminuye {fase 1} con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud durante toda la maniobra {fase 2}.

Choi: Aumenta en los primeros segundos un poco {fase 1} y desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Regresa a valores constantes de 0.4 con una disminución y un aumento a los pocos segundos de haber terminado la maniobra {fase 4}.

Wigner: Se eleva lentamente para alcanzar valores similares a los de la etapa de control con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta hasta llegar a los pocos segundos de terminada la maniobra a presentar gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un comportamiento constante para que al final del registro se observen nuevamente algunas oscilaciones de gran amplitud. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores menores a los de la etapa de control.

Sujeto 1 repetición

ANTES. Espectrograma: Una oscilación de gran amplitud y duración hacia arriba pero alrededor de 0.4.

Wigner: Permanece constante con muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Casi constante con pocas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Disminuye en los primeros segundos de haber iniciado la maniobra {fase 1} para inmediatamente comenzar el ascenso el tiempo restante de la maniobra {fase 2}.

Wigner: Se mantiene constante pero a niveles por abajo {fase 1} de la etapa de control {fase 2} con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Poco después de haberse iniciado la maniobra se observa un ligero incremento {fase 1} para disminuir a valores por abajo de los de la etapa de control hasta el final de la maniobra {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Sigue durante un poco de tiempo más el aumento paulatino para marcar un punto de flexión a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}.

Wigner: Aumenta lentamente con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta lentamente observándose una serie de oscilaciones rápidas de gran amplitud a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}. Hacia el final del registro se nota claramente el incremento en el tamaño y duración de las oscilaciones.

Sujeto 2

ANTES. Espectrograma: Disminuye para mantenerse constante hacia el inicio de la maniobra.

Wigner: Tiene una tendencia a disminuir paulatinamente con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana y gran amplitud.

Choi: Permanece constante con pocas oscilaciones rápidas de mediana amplitud y una tendencia a aumentar hacia el inicio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma: Se observa una leve disminución {fase 1} para luego aumentar rápidamente en la mitad de la maniobra y ya para el final de la misma mantenerse constante en niveles por arriba de los de la etapa de control {fase 2}.

Wigner: Justo en el inicio de la maniobra se observa una disminución de este componente y de inmediato existe un pico de amplia duración y amplitud {fase 1} seguido de un aumento paulatino hasta el final de la maniobra {fase 2} con mediana cantidad de oscilaciones de mediana y pequeña amplitud. Casi al final de la maniobra se nota otro descenso.

Choi: Al inicio se nota un aumento {fase 1} para luego disminuir y permanecer en valores bajos, el resto del tiempo durante la maniobra {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Aumenta rápidamente y disminuye en la misma proporción {fase 4} para mantenerse en valores mayores a los que se presentaba en la etapa de control.

Wigner: Existe un pico después de terminada la maniobra para después aumentar de forma paulatina con una serie de oscilaciones de mediana amplitud y rapidez.

Choi: Aumenta observándose a los pocos segundos de haber terminado la maniobra una serie de picos de alta frecuencia y amplitud {fase 4} y continuar con el ascenso por unos cuantos segundos hasta llegar a otra serie de oscilaciones de mayor amplitud incluso a la serie pasada y de mediana frecuencia.

Sujeto 2 repetición

ANTES. Espectrograma: Disminuye paulatinamente desde 0.4 hasta 0.3.

Wigner: Permanece alrededor de 0.3 con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Se mantiene en alrededor de 0.2 con pocas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Disminuye pocos segundos después de que comenzó la maniobra {fase 1} para después incrementarse y antes de que termine alcanzar valores constantes de 0.4 {fase 2}.

Wigner: Desciende un poco al inicio {fase 1} y tiende a recuperar los mismos niveles de antes de la maniobra {fase 2}.

Choi: Un aumento en el inicio de la maniobra {fase 1} seguido de una disminución de valores hacia la mitad de la misma lugar donde se vuelve a incrementar llegando a valores menores de los que tenía en la etapa de control {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Toma valores semejantes a los de la etapa de control.

Wigner: Continua ascendiendo lentamente con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud llegando por arriba de los valores que tenía en la etapa de control hacia el final del registro donde se incrementa el número de oscilaciones.

Choi: Tiende a incrementarse a valores similares de los de control con pocas oscilaciones de gran amplitud pocos segundos después de terminada la maniobra {fase 4}.

Sujeto 3

ANTES. Espectrograma: Permanece constante alrededor de 0.4.

Wigner: Constante (0.2) con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Constante (0.2) con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

DURANTE.

Espectrograma. Disminuye paulatinamente hacia la mitad de la maniobra en donde se mantiene.

Wigner: Sin cambios con respecto al comportamiento de la etapa de control.

Choi: Al inicio de la maniobra se observa un descenso en el valor promedio {fase 1} para mantenerse abajo en 0.1 el resto de la maniobra {fase 2} el número de oscilaciones disminuye.

DESPUÉS.

Espectrograma: Se eleva por valores mayores a los de la etapa de control donde se observa un incremento más grande a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}.

Wigner: Se aprecia un aumento hacia el final del registro alcanzando niveles por arriba de los presentados en la etapa de control.

Choi: Un aumento justo cuando termina la maniobra para descender rápidamente y presentar oscilaciones de gran amplitud a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}.

Sujeto 3 repetición

ANTES. Espectrograma: Disminuye paulatinamente

Wigner: Disminuye para mantenerse en valores casi constantes (0.2) con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Disminuye para mantenerse en valores casi constante (0.1) con mediana cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

DURANTE.

Espectrograma. Disminuye paulatinamente hacia la mitad de la maniobra en donde se mantiene.

Wigner: Sin cambios con respecto al comportamiento de la etapa de control.

Choi: Desciende {fase 1} para mantenerse abajo en 0.1 el resto de la maniobra {fase 2}.

DESPUÉS.

Espectrograma: Se eleva por valores mayores a los de la etapa de control con oscilaciones lentas.

Wigner: Se aprecia un aumento hacia el final del registro alcanzando niveles por arriba de los presentados en la etapa de control.

Choi: Un aumento justo cuando termina la maniobra para descender rápidamente y presentar oscilaciones de gran amplitud a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}.

Sujeto 4

ANTES. Espectrograma: Permanece en valores constantes de 0.4.

Wigner: Se mantiene en valores casi constantes (0.2) con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Permanece en valores casi constante (0.1) con mediana cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

DURANTE.

Espectrograma. Disminuye paulatinamente hacia la mitad de la maniobra en donde se mantiene.

Wigner: Sin cambios con respecto al comportamiento de la etapa de control.

Choi: Desciende {fase 1} para mantenerse abajo en 0.1 el resto de la maniobra {fase 2} con un aumento antes del final de la misma.

DESPUÉS.

Espectrograma: Se eleva por valores mayores a los de la etapa de control con oscilaciones lentas.

Wigner: Sin grandes cambios respecto a las etapas anteriores solo con una disminución en la cantidad de oscilaciones.

Choi: Un aumento grande a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4} pero retornando a valores semejantes a los de la etapa de control.

Sujeto 4 repetición

ANTES. Espectrograma: Aumenta paulatinamente hasta 0.5.

Wigner: Se mantiene en valores casi constantes (0.2) con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Permanece en valores casi constante (0.1) con mediana cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

DURANTE.

Espectrograma. Disminuye hacia la mitad de la maniobra en donde disminuye aún más hasta el final de la maniobra.

Wigner: Sin cambios con respecto al comportamiento de la etapa de control.

Choi: Desciende {fase 1} para mantenerse abajo en 0.1 el resto de la maniobra {fase 2}.

DESPUÉS.

Espectrograma: Se eleva por valores similares a los de la etapa de control con un aumento a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}.

Wigner: Sin grandes cambios respecto a las etapas anteriores solo con una disminución en la cantidad de oscilaciones.

Choi: Un aumento grande a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4} pero retornando a valores por arriba a los de la etapa de control.

Sujeto 5

ANTES. Espectrograma: Disminuye paulatinamente desde 0.4 hasta 0.2.

Wigner: Se mantiene en valores casi constantes (0.2) con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Permanece en valores casi constantes (0.1) con poca cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. Disminuye paulatinamente hacia la mitad de la maniobra en donde aumenta para mantenerse en valores similares a los de la etapa de control hacia el final de la misma.

Wigner: Sin cambios con respecto al comportamiento de la etapa de control.

Choi: Se observa un aumento al inicio {fase 1} tras el cual desciende para mantenerse abajo en 0.1 el resto de la maniobra {fase 2}

DESPUÉS. Espectrograma: Se mantiene por valores similares a los de la etapa de control con oscilaciones lentas. Wigner: Sin cambios respecto a las etapas anteriores solo con una disminución en la cantidad de oscilaciones.

Choi: Oscilaciones de gran amplitud a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4} pero retornando a valores semejantes a los de la etapa de control.

Sujeto 5 repetición

ANTES. Espectrograma: Se mantiene en valores casi constantes aunque las oscilaciones son lentas y de gran amplitud.

Wigner: Se mantiene en valores casi constantes (0.2) con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Permanece en valores casi constantes (0.1) con poca cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma. A los pocos segundos de empezar la maniobra se observa una disminución para después aumentar paulatinamente.

Wigner: Disminuye ligeramente para aumentar hacia la mitad de la maniobra con el mismo tipo de oscilaciones que se ven en la etapa de control.

Choi: Se observa un aumento al inicio {fase 1} tras el cual desciende para mantenerse abajo en 0.1 el resto de la maniobra {fase 2} con un aumento ligero a la mitad de la misma..

DESPUÉS. Espectrograma: Se mantiene por valores arriba a los de la etapa de control.

Wigner: Vuelve a retomar valores similares a la etapa de control.

Choi: Oscilaciones de gran amplitud a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4} pero retornando a valores semejantes a los de la etapa de control.

Sujeto 6

ANTES. Espectrograma: Disminuye desde 0.4 a 0.2.

Wigner: Se mantiene constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Disminuye con pocas oscilaciones de pequeña amplitud y rápidas.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta hacia el final de la maniobra.

Wigner: Tiende a disminuir el valor promedio disminuye hacia la mitad de la maniobra con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud

Choi: Disminuye desde el inicio {fase 1} y desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Un pico a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4} y regresa a valores constantes de 0.4.

Wigner: Se eleva lentamente para alcanzar valores similares a los de la etapa de control con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud..

Choi: Aumenta hasta llegar a los pocos segundos de terminada la maniobra a presentar gran cantidad de oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un comportamiento constante y de otras oscilaciones de gran amplitud. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 6 repetición

ANTES. Espectrograma: Disminuye paulatinamente desde 0.4 a 0.2.

Wigner: Se mantiene constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Disminuye con pocas oscilaciones de pequeña amplitud y rápidas.

DURANTE. Espectrograma: Un pico hacia abajo {fase 1} y después aumenta hacia el final de la maniobra {fase 2}.

Wigner: Tiende a disminuir el valor promedio disminuye hacia la mitad de la maniobra con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud

Choi: Disminuye desde el inicio {fase 1} y desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Un pico hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4} y regresa a valores constantes de 0.4.

Wigner: Se eleva lentamente para alcanzar valores similares a los de la etapa de control con gran cantidad de oscilaciones rápidas con un conjunto de oscilaciones a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Choi: Aumenta hasta llegar a los pocos segundos de terminada la maniobra a presentar oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un comportamiento constante y de otras oscilaciones de mediana amplitud. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 7

ANTES. Espectrograma: Disminuye paulatinamente desde 0.4 a 0.2.

Wigner: Se mantiene constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Disminuye con pocas oscilaciones de pequeña amplitud y rápidas.

DURANTE. Espectrograma: Un pico hacia abajo {fase 1} y después aumenta paulatinamente hacia el final de la maniobra {fase 2}.

Wigner: Tiende a disminuir el valor promedio disminuye durante la maniobra con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud

Choi: Un aumento en el inicio de la maniobra {fase 1} y después desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Un pico hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4} y regresa a valores constantes de 0.4 con oscilaciones de gran amplitud pero lentas.

Wigner: Se eleva lentamente para alcanzar valores similares a los de la etapa de control con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta hasta llegar a los pocos segundos de terminada la maniobra a presentar oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un comportamiento constante y de otras oscilaciones de mediana amplitud y rápidas. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 7 repetición

ANTES. Espectrograma: Permanece constante alrededor de 0.2.

Wigner: Se mantiene constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Permanece constante con pocas oscilaciones de mediana amplitud y mediana duración.

DURANTE. Espectrograma: Un pico hacia abajo {fase 1} y después aumenta paulatinamente hacia el final de la maniobra {fase 2}.

Wigner: Igual que en la etapa de control.

Choi: Un aumento en el inicio de la maniobra {fase 1} y después desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Se eleva paulatinamente y a valores constantes de 0.4 con oscilaciones de gran amplitud pero lentas.

Wigner: Permanece igual que en las etapas anteriores.

Choi: Aumenta ligeramente hasta llegar a los pocos segundos de terminada la maniobra a presentar oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un comportamiento constante y de otras oscilaciones de mediana amplitud y rápidas. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 8

ANTES. Espectrograma: Permanece constante alrededor de 0.4.

Wigner: Disminuye con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Permanece constante con pocas oscilaciones de gran amplitud y mediana duración.

DURANTE.

Espectrograma: Disminuye de manera lineal desde el principio hasta el fin de la maniobra

Wigner: Disminuye ligeramente durante toda la maniobra.

Choi: Un aumento en el inicio de la maniobra {fase 1} y después desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Se eleva paulatinamente y a valores constantes de 0.4.

Wigner: Aumenta ligeramente y permanece constante con oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta hasta llegar a los pocos segundos de terminada la maniobra a presentar oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un comportamiento constante y de otras oscilaciones de mediana amplitud y rápidas. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 8 repetición

ANTES. Espectrograma: Permanece constante alrededor de 0.4. Disminuyendo hacia el inicio de la maniobra.

Wigner: Disminuye ligeramente con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Permanece constante con pocas oscilaciones de gran amplitud y mediana duración.

DURANTE.

Espectrograma: Un pico en el inicio {fase 1} y disminuye de manera lineal desde el principio hasta el fin de la maniobra

Wigner: Disminuye ligeramente durante toda la maniobra.

Choi: Un aumento en el inicio de la maniobra {fase 1} y después desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Se eleva paulatinamente y a valores constantes de 0.4 marcándose una deflexión a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}.

Wigner: Aumenta ligeramente y permanece constante con oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta en el final de la maniobra presentando oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un comportamiento constante y de otras oscilaciones de mediana amplitud y rápidas. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 9

ANTES. Espectrograma: Disminuye paulatinamente desde 0.5 hasta 0.2.

Wigner: Permanece constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Disminuye ligeramente con pocas oscilaciones de gran amplitud y mediana duración.

DURANTE.

Espectrograma: Un pico hacia abajo en el inicio {fase 1} y aumenta paulatinamente hacia el fin de la maniobra {fase 2}

Wigner: Se mantiene como en la etapa de control.

Choi: Un aumento en el inicio de la maniobra {fase 1} y después desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Se eleva paulatinamente y a valores constantes de 0.4.

Wigner: Aumenta ligeramente hacia el final del registro con oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta a los pocos segundos de terminada la maniobra presentando oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un aumento y de otras oscilaciones de mediana amplitud y rápidas. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 9 repetición

ANTES. Espectrograma: Disminuye paulatinamente desde 0.5 hasta 0.2.

Wigner: Permanece constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Disminuye ligeramente con pocas oscilaciones de gran amplitud y mediana duración.

DURANTE. Espectrograma: Un pico hacia abajo en el inicio {fase 1} y aumenta paulatinamente hacia el fin de la maniobra {fase 2}

Wigner: Se mantiene como en la etapa de control.

Choi: Un aumento en el inicio de la maniobra {fase 1} y después desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Se eleva paulatinamente y a valores constantes de 0.4 con un ligero incremento a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}.

Wigner: Aumenta ligeramente hacia el final del registro con oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta a los pocos segundos de terminada la maniobra presentando oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un aumento y de otras oscilaciones de mediana amplitud y rápidas. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 10

ANTES. Espectrograma: Muestra un pico de gran amplitud.

Wigner: Permanece constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta paulatinamente con pocas oscilaciones de gran amplitud y mediana duración.

DURANTE. Espectrograma: Disminuye un poco en el inicio {fase 1} y aumenta paulatinamente hacia el fin de la maniobra {fase 2}

Wigner: Se mantiene como en la etapa de control.

Choi: Un aumento en el inicio de la maniobra {fase 1} y después desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Se eleva paulatinamente y a valores constantes de 0.4.

Wigner: Aumenta ligeramente hacia el final del registro con oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta a los pocos segundos de terminada la maniobra presentando oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un aumento más significativo con oscilaciones de mediana amplitud y rápidas. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 10 repetición

ANTES. Espectrograma: Permanece constante y hacia el inicio de la maniobra disminuye.

Wigner: Permanece constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Se mantiene constante con pocas oscilaciones de gran amplitud y mediana duración.

DURANTE. Espectrograma: Disminuye {fase 1} en el inicio de la maniobra para permanecer en valores bajos hasta el final de la misma {fase 2}

Wigner: Se mantiene como en la etapa de control.

Choi: Un aumento en el inicio de la maniobra {fase 1} y después desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Se eleva paulatinamente y a valores constantes de 0.4. Se aprecia un pico a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}.

Wigner: Aumenta ligeramente hacia el final del registro con oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta a los pocos segundos de terminada la maniobra presentando oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un aumento más significativo con oscilaciones de mediana amplitud y rápidas. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 11

ANTES. Espectrograma: Disminuye paulatinamente

Wigner: Permanece constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Se mantiene constante con pocas oscilaciones de gran amplitud y mediana duración.

DURANTE. Espectrograma: Disminuye {fase 1} y aumenta hacia el final de la maniobra {fase 2}

Wigner: Se mantiene como en la etapa de control.

Choi: Un aumento en el inicio de la maniobra {fase 1} y después desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS. Espectrograma: Se eleva paulatinamente y a valores constantes de 0.4. Se aprecia un pico a los pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}.

Wigner: Aumenta ligeramente hacia el final del registro con oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta a los pocos segundos de terminada la maniobra presentando oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un aumento más significativo con oscilaciones de mediana amplitud y rápidas. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

Sujeto 11 repetición

ANTES. Espectrograma: Disminuye paulatinamente

Wigner: Permanece constante con gran cantidad de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Se mantiene constante con pocas oscilaciones de gran amplitud y mediana duración.

DURANTE.

Espectrograma: Disminuye {fase 1} y aumenta hacia el final de la maniobra {fase 2}

Wigner: Se mantiene como en la etapa de control.

Choi: Un descenso en el inicio de la maniobra {fase 1} y después desciende rápidamente para mantenerse en valores de 0.05 {fase 2}.

DESPUÉS.

Espectrograma: Se eleva paulatinamente y a valores constantes de 0.4.

Wigner: Aumenta ligeramente hacia el final del registro con oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta a los pocos segundos de terminada la maniobra presentando oscilaciones de gran amplitud {fase 4}, seguido de un aumento más significativo con oscilaciones de mediana amplitud y rápidas. El valor promedio se mantiene, exceptuando los picos, en valores mayores a los de la etapa de control.

A10. Descripción del componente de baja global.

Sujeto 1

ANTES. Espectrograma: Aumenta de manera hiperbólica hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.
Wigner: Se mantiene alrededor de 0.6. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.
Choi: Se mantiene alrededor de 0.6. Pocas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.8){fase 1} para después disminuir conforme transcurre esta{fase 2}. No se observan oscilaciones.
Wigner. Aumenta en el inicio de la maniobra {fase 1} y se mantiene en estos valores (0.7) hasta el final de la maniobra {fase 2}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina hasta el final de la misma (0.9){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Comienza a descender {fase 3} para valores similares a la etapa de control {fase 4}. No se observan oscilaciones.
Wigner. Desciende lentamente {fase 3} para alcanzar valores similares a la etapa de control (0.6). Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.
Choi. Comienza un descenso rápido paulatino{fase 3} para alcanzar valores por arriba de la etapa de control (0.7){fase 4}. Medianas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

Sujeto 1 repetición

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor de 0.7. No se aprecian oscilaciones.
Wigner: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.
Choi: Se mantiene alrededor de 0.8. Pocas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.8){fase 1} para después disminuir conforme transcurre esta{fase 2}. No se aprecian oscilaciones.
Wigner. Aumenta ligeramente en el inicio de la maniobra {fase 1} y se mantiene en estos valores (0.75) hasta el final de la maniobra {fase 2}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.
Choi. Comienza a aumentar {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina hasta el final de la misma (0.9){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Comienza a descender {fase 3} para valores similares a la etapa de control {fase 4}. No se aprecian oscilaciones.
Wigner. Desciende lentamente {fase 3} para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.6). Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.
Choi. Comienza un descenso rápido paulatino{fase 3} para alcanzar valores menores a los de la etapa de control (0.75){fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

Sujeto 2

ANTES. Espectrograma: Aumenta paulatinamente desde 0.4 hasta 0.7. No se aprecian oscilaciones.
Wigner: Se mantiene alrededor de 0.6 pero tiende a aumentar (0.8) hacia el inicio de la maniobra. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.
Choi: Se mantiene alrededor de 0.8. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.75){fase 1} para después disminuir conforme transcurre esta{fase 2}. No se aprecian oscilaciones.
Wigner. Aumenta ligeramente en el inicio de la maniobra (0.8){fase 1} y se disminuye conforme transcurre la misma (0.7). Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.
Choi. Disminuye un poco (0.7) y comienza a aumentar {fase 1} de manera paulatina hasta el final de la misma (0.85){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Comienza a descender {fase 3} para valores similares a la etapa de control {fase 4}. No se aprecian oscilaciones.
Wigner. Se mantiene en alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.
Choi. Comienza un descenso lento paulatino{fase 3} para alcanzar valores menores a los de la etapa de control (0.75){fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

Sujeto 2 repetición

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor de 0.6 pero tiende a aumentar (0.8) hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.
Wigner: Se mantiene alrededor de 0.75. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.
Choi: Se mantiene alrededor de 0.8. Pocas oscilaciones rápidas de gran amplitud. Pocas oscilaciones medianas de gran amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.8){fase 1} para después disminuir conforme transcurre esta{fase 2}. No se aprecian oscilaciones.
Wigner. Aumenta en el inicio de la maniobra (0.85){fase 1} y disminuye conforme transcurre la misma (0.7). Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.
Choi. Disminuye un poco (0.7) y comienza a aumentar {fase 1} de manera paulatina hasta el final de la misma (0.85){fase 2}. Pocas oscilaciones medianas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Comienza a descender {fase 3} para valores similares a la etapa de control sin apreciarse la fase 4. No se observan oscilaciones.
Wigner. Disminuye más alcanzando valores similares a los del control {fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña y gran amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores similares a los de la etapa de control (0.75){fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

Sujeto 3

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor de 0.6. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.9. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Comienza a aumentar {fase 1} hacia el fin de la maniobra (0.7) {fase 2}. No se aprecian oscilaciones.

Wigner. Se mantiene a los mismos niveles de la etapa de control. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina hasta el final de la misma (0.95){fase 2}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Comienza a disminuir {fase 3} para valores similares a la etapa de control {fase 4}. No se aprecian oscilaciones.

Wigner. Desciende lentamente {fase 3} para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.6). Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores similares a los de la etapa de control (0.9){fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Sujeto 3 repetición

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor de 0.5 y tiende a aumentar (0.7) hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.9. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Comienza a aumentar {fase 1} hacia el fin de la maniobra (0.7) {fase 2}. No se aprecian oscilaciones.

Wigner. Tiende a disminuir conforme transcurre la maniobra (0.6). Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina hasta el final de la misma (0.95){fase 2}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Comienza a disminuir {fase 3} para valores similares a la etapa de control {fase 4}. No se aprecian oscilaciones.

Wigner. Desciende lentamente {fase 3} para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.6). Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores similares a los de la etapa de control (0.9){fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Sujeto 4

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor de 0.5 y tiende a aumentar (0.6) hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.9. Muchas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Comienza a aumentar {fase 1} hacia el fin de la maniobra (0.7) {fase 2}. No se aprecian oscilaciones.

Wigner. Tiende a disminuir conforme transcurre la maniobra (0.6). Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina hasta el final de la misma (0.95){fase 2}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud..

DESPUÉS. Espectrograma. Comienza a disminuir {fase 3} para valores similares a la etapa de control {fase 4}. Se aprecian oscilaciones lentas de gran amplitud.

Wigner. Desciende lentamente {fase 3} para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.6). Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores similares a los de la etapa de control (0.9){fase 4}. Pocas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Sujeto 4 repetición

ANTES. Espectrograma: Desciende hacia valores de 0.5 y tiende a aumentar (0.6) hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Comienza a aumentar paulatinamente {fase 1} hacia el fin de la maniobra (0.7) {fase 2}. Se aprecian oscilaciones lentas de mediana amplitud.

Wigner. Se mantiene en valores similares a los de la etapa de control (0.7). Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina hasta el final de la misma (0.9){fase 2}. Medianas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Desciende bruscamente {fase 3} para valores similares a la etapa de control {fase 4}. Se aprecia oscilación lentas de gran amplitud.

Wigner. Desciende lentamente {fase 3} para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.6) {fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Descenso rápido {fase 3} para alcanzar valores menores a los de la etapa de control (0.9){fase 4}. Pocas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

Sujeto 5

ANTES. Espectrograma: Aumenta de lentamente de manera hiperbólica hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.9. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.7){fase 1} para después disminuir conforme transcurre esta {fase 2}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Se mantiene en estos valores (0.7) hasta el final de la maniobra Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina hasta el final de la misma (0.95){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Comienza a descender {fase 3} para valores similares a la etapa de control {fase 4}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores menores de la etapa de control (0.7){fase 4}. Medianas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Sujeto 5 repetición

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor 0.6 tendiendo a un aumento hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.9. Medianas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.7){fase 1} para después disminuir conforme transcurre esta {fase 2}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Aumenta al inicio de la maniobra {fase 1} y cuando llega a la mitad comienza a disminuir ligeramente hasta un valor de alrededor de valores similares a los de antes de la maniobra {fase 2}. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina hasta el final de la misma (0.95){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Se mantiene en valores menores que en la etapa de control. No se observan oscilaciones.

Wigner. comienza a disminuir ligeramente hasta alcanzar valores menores de los de la etapa de control {fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores menores de la etapa de control (0.7){fase 4}. Medianas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

Sujeto 6

ANTES. Espectrograma: Aumenta paulatinamente desde 0.6 a 0.7. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta lenta y paulatinamente. Se mantiene alrededor de 0.9. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.7){fase 1} para después disminuir paulatinamente conforme transcurre esta {fase 2}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Aumenta paulatinamente {fase 1} durante toda la maniobra {fase 2}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} de manera paulatina durante toda la maniobra (0.95){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Se mantiene en valores menores que en la etapa de control. No se observan oscilaciones.

Wigner. Comienza a disminuir {fase 3} de manera paulatina hasta alcanzar valores menores de los de la etapa de control {fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores menores de la etapa de control (0.7){fase 4}, se distinguen dos picos. Medianas oscilaciones rápidas de gran y mediana amplitud.

Sujeto 6 repetición

ANTES. Espectrograma: Aumenta paulatinamente desde 0.6 a 0.7 siendo este aumento mayor hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.9. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.9){fase 1} para después disminuir hacia la mitad de esta {fase 2}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Aumenta paulatinamente {fase 1} durante toda la maniobra {fase 2}. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Comienza a aumentar {fase 1} de manera paulatina durante toda la maniobra (0.95){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Se observa la {fase 4} dada por un incremento a los pocos segundos de terminada la maniobra. Se mantiene en valores menores que en la etapa de control. No se observan oscilaciones.

Wigner. Comienza a disminuir {fase 3} de manera paulatina hasta alcanzar valores menores de los de la etapa de control {fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores menores de la etapa de control (0.7){fase 4}, se distinguen dos picos. Medianas oscilaciones rápidas de gran y mediana amplitud.

Sujeto 7

ANTES. Espectrograma: Aumenta paulatinamente desde 0.5 a 0.7. No se aprecian oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.8. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Aumenta paulatinamente de 0.8 a 0.9. Se presentan mediana cantidad de oscilaciones rápidas de pequeña amplitud y pocas oscilaciones lentas de gran amplitud..

DURANTE.

Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.9){fase 1} para después disminuir hacia la mitad de esta {fase 2}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.8. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Después de una disminución comienza a aumentar {fase 1} de manera paulatina durante toda la maniobra (0.95){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS.

Espectrograma. Se observa la {fase 4} dada por un incremento a los pocos segundos de terminada la maniobra. Se mantiene en valores menores que en la etapa de control. No se observan oscilaciones.

Wigner. Se mantiene en valores similares a los de las etapas anteriores. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores mayores de la etapa de control (0.7){fase 4}, se distinguen dos picos. Medianas oscilaciones rápidas de gran y mediana amplitud.

Sujeto 7 repetición

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor de 0.7. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.8. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.9. Se presentan poca cantidad de oscilaciones lentas de mediana amplitud.

DURANTE.

Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.9){fase 1} para después disminuir hacia la mitad de esta {fase 2}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.8. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Después de una disminución comienza a aumentar {fase 1} de manera paulatina durante toda la maniobra (0.95){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS.

Espectrograma. Se observa la {fase 4} dada por un incremento a los pocos segundos de terminada la maniobra. Se mantiene en valores menores que en la etapa de control. Se observan oscilaciones lentas de gran amplitud.

Wigner. Se mantiene en valores similares a los de las etapas anteriores. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Se mantiene en niveles altos observándose algunas oscilaciones de mediana amplitud a los pocos segundos de terminada la maniobra. Alcanza valores similares de la etapa de control (0.9){fase 4}. Medianas oscilaciones rápidas de gran y mediana amplitud.

Sujeto 8

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor de 0.4. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.4. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.7. Se presentan poca cantidad de oscilaciones lentas de gran amplitud y oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE.

Espectrograma: Aumenta de manera lineal desde el inicio de la maniobra (0.9) hasta el final de la misma. No se observan oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.6. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Después de una disminución comienza a aumentar {fase 1} de manera paulatina durante toda la maniobra (0.95){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS.

Espectrograma. Disminuye de la misma forma en que aumento para posteriormente volver a aumentar sin distinguirse alguna característica que nos indique la presencia de fases.

Wigner. Se mantiene en valores similares a los de las etapas anteriores. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Disminuye rápidamente {fase 3} hasta alcanzar valores similares de la etapa de control (0.9){fase 4}. Medianas oscilaciones rápidas de gran y mediana amplitud.

Sujeto 8 repetición

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor de 0.4 y tiende a aumentar (0.5) hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.6. Muchas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.7. Se presentan poca cantidad de oscilaciones lentas de gran amplitud y oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE.

Espectrograma: Al inicio disminuye para posteriormente aumentar de manera lineal (0.9) hasta el final de la misma. No se observan oscilaciones.

Wigner. Al inicio disminuye para posteriormente aumentar paulatinamente (0.6) hasta el final de la misma. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Después de una disminución comienza a aumentar {fase 1} de manera paulatina para mantenerse en niveles altos durante toda la maniobra (0.95){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS.

Espectrograma. Disminuye y se nota un pico {fase 4}

Wigner. Disminuye en el final de la maniobra {fase 3} para alcanzar valores por arriba de la etapa de control {fase 4}. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Disminuye rápidamente {fase 3} hasta alcanzar valores similares de la etapa de control (0.9){fase 4}. Medianas oscilaciones rápidas de gran y mediana amplitud.

Sujeto 9

ANTES. Espectrograma: Aumenta de manera hiperbólica hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.7. Pocas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.8){fase 1} para después disminuir conforme transcurre esta {fase 2}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Aumenta {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina para mantenerse en un nivel alto hasta el final de la misma (0.9){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Continúa el descenso de manera casi lineal. No se observan oscilaciones.

Wigner. Desciende lentamente para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.4) hacia el final del registro. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores por abajo de la etapa de control (0.7){fase 4} con grandes picos en este momento. Medianas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

Sujeto 9 repetición

ANTES. Espectrograma: Aumenta lentamente hacia el inicio de la maniobra. No se aprecian oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi: Aumenta paulatinamente desde 0.6 para aumentar un poco más (0.8) hacia el inicio de la maniobra. Muchas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra (0.8){fase 1} para después disminuir conforme transcurre esta {fase 2}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Aumenta {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina para mantenerse en un nivel alto hasta el final de la misma (0.9){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Aumenta ligeramente {fase 3} para después mantenerse en niveles menores de los de la etapa de control {fase 4}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Desciende lentamente para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.4) hacia el final del registro. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores por abajo de la etapa de control (0.7){fase 4} con grandes picos en este momento. Medianas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor de 0.5 con oscilaciones lentas de gran amplitud de tal forma que hacia el final de la maniobra se tiene un aumento.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.6. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi: Disminuye desde 0.8 al principio del registro hasta 0.6 justo antes de comenzar la maniobra. Pocas oscilaciones rápidas de gran amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Disminuye paulatinamente durante toda la maniobra. No se observan oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.6. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Aumenta {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina para mantenerse en un nivel alto hasta el final de la misma (0.9){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Se mantiene en niveles menores de los de la etapa de control {fase 4}. Se observan oscilaciones lentas y de gran amplitud.

Wigner. Desciende lentamente para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.4) hacia el final del registro. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores por similares de la etapa de control (0.7){fase 4} con grandes picos en este momento. Hacia el final del registro se observa un aumento a valores semejantes que en la etapa de control con de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Sujeto 10 repetición

ANTES. Espectrograma: Se mantiene alrededor de 0.5 con oscilaciones lentas de pequeña amplitud.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.7. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Aumenta en el inicio de la maniobra {fase 1} se mantiene constante y comienza a descender al final de la misma {fase 2}. No se observan oscilaciones.

Wigner. Se mantiene alrededor de 0.6. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Aumenta {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina para mantenerse en un nivel alto hasta el final de la misma (0.9){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS. Espectrograma. Sigue descendiendo aumentando ligeramente pocos segundos después de terminada la maniobra {fase 4}. para mantenerse en niveles menores de los de la etapa de control {fase 4}.

Wigner. Desciende lentamente para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.4) hacia el final del registro. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores por similares de la etapa de control (0.7){fase 4} con grandes picos en este momento. Posteriormente descende aún más con oscilaciones rápidas de gran amplitud hacia el final del registro.

Sujeto 11

ANTES. Espectrograma: Aumenta paulatinamente desde 0.5 hasta 0.8. No se aprecian oscilaciones

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.6. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.8. Medianas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DURANTE.

Espectrograma: Disminuye paulatinamente durante toda la maniobra. No se observan oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.6. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Aumenta {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina para mantenerse en un nivel alto hasta el final de la misma (0.9){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS.

Espectrograma. Se mantiene alrededor de 0.5 con oscilaciones lentas de mediana amplitud dejándose ver a los pocos segundos de terminada la maniobra un aumento en la potencia {fase 4}.

Wigner. Desciende lentamente para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.6) hacia el final del registro. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores por similares de la etapa de control (0.7){fase 4} con grandes picos en este momento. Hacia el final del registro se observa un descenso con de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Sujeto 11 repetición

ANTES. Espectrograma: Aumenta paulatinamente desde 0.5 hasta 0.8. No se aprecian oscilaciones

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.6. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi: Se mantiene alrededor de 0.6 tendiendo a aumentar hacia el inicio de la maniobra. Medianas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

DURANTE.

Espectrograma: Disminuye durante toda la maniobra. No se observan oscilaciones.

Wigner: Se mantiene alrededor de 0.6. Muchas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

Choi. Aumenta {fase 1} al inicio de la maniobra de manera paulatina para mantenerse en un nivel alto hasta el final de la misma (0.9){fase 2}. Pocas oscilaciones rápidas de pequeña amplitud.

DESPUÉS.

Espectrograma. Desciende hacia valores menores de los de la etapa de control con un aumento marcado a pocos segundos de terminada la maniobra {fase 4}.

Wigner. Desciende lentamente para alcanzar valores menores a la etapa de control (0.6) hacia el final del registro. Muchas oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

Choi. Comienza un descenso rápido paulatino {fase 3} para alcanzar valores similares de la etapa de control (0.7){fase 4} con grandes picos en este momento. Hacia el final del registro se observa un descenso con de oscilaciones rápidas de mediana amplitud.

A11. Descripción de los componentes de muy bajas, bajas e intermedias.

Sujeto 1

ANTES. Espectrograma: Los componentes de bajas y de intermedias aumentan.

Wigner. El comportamiento es similar de los componentes de muy bajas, bajas e intermedias. Se mantienen constantes antes de la maniobra con oscilaciones de mediana amplitud y mediana frecuencia. El componente de intermedias es de mayor amplitud.

Choi. Los tres componentes se mantienen constantes siendo las amplitudes del de bajas e intermedias parecidas y más alta el de muy bajas.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta mientras el de intermedias disminuye.

Wigner: En muy bajas hay un incremento ligero y luego una más pronunciado siguiendo este último hasta el final de la maniobra, el incremento es similar en el componente de bajas pero con menor amplitud y el de intermedias disminuye en comparación a la etapa de control.

Choi: El componente de muy bajas frecuencias disminuye en el inicio para aumentar paulatinamente hasta el final de la maniobra, mientras que el de bajas solo aumenta ligeramente y el de intermedias tiene un aumento grande en el instante que se inicia la maniobra pero después disminuye para permanecer constante el resto de la maniobra.

DESPUÉS. Espectrograma: El componente de bajas disminuye a valores por arriba de la etapa de control observándose un pico a los pocos segundos de terminada la maniobra mientras que el de intermedias disminuye a valores más bajos, sin embargo, se aprecia el aumento en algunos segundos después.

Wigner: El de muy bajas tiende a quedarse en valores por arriba de los que tenía en la etapa de control, lo que no sucede con los de bajas e intermedias que se mantienen o quedan un poco abajo, respectivamente.

Choi: Disminuye a niveles por arriba de los presentados en la etapa de control con oscilaciones de gran amplitud el componente de muy bajas. El de intermedias continua por valores bajos y con oscilaciones de mediana amplitud. Mientras que el componente de bajas frecuencias presenta un pico después de terminada la maniobra y tiende a aumentar.

Sujeto 1 repetición

ANTES. Espectrograma: Los componentes de bajas y de intermedias permanecen constantes.

Wigner. El comportamiento es similar en los tres componentes que permanecen constantes observándose mayor cantidad de oscilaciones en el de intermedias.

Choi. Los tres componentes se mantienen constantes siendo las amplitudes del de bajas e intermedias parecidas y más alta el de muy bajas.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta mientras el de intermedias disminuye.

Wigner: En muy bajas hay un incremento paulatino hasta el final de la maniobra, el incremento es similar en el componente de bajas y el de intermedias conserva la misma cadencia que presenta en la etapa de control.

Choi: El componente de muy bajas aumenta paulatinamente hasta el final de la maniobra, mientras que el de bajas e intermedias aumentan justo en el inicio de la maniobra para disminuir conforme transcurre la maniobra.

DESPUÉS. Espectrograma: El componente de bajas disminuye a valores similares a los de la etapa de control observándose un pico a los pocos segundos de terminada la maniobra y oscilaciones lentas de gran amplitud, mientras que el de intermedias disminuye a valores más bajos, sin embargo, se aprecia el aumento en algunos segundos después con oscilaciones lentas.

Wigner: El de muy bajas tiende a quedarse en valores por arriba de los que tenía en la etapa de control, lo que no sucede con los de bajas e intermedias que se mantienen o quedan un poco abajo, respectivamente.

Choi: Disminuye a niveles por arriba de los presentados en la etapa de control con oscilaciones de gran amplitud el componente de muy bajas. El de intermedias y de bajas continúan por valores bajos y con oscilaciones de mediana amplitud.

Sujeto 2

ANTES. Espectrograma: El componente de bajas permanece constante pero con oscilaciones lentas de gran amplitud. Mientras que el de intermedias se mantiene constante con valores más bajos y tiende a aumentar hacia el inicio de la maniobra.

Wigner. Los componentes de muy bajas y bajas tienden a aumentar en tanto que el de intermedias disminuye ligeramente.

Choi. Los componentes de bajas e intermedias permanecen constantes pero el de bajas presenta oscilaciones de mayor amplitud. El de muy bajas se incrementa pero presenta una disminución muy pronunciada poco antes de iniciar la maniobra.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas tiene el mismo comportamiento que presenta en la etapa de control. El componente de intermedias disminuye un poco.

Wigner: Los tres componentes presentan un pico en el inicio de la maniobra para posteriormente mantenerse constantes aunque ligeramente por abajo de la etapa de control pero eso sí el de intermedias con mayor cantidad de oscilaciones que los otros dos.

Choi: El componente de muy bajas presenta un decremento pronunciado justo en el inicio de la maniobra, mientras que los de bajas e intermedias se incrementan en este mismo momento. Después de estas deflexiones, tienden a permanecer constantes los tres componentes pero la amplitud del componente de muy bajas es mucho mayor que el de los dos restantes.

DESPUÉS. Espectrograma: El componente de bajas disminuye un poco pero tiene el mismo patrón que en las dos maniobras anteriores. El de intermedias disminuye un a valores por debajo de los que presentó en la etapa de control.

Wigner: Los tres componentes se comportan de manera muy similar en cuando presentan oscilaciones rápidas montadas sobre tres oscilaciones lentas. Las tres andan por los mismos valores.

Choi: El componente de muy bajas desciende abruptamente a los pocos segundos de terminada la maniobra para después aumentar paulatinamente y volver a disminuir hacia el final del registro. El componente de bajas presenta dos grandes oscilaciones una a los pocos segundos de terminada la maniobra y la otra de mayor amplitud hacia el final del registro. Mientras el componente de intermedias permanece en valores bajos constantes con oscilaciones de mediana amplitud.

Sujeto 2 repetición

ANTES. Espectrograma: El componente de bajas permanece y se observa un incremento hacia el inicio de la maniobra. Mientras que el de intermedias se mantiene constante con valores más bajos.

Wigner. Los tres componentes presentan un comportamiento constante con oscilaciones de mediana amplitud.

Choi. Los tres componentes parecen constantes. Los valores del de muy bajas son mayores que los otros dos componentes así como el tamaño de las oscilaciones, este componente presenta un descenso abrupto hacia el inicio de la maniobra mientras el de intermedias presenta un incremento en este mismo instante.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta y disminuye en la mitad de la maniobra. El componente de intermedias disminuye un poco y presenta un pico hacia el final de la misma.

Wigner: El componente de muy bajas aumenta así como el de bajas mientras que el de intermedias disminuye ligeramente. El componente de bajas presenta oscilaciones muy rítmicas durante todo el registro.

Choi: Aumenta rápidamente el componente de muy bajas para permanecer constante hasta el final de la maniobra. Mientras el de bajas aumenta ligeramente y el de intermedias después de subir por unos segundos disminuye para permanecer en valores bajos hasta el final de la maniobra.

DESPUÉS. Espectrograma: El componente de bajas disminuye un poco para mantenerse constante a la misma amplitud que poseía en la etapa de control. El de intermedias disminuye un a valores por debajo de los que presentó en la etapa de control.

Wigner: Los tres componentes se comportan de manera muy similar en cuando presentan oscilaciones rápidas montadas sobre tres oscilaciones lentas. Las tres andan por los mismos valores parecidos a los de la etapa de control.

Choi: El componente de muy bajas desciende abruptamente a los pocos segundos de terminada la maniobra para después permanecer constante hasta el final del registro. El componente de bajas presenta grandes oscilaciones a los pocos segundos de terminada la maniobra y disminuye ligeramente hasta el final del registro. Mientras el componente de intermedias permanece en valores bajos constantes con oscilaciones de mediana amplitud.

Sujeto 3

ANTES. Espectrograma: En los componente tanto de bajas como de intermedias se observa un pico antes de comenzar la maniobra. La amplitud del de bajas es mayor que el de intermedias.

Wigner: Los tres componentes se mantienen más o menos constantes pero el componente de bajas presenta oscilaciones de un poco de mayor amplitud y con cierta ritmicidad que no se observa en los otros dos componentes.

Choi: Se observan dos oscilaciones largas pero alrededor de un valor constante en el componente de muy bajas. Una oscilación al principio del registro de gran amplitud y larga duración para después mantenerse en un valor constante se puede discernir en el componente de bajas. En el componente de intermedias se distinguen dos oscilaciones de este tipo pero alrededor de un comportamiento constante.

DURANTE. Espectrograma: Mientras que en el componente de intermedias se observa un pico en el inicio de la maniobra en el de bajas se observa este pico hacia el final de la maniobra.

Wigner. El componente de muy bajas se incrementa, mientras que el de bajas y el de intermedias sufren de una disminución aunque este último componente en menor cantidad.

Choi: En el componente de muy bajas se observa un gran aumento mientras que en el de bajas e intermedias la tendencia es a disminuir aunque dentro del de bajas se observan dos picos en la mitad de la maniobra.

DESPUÉS. Espectrograma. El componente de bajas disminuye a valores por abajo de los que presentó en la etapa de control, mientras que el de intermedias los mantuvo similares a los de la etapa mencionada.

Wigner. Mientras el componente de muy bajas disminuye el de intermedias aumenta y el de bajas permanece constante.

Choi: Permanecen los tres componentes más o menos constantes. Aunque en el componente de bajas se observa un pico a los pocos segundos de terminada la maniobra tiempo en el cual en el componente de muy bajas se observa una deflexión aguda.

Sujeto 3 repetición

ANTES. Espectrograma: El componente de altas presenta una disminución brusca seguida de un ligero aumento hacia el inicio de la maniobra. El componente de intermedias presenta un aumento.

Wigner: Los tres componentes tienden a aumentar, aunque de distinta manera el de muy bajas comparado con el de intermedias y bajas.

Choi: El componente de bajas presenta una deflexión de larga duración hacia abajo y el de intermedias presenta en ese mismo intervalo de tiempo una deflexión de semejante forma pero hacia arriba. El componente de bajas tiende a permanecer constante con oscilaciones lentas de mediana amplitud.

DURANTE. Espectrograma: Mientras que en el componente de intermedias se observa un pico en el inicio de la maniobra en el de bajas se observa este pico hacia el final de la maniobra.

Wigner. El componente de muy bajas se incrementa, mientras que el de bajas y el de intermedias sufren de una disminución aunque este último componente en menor cantidad.

Choi: El componente de muy bajas aumenta mientras que los dos restantes disminuyen siendo la disminución del de intermedias a valores más bajos.

DESPUÉS. Espectrograma. El componente de bajas disminuye a valores por arriba de los que presentó en la etapa de control con una oscilación de gran amplitud hacia el final del registro 1, mientras que el de intermedias los mantuvo similares a los de la etapa mencionada sin oscilaciones considerables.

Wigner. Mientras los componentes de bajas e intermedias disminuyen el de muy bajas permanece constante por arriba de los valores en la etapa de control.

Choi: El componente de muy bajas presenta una deflexión hacia abajo muy profunda justo en el momento de término de la maniobra para después otra vez aumentar por valores arriba de los presentes en la etapa de control. Los componentes de bajas e intermedias permanecen constantes a valores bajos pero en ambos se distingue un pico en el fin de la maniobra.

Sujeto 4

ANTES. Espectrograma: El componente de bajas se mantiene constante mientras el de intermedias aunque constante tiene más oscilaciones.

Wigner: Conforme el componente de muy bajas aumenta el de intermedias disminuye mientras que el de bajas se mantiene constante.

Choi: Mientras los componentes de bajas e intermedias permanecen constantes a valores pequeños el de muy bajas aumenta paulatinamente.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta y el de intermedias disminuye.

Wigner: El componente de muy bajas aumenta, disminuye un poco el de bajas y se mantiene constante el de intermedias.

Choi: El componente de muy bajas aumenta ligeramente en toda la duración de esta etapa, en el de bajas no se presenta un gran cambio con respecto a su valor antes de la maniobra y en de intermedias disminuye ligeramente.

DESPUÉS. Espectrograma. El de bajas desciende a valores por debajo de los que presentaba en la etapa de control con una oscilación hacia el final del registro. El componente de intermedias aumenta ligeramente para mantenerse en un valor constante pero con oscilaciones.

Wigner. El componente de muy bajas disminuye, y los dos componentes restantes permanecen constantes.

Choi: Cuando el componente de intermedias presenta deflexiones hacia abajo el de muy bajas las presenta hacia arriba y viceversa, pero de manera general las muy bajas frecuencias disminuyen y las intermedias aumentan, mientras las bajas casi no presentan cambios.

Sujeto 4 repetición

ANTES. Espectrograma: El componente de bajas disminuye en tanto el de intermedias aumenta.

Wigner: Los tres componentes se mantienen constantes aunque el componente de bajas muestra cierta ritmicidad a lo que a la aparición de oscilaciones se refiere..

Choi: Tienden a mantenerse constantes los tres componentes pero esta vez la amplitud del de intermedias es mayor respecto al de los otros dos..

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta en dos pasos en el que el segundo es más grande y agudo y el componente de intermedias aumenta ligeramente.

Wigner. En ninguno de los tres componentes se nota un cambio significativo, continúan en un valor constante.

Choi: Aumenta considerablemente el de muy bajas, n el de bajas se observa un incremento pero solo hacia el final de la maniobra mientras que l de intermedias disminuye.

DESPUÉS. Espectrograma. El de bajas desciende a valores similares de los que presentaba en la etapa de control con pequeñas oscilaciones. El componente de intermedias continua con este comportamiento constante.

Wigner. El comportamiento para los tres componentes de frecuencia es prácticamente el mismo que en las etapas anteriores,.

Choi: Se mantienen los tres en valores más o menos constantes pero el de bajas presenta oscilaciones de mayor amplitud..

Sujeto 5

ANTES. Espectrograma: Ambos componentes se mantienen constantes.

Wigner: Los tres componentes se mantienen constantes aunque el componente de muy bajas tiende a aumentar ligeramente hacia el inicio de la maniobra.

Choi: El componente de muy bajas y el de intermedias son constantes, sin embargo el de bajas disminuye.

DURANTE. Espectrograma: Ambos componentes aumentan hacia el inicio de la maniobra.

Wigner. EL componente de muy bajas aumenta un poco en toda la maniobra mientras que en los dos restantes no se aprecia un cambio sustancial con respecto a su patrón en la etapa de control.

Choi: Aumenta significativamente presentando un pico y luego una subida paulatina el de muy bajas. En el componente de bajas se observa una ligera disminución en los valores con respecto a los de la etapa de control y presenta un pico en los pocos segundos de haber iniciado la maniobra. Mientras el de intermedias, sube justo en el inicio de la maniobra para luego con oscilaciones medianas disminuir ligeramente.

DESPUÉS. Espectrograma. Tienden a permanecer constantes pero el de intermedias disminuyó significativamente en el final de la maniobra.

Wigner. El componente de muy bajas disminuye ligeramente mientras el de bajas e intermedia continúan constantes.

Choi: El de muy bajas tiende a descender y presenta una deflexión brusca y profunda a los pocos segundos de haber terminado la maniobra. El de bajas tiende a aumentar y el de intermedias permanece constante aunque para el final del registro se observa una oscilación de gran amplitud y larga duración.

Sujeto 5 repetición

ANTES. Espectrograma: Ambos componentes se mantienen constantes pero el de intermedias aumenta hacia el inicio de la maniobra.

Wigner: Los tres componentes se mantienen constantes.

Choi: Los componentes de bajas e intermedia se mantienen constantes en valores bajos mientras que el de muy bajas aumenta y se encuentra en niveles altos.

DURANTE. Espectrograma: Disminuye el de bajas y el de intermedias presenta un pico a los pocos segundos de haber iniciado la maniobra para luego disminuir.

Wigner. Los tres componentes permanecen constantes pero en el de muy bajas y bajas se observan picos a la mitad de la maniobra.

Choi: Aumenta significativamente presentando un pico y luego una subida paulatina el de muy bajas. El componente de bajas permanece constante excepto por un pico en la mitad de la maniobra.. Mientras el de intermedias, sube justo en el inicio de la maniobra para luego con oscilaciones medianas permanecer constante.

DESPUÉS. Espectrograma. Se mantienen constantes pero para el final del registro el de intermedias aumenta significativamente..

Wigner. El componente de muy bajas disminuye ligeramente y el de intermedias aumenta en la misma proporción mientras que el de bajas se conserva constante..

Choi: Disminuye paulatinamente el componente de muy bajas presentando deflexiones profundas a los pocos segundos de terminada la maniobra. Mismo instante donde las bajas e intermedias presentas oscilaciones rápidas para posteriormente aumentar un poco.

Sujeto 6

ANTES. Espectrograma: El de bajas aumenta paulatinamente mientras el de intermedias disminuye.

Wigner: Tienden a permanecer constantes con un patrón muy parecido de oscilaciones y amplitud el de muy bajas y bajas. Mientras que el componente de intermedias es constante también pero en niveles por abajo de estos dos componentes.

Choi: El componente de muy bajas que tiene valores muy altos aumenta paulatinamente. El componente de bajas en valores bajos permanece constante mientras el de intermedias también en valores bajos disminuye.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta y el de intermedias disminuye.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta paulatinamente, lo mismo que el de intermedias solamente que este último lo hace ligeramente y hacia el final de la maniobra mientras que el primero es mucho mayor el aumento. El componente de bajas presenta una disminución en sus valores.

Choi: El componente de muy bajas aumenta, el de bajas permanece constante y el de intermedias disminuye.

DESPUÉS. Espectrograma. Ambos componentes tienden a permanecer constantes pero el de bajas en valores por debajo de los que presentaba en la etapa de control y el de intermedias ligeramente arriba de los presentados en la etapa de control.

Wigner. Los componentes de bajas e intermedias aumentan y permanecen constantes hasta el final del registro. El componente de muy bajas disminuye paulatinamente y tiene una oscilación de mediana amplitud y larga duración a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Choi: El de muy bajas disminuye paulatinamente con grandes deflexiones hacia abajo sobre todo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas permanece constante y el de intermedias tiende a aumentar observándose dos picos a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Sujeto 6 repetición

ANTES. Espectrograma: Ambos tienden a estar constantes solo que el de bajas en valores altos.

Wigner: Los tres componentes tienden a permanecer constantes con un patrón muy parecido de oscilaciones y amplitud.

Choi: El componente de muy bajas que tiene valores muy altos aumenta paulatinamente. El componente de bajas e intermedias en valores bajos permanecen constantes.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta y el de intermedias disminuye.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta, lo mismo que el de intermedias solamente que este último lo hace ligeramente y hacia el final de la maniobra mientras que el primero es mayor el aumento. El componente de bajas presenta una disminución en sus valores.

Choi: El componente de muy bajas aumenta, el de bajas permanece constante con un pico en la mitad de la maniobra y el de intermedias disminuye ligeramente también con un pico en la mitad de la maniobra.

DESPUÉS. Espectrograma. Ambos componentes tienden a permanecer constantes pero el de bajas en valores por debajo de los que presentaba en la etapa de control con un pico a los pocos segundos de terminada la maniobra y el de intermedias similares de los presentados en la etapa de control.

Wigner. Los componentes de bajas e intermedias aumentan y permanecen constantes hasta el final del registro. El componente de muy bajas disminuye paulatinamente.

Choi: El de muy bajas disminuye paulatinamente con grandes deflexiones hacia abajo sobre todo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas e intermedias permanecen constantes con ligeras oscilaciones a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Sujeto 7

ANTES. Espectrograma: El de bajas aumenta mientras el de intermedias permanece constante.

Wigner: Los tres componentes se mantienen constantes con un patrón muy parecido de oscilaciones y amplitud.

Choi: Los tres componentes son más o menos constantes con oscilaciones de mediana amplitud y el de muy bajas con valores más altos que los dos restantes que se mantienen bajos. En el componente de bajas se observa un aumento hacia el inicio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta y el de intermedias disminuye ligeramente.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta ligeramente, el de intermedias disminuye ligeramente y el de bajas permanece como en la etapa de control.

Choi: El componente de muy bajas aumenta, el de bajas permanece constante con una oscilación de amplitud mediana en la mitad de la maniobra y el de intermedias disminuye.

DESPUÉS. Espectrograma. Ambos componentes tienden a permanecer constantes pero el de bajas presenta oscilaciones de gran amplitud.

Wigner. Los componentes de bajas e intermedias permanecen constantes. El componente de muy bajas disminuye paulatinamente.

Choi: El de muy bajas disminuye paulatinamente con una gran deflexión hacia abajo sobre todo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas permanece constante y el de intermedias tiende a aumentar observándose dos picos a los pocos segundos de terminada la maniobra, en estos dos últimos componentes.

Sujeto 7 repetición

ANTES. Espectrograma: Ambos componentes permanecen constantes.

Wigner: Los tres componentes se mantienen constantes con un patrón muy parecido de oscilaciones y amplitud.

Choi: Los tres componentes son más o menos constantes con oscilaciones de mediana amplitud. En el componente de intermedias se observa un aumento hacia el inicio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta y el de intermedias disminuye ligeramente.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta ligeramente, el de intermedias disminuye ligeramente y el de bajas permanece como en la etapa de control.

Choi: El componente de muy bajas aumenta paulatinamente, el de bajas permanece constante con una oscilación de amplitud mediana en la mitad de la maniobra y el de intermedias disminuye.

DESPUÉS. Espectrograma. Ambos componentes tienden a permanecer constantes pero el de bajas presenta oscilaciones de gran amplitud.

Wigner. Los componentes de bajas e intermedias permanecen constantes. El componente de muy bajas disminuye paulatinamente.

Choi: El de muy bajas disminuye paulatinamente con una deflexión hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas aumenta de forma considerable a los pocos segundos de terminada la maniobra y el de intermedias tiende a quedarse en niveles bajos y constante observándose dos picos a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Sujeto 8

ANTES. Espectrograma: Ambos componentes permanecen constantes.

Wigner: Los tres componentes se mantienen constantes con un patrón muy parecido de oscilaciones y amplitud.

Choi: El componente de muy bajas tiene valores altos y oscilaciones de gran amplitud y rítmicas. Mientras los otros dos con valores bajos permanecen constantes.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta sobre todo hacia el final de la maniobra y el de intermedias a la mitad de la maniobra presenta un pico.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta, el de intermedias y el de bajas disminuyen hacia el final de maniobra.

Choi: El componente de muy bajas aumenta paulatinamente, el de bajas aumenta también pero en menor cantidad y el de intermedias presenta un aumento significativo justo en el inicio de la maniobra para disminuir durante el resto de la misma.

DESPUÉS. Espectrograma. El componente de bajas disminuye rápidamente para tratar de permanecer en valores constantes mientras que el de intermedias desde el principio se muestra constante.

Wigner. Los componentes de bajas e intermedias permanecen constantes después de elevarse ligeramente. El componente de muy bajas disminuye.

Choi: El de muy bajas disminuye paulatinamente con una deflexión hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas se mantiene constante y el de intermedias tiende a quedarse en niveles bajos y constante observándose dos picos a los pocos segundos de terminada la maniobra, en ambos componentes.

Sujeto 8 repetición

ANTES. Espectrograma: Ambos componentes aumentan ligeramente hacia el inicio de la maniobra.

Wigner: Los tres componentes se mantienen constantes con un patrón muy parecido de oscilaciones y amplitud.

Choi: El componente de muy bajas tiene valores altos y oscilaciones de gran amplitud pero es más o menos constante. Mientras los otros dos con valores bajos permanecen constantes.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta sobre todo hacia el final de la maniobra y el de intermedias a la mitad de la maniobra presenta un pico.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta, el de intermedias disminuye y el de bajas permanece constante.

Choi: El componente de muy bajas aumenta paulatinamente, el de bajas aumenta presenta un pico en el inicio y otro al final y el de intermedias presenta un comportamiento constante.

DESPUÉS. Espectrograma. El componente de bajas disminuye rápidamente para tratar de permanecer en valores constantes mientras que el de intermedias desde el principio se muestra constante.

Wigner. Los componentes de muy bajas y bajas permanecen constantes después de elevarse ligeramente. El componente de intermedias aumenta.

Choi: El de muy bajas disminuye paulatinamente con una deflexión hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas disminuye y el de intermedias permanece constante.

Sujeto 9

ANTES. Espectrograma: Ambos componentes aumentan ligeramente hacia el inicio de la maniobra pero los valores de el componente de bajas es mucho mayor que el de intermedias.

Wigner: Los tres componentes se mantienen constantes con un patrón muy parecido de oscilaciones y amplitud pero los valores del de intermedias son mayores.

Choi: El componente de muy bajas tiene valores altos y oscilaciones de gran amplitud pero es más o menos constante. Mientras los otros dos con valores bajos permanecen constantes.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta sobre todo en el inicio de la maniobra y el de intermedias permanece constante con un pico hacia abajo a la mitad de la maniobra.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta, el de intermedias disminuye y el de bajas permanece constante.

Choi: El componente de muy bajas aumenta paulatinamente, el de bajas permanece constante y presenta un piquitos en la mitad de la maniobra y el de intermedias presenta un comportamiento constante.

DESPUÉS. Espectrograma. El componente de bajas disminuye rápidamente mientras que el de intermedias desde el principio se muestra constante.

Wigner. El componente de muy bajas disminuye, el de bajas permanece constante y el de intermedias aumenta.

Choi: El de muy bajas disminuye paulatinamente con una serie de deflexiones hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas se mantiene constante pero las oscilaciones que presenta tienen mayor amplitud y presentan ritmicidad comparadas con las oscilaciones de las dos etapas anteriores. Y el de intermedias aumenta ligeramente con oscilaciones de mediana amplitud sobre toda a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Sujeto 9 repetición

ANTES. Espectrograma: El componente de bajas aumenta linealmente hacia el inicio de la maniobra mientras el de intermedias permanece constante en valores bajos..

Wigner: El componente de muy bajas aumenta mientras que los otros dos permanecen constantes.

Choi: El componente de muy bajas tiene valores altos y oscilaciones de gran amplitud pero es más o menos constante. Mientras los otros dos con valores bajos permanecen constantes.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta sobre todo en el inicio de la maniobra y el de intermedias permanece constante con un pico hacia abajo a la mitad de la maniobra.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta, el de intermedias disminuye y el de bajas permanece constante.

Choi: El componente de muy bajas aumenta paulatinamente, el de bajas permanece constante y presenta un piquitos en la mitad de la maniobra y el de intermedias presenta un comportamiento constante.

DESPUÉS. Espectrograma. El componente de bajas disminuye mientras que el de intermedias desde el principio se muestra constante.

Wigner. El componente de muy bajas disminuye, el de bajas permanece constante y el de intermedias aumenta.

Choi: El de muy bajas disminuye paulatinamente con una serie de deflexiones hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas se mantiene constante pero las oscilaciones que presenta tienen mayor amplitud y presentan ritmicidad comparadas con las oscilaciones de las dos etapas anteriores. Y el de intermedias aumenta ligeramente con oscilaciones de mediana amplitud sobre toda a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Sujeto 10

ANTES. Espectrograma: El componente de bajas aumenta sobre todohacia el inicio de la maniobra. El componente de intermedias permanece constante.

Wigner: Los tres componentes se mantienen constantes con un patrón muy parecido de oscilaciones y amplitud.

Choi: El componente de muy bajas tiene valores altos y oscilaciones de gran amplitud pero es más o menos constante. Mientras los otros dos con valores bajos permanecen constantes, presentándose en el de intermedias un pico poco antes de inicial la maniobra.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta sobre todo en el inicio de la maniobra y el de intermedias permanece constante con un pico hacia arriba a la mitad de la maniobra.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta en la mitad de la maniobra, el de intermedias disminuye ligeramente y el de bajas permanece constante.

Choi: El componente de muy bajas aumenta paulatinamente, el de bajas permanece constante y presenta un piquitos en la mitad de la maniobra y el de intermedias disminuye ligeramente.

DESPUÉS. Espectrograma. El componente de bajas disminuye rápidamente para permanecer constante hacia el final del registro, mientras que el de intermedias desde el principio se muestra constante.

Wigner. El componente de muy bajas disminuye, el de bajas permanece constante y el de intermedias aumenta ligeramente para permanecer constante.

Choi: El de muy bajas disminuye paulatinamente con una serie de deflexiones hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas se mantiene constante después de que al inicio se observa un aumento. Y el de intermedias aumenta ligeramente con oscilaciones de mediana amplitud sobre toda a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Sujeto 10 repetición

ANTES. Espectrograma: Se mantienen ambos componentes constantes solo que el de bajas a valores más altos.

Wigner: Los componentes de muy bajas y de intermedias se mantienen constantes pero el de muy bajas con valores mayores mientras que el de bajas presenta una disminución a los pocos segundos de tomar el registro.

Choi: El componente de muy bajas tiene valores pero es más o menos constante. Mientras los otros dos con valores bajos permanecen constantes, presentándose en el de bajas un pico poco antes de inicial la maniobra.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta y el de intermedias disminuye ligeramente.

Wigner. El componente de muy bajas disminuye para aumentar hacia el final de la maniobra, el de intermedias disminuye ligeramente y el de bajas permanece constante.

Choi: El componente de muy bajas aumenta paulatinamente, el de bajas disminuye presentando un pico en el inicio de la maniobra y el de intermedias disminuye ligeramente con un pico en el inicio como en el componente de bajas.

DESPUÉS. Espectrograma. El componente de bajas disminuye rápidamente para permanecer constante hacia el final del registro, mientras que el de intermedias desde el principio se muestra constante.

Wigner. El componente de muy bajas disminuye, el de bajas permanece constante y el de intermedias aumenta ligeramente para permanecer constante.

Choi: El de muy bajas disminuye paulatinamente con una serie de deflexiones hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas sube e inmediatamente baja para mantenerse constante. Y el de intermedias aumenta ligeramente con oscilaciones de mediana amplitud sobre toda a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Sujeto 11

ANTES. Espectrograma: Se mantienen ambos componentes constantes solo que el de bajas a valores más altos y el de intermedias tiende a aumentar hacia el inicio de la maniobra.

Wigner: Los tres componentes se muestran constantes pero el de bajas posee oscilaciones rítmicas.

Choi: Todos presentan un comportamiento más o menos constante pero el de muy bajas a mayores valores además presenta una deflexión muy pronunciada antes de empezar la maniobra y los otros dos componentes también la presentan pero en forma de pico hacia arriba y no tan brusca.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta y el de intermedias disminuye.

Wigner. El componente de muy bajas permanece constante, el de intermedias disminuye ligeramente sobre todo al final de la maniobra y el de bajas aumenta ligeramente.

Choi: El componente de muy bajas aumenta paulatinamente, el de bajas disminuye presentando un pico en la mitad de la maniobra y el de intermedias disminuye con un pico en el inicio como en el componente de bajas.

DESPUÉS. Espectrograma. El componente de bajas disminuye para permanecer constante hacia el final del registro, mientras que el de intermedias desde el principio se muestra constante.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta para después disminuir, el de bajas disminuye paulatinamente con oscilaciones rítmicas y el de intermedias aumenta ligeramente para permanecer constante.

Choi: El de muy bajas disminuye con una serie de deflexiones hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra para después mantenerse constante. El de bajas sube e inmediatamente baja para mantenerse constante. Y el de intermedias permanece en valores bajos con oscilaciones de mediana amplitud sobre toda a los pocos segundos de terminada la maniobra.

Sujeto 11 repetición

ANTES. Espectrograma: El componente de bajas aumenta paulatinamente y el de intermedias tiende a un aumento hacia el inicio de la maniobra.

Wigner: Los tres componentes se muestran constantes pero el de bajas posee oscilaciones rítmicas.

Choi: Todos presentan un comportamiento más o menos constante pero el de muy bajas a mayores valores además presenta una deflexión muy pronunciada antes de empezar la maniobra y los otros dos componentes también la presentan pero en forma de pico hacia arriba y no tan brusca.

DURANTE. Espectrograma: El componente de bajas aumenta y disminuye en la mitad de la maniobra y el de intermedias disminuye.

Wigner. El componente de muy bajas aumenta, el de intermedias disminuye ligeramente presentando un pico en el inicio de la maniobra y el de bajas aumenta ligeramente con oscilaciones en la mitad de la maniobra.

Choi: El componente de muy bajas aumenta paulatinamente, el de bajas disminuye presentando un pico hacia la mitad de la maniobra y el de intermedias disminuye con un pico en el inicio como en el componente de bajas.

DESPUÉS. Espectrograma. El componente de bajas disminuye para permanecer constante hacia el final del registro, mientras que el de intermedias desde el principio se muestra constante.

Wigner. El componente de muy bajas disminuye paulatinamente para alcanzar valores constantes hacia el final del registro, el de bajas disminuye paulatinamente con oscilaciones rítmicas y el de intermedias aumenta ligeramente para permanecer constante.

Choi: El de muy bajas disminuye con una serie de deflexiones hacia abajo a los pocos segundos de terminada la maniobra. El de bajas sube e inmediatamente baja para mantenerse constante. Y el de intermedias permanece en valores bajos con oscilaciones de mediana amplitud sobre toda a los pocos segundos de terminada la maniobra para aumentar hacia el final del registro.

9. GLOSARIO

- **Aliasing:**
Modificación que sufren los componentes de frecuencia de una señal cercanos al límite de la banda de esa señal.
- **Análisis Espectral:**
Análisis por medio del cual se pueden conocer los componentes en frecuencia de una señal que varía en el tiempo.
- **Balance simpático-vagal:**
Acoplamiento inverso de las actividades del sistema nervioso simpático y parasimpático sobre el corazón.
- **Barorreceptores:**
Receptores nerviosos que se estimulan por el estiramiento de la pared arterial. Se encuentran en las paredes de casi todas las grandes arterias de la parte superior del cuerpo, especialmente en la región de bifurcación de las carótidas y en el arco de la aorta.
- **Complejo QRS:**
En un electrocardiograma, onda que representa el principio de la contracción de los ventrículos.
- **Densidad de energía:**
Forma en la que se distribuye la energía.
- **Densidad espectral de potencia:**
Forma en que se distribuye, en el dominio de la frecuencia, la potencia.
- **Distancia Fractal (DF):**
Parámetro que cuantifica la complejidad de una señal.
- **Estacionariedad:**
Señales cuyos primeros momentos matemáticos no cambian en el tiempo.
- **Estudios Holter**
Registro electrocardiográfico de 24 horas, que incluye todas las actividades del sujeto en un día.
- **Fibrilación:**
Impulsos cardíacos que penetran dentro de la masa muscular ventricular estimulando primero una porción del músculo ventricular, luego otra, luego otra, y eventualmente, retroalimentándose por una vía de reentrada hacia las mismas partes del músculo ventricular una y otra vez, sin detenerse jamás.
- **Gasto cardíaco:**
Litros de sangre que bombean los ventrículos en cada minuto.
- **Glottis:**
Apertura superior de la laringe.
- **Intervalo RR:**
En un electrocardiograma, tiempo entre la aparición de dos ondas R consecutivas.
- **Kernel:**
Función matemática que define a una distribución tiempo-frecuencia.

- **Manubrio esternal:**
Tercio superior del esternón.
- **Mecanismos de control cardiovascular:**
Influencias que ejerce el sistema nervioso autónomo sobre el corazón y los vasos sanguíneos y locales sobre el tono de los vasos mediados por factores como hormonas, iones (potasio) y temperatura.
- **Métodos Autorregresivos:**
Métodos paramétricos para la estimación de la densidad espectral de potencia.
- **Neuropatía autonómica parasimpática:**
Alteración del tono parasimpático ó de su inervación al corazón.
- **Nodo senoatrial:**
Estructura que marca el ritmo de funcionamiento del corazón.
- **Ondas de Mayer:**
Oscilaciones periódicas de 0.1 Hz. de la presión arterial
- **Presión intraluminal:**
Presión ejercida en las paredes internas del vaso sanguíneo.
- **Regiones Espectrales:**
Región en el dominio de la frecuencia delimitada por dos frecuencias diferentes.
- **Respuestas vasomotoras:**
Cambios en el tono del músculo liso de los vasos y por lo tanto en su resistencia en respuesta a estímulos centrales o locales.
- **Retorno venoso:**
Litros de sangre que fluyen desde las venas hacia el atrio derecho cada minuto.
- **Sistema Nervioso Parasimpático:**
División del sistema nervioso autónomo cuya estimulación produce, entre otros efectos, bradicardia mediada por el neurotransmisor acetilcolina.
- **Sistema Nervioso Simpático:**
División del sistema nervioso autónomo cuya estimulación produce, entre otros efectos, taquicardia, aumento de la contractilidad cardíaca, vasoconstricción arteriolar y venosa, mediados por el neurotransmisor noradrenalina.
- **Sistema renina-angiotensina:**
Controla la presión arterial a largo plazo. Formado por una serie de reacciones en cascada que tiene como efectores a las hormonas renina (riñón) angiotensina II y aldosterona (corteza suprarrenal). El estímulo primario es la disminución de la presión arterial a nivel renal, y uno de los efectos importantes es la reabsorción de sodio al nivel renal.
- **Stress ortostático:**
Efectos hemodinámicos producidos por el cambio de postura de acostado a parado que conlleva a una disminución de la presión arterial.
- **Taquicardia:**
Aumento de la frecuencia cardíaca.
- **Términos de interferencia:**
Artefactos la mayoría de las veces no deseados que aparecen en una distribución tiempo-frecuencia de señales multicomponentes.

- **Tono vascular periférico:**
Grado de contracción en el músculo liso arteriolar o venoso que determina su resistencia.
- **Transformada de Fourier:**
La transformada de Fourier de una señal expresa la distribución espectral de la amplitud y fase de la señal.
- **V5:**
Derivación electrocardiográfica en la que el electrodo positivo se coloca a nivel del quinto espacio intercostal izquierdo en el cruce con la línea axilar interior.
- **Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca:**
Fluctuaciones de la frecuencia cardíaca latido a latido debidas a cambios en el grado de estimulación del sistema nervioso autónomo
- **Vasoconstricción:**
Contracción de vasos sanguíneos.
- **Vasos esplácnicos:**
Vasculatura, sobre todo venosa, del sistema gastrointestinal, incluido el bazo

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca casi toda la banda de frecuencias y de intensidad 1-0.5Hz disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (3.5-0U) y de frecuencias (0-0-.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

Sujeto 7 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-2U. en la banda de frecuencia de 0-0.2Hz.

Wigner: Intensidades de 1.5U en la banda de 0-0.02Hz. Términos de interferencia de intensidad 1.5U marcados sobre todo en la banda de frecuencia de 0-0.01 Hz. Sombras de intensidad 0.5U hasta los 0.2 Hz.

Choi: Intensidad 1.5U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz). Algunas sombras de 0.5U entre 0.07-0.15Hz.

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (6-7U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (2U) hasta los 0.2Hz.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 1.5U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 3U entre 0-0.03Hz. Se observan términos cruzados de gran intensidad y cantidad.

Choi. La intensidad va en aumento llegando a la máxima de la mitad de la maniobra hacia el final (1-2.5U) entre 0-0.020 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 2 U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (1U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 1.5U hasta 0.15 Hz. Se observan las sombras hasta 0.3 Hz. disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias tanto en intensidad como en cantidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca casi toda la banda de frecuencias y de intensidad 1-0.5Hz disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (3.5-0U) y de frecuencias (0-0-.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	8	4	3.5
v2	7	3	2.5

Sujeto 8

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-5U. en todo el rango de frecuencias 0-0.5Hz.

Wigner: Sombras de intensidad 2U hasta los 0.2 Hz.

Choi: Intensidad 4U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (10-15U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (5U) en todo el rango de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 10U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 14U entre 0-0.04Hz. Se observan términos cruzados de gran intensidad y cantidad. Así como gran cantidad de sombras.

Choi. La intensidad va en aumento llegando al máximo hacia el final (4-10U) entre 0-0.040 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 5U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (6U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 4U hasta 0.2 Hz. Se observan las sombras hasta 0.4 Hz. disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias tanto en intensidad como en cantidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca toda la banda de frecuencias y de intensidad 1Hz disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (10-4U) y de frecuencias (0-0-.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

Sujeto 8 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-5U. en todo el rango de frecuencias 0-0.5Hz.

Wigner: Sombras de intensidad 2U hasta los 0.2 Hz.

Choi: Intensidad 2U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (15-20U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (5U) en todo el rango de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 8U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 16U entre 0-0.04Hz. Se observan términos cruzados de mediana intensidad y cantidad, principalmente alrededor de 0.18Hz.. Así como gran cantidad de sombras.

Choi. La intensidad va en aumento llegando al máximo hacia el final (5-15U) entre 0-0.040 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 5U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (8U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 4U hasta 0.2 Hz. Se observan las sombras hasta 0.4 Hz. disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias tanto en intensidad como en cantidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca toda la banda de frecuencias y de intensidad 1Hz disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (15-5U) y de frecuencias (0-0-.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	15	14	10
v2	20	16	15

Sujeto 9

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-2U. en el rango de frecuencias 0-0.35Hz.

Wigner: Una región de términos cruzados bien definidos alrededor de 0.13Hz. y sombras de intensidad 2U hasta los 0.2 Hz.

Choi: Intensidad 4U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (12-14U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (5U) en todo el rango de frecuencias.

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 8U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 12U entre 0-0.04Hz. Se observan términos cruzados de mediana intensidad y cantidad, principalmente alrededor de 0.12Hz.. Así como gran cantidad de sombras.

Choi. La intensidad va en aumento llegando al máximo hacia el final de la maniobra (4-10U) entre 0-0.040 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 5U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (10U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 4U en los 0.12 Hz. Se observan las sombras hasta 0.3 Hz. disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias tanto en intensidad como en cantidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca toda la banda de frecuencias y de intensidad 1Hz disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias. Así como dos artefactos más coincidentes con oscilaciones de mayor amplitud de la señal en el tiempo. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (10-1U) y de frecuencias (0-0-.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

Sujeto 9 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-2U. en el rango de frecuencias 0-0.3Hz.

Wigner: Una región de términos cruzados bien definidos alrededor de 0.13Hz. y sombras de intensidad 2U hasta los 0.2 Hz. En las bajas frecuencias 0-0.02Hz. una franja de intensidad 4U.

Choi: Intensidad 3U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (12-14U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (5U) en el rango de frecuencias (0-0.18Hz).

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 4U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 10U entre 0-0.04Hz. Se observan términos cruzados de mediana intensidad y cantidad, principalmente alrededor de 0.12Hz.. Así como gran cantidad de sombras.

Choi. La intensidad va en aumento llegando al máximo hacia el final de la maniobra (4-10U) entre 0-0.040 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 5U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (5U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 4U en los 0.12 Hz. Se observan las sombras hasta 0.3 Hz. disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias tanto en intensidad como en cantidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca casi toda la banda de frecuencias y de intensidad 1Hz disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias. Así como un artefacto más coincidentes con oscilaciones de mayor amplitud de la señal en el tiempo. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (10-1U) y de frecuencias (0-0-.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	14	12	10
v2	14	10	10

Sujeto 10

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-2U. en el rango de frecuencias 0-0.3Hz.

Wigner: Una región de sombras de intensidad 2U hasta los 0.5 Hz. En las bajas frecuencias 0-0.03Hz. una franja de intensidad 4U.

Choi: Intensidad 1U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (10-12U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (5U) en el rango de frecuencias (0-0.5Hz).

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 4U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 10U entre 0-0.04Hz. Se observan términos cruzados de gran intensidad y cantidad, principalmente alrededor de 0.18Hz.. Así como gran cantidad de sombras.

Choi. La intensidad va en aumento llegando al máximo hacia el final de la maniobra (4-8U) entre 0-0.040 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 5U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (6U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 4U en los 0.15 Hz. Se observan las sombras hasta 0.5 Hz. disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias tanto en intensidad como en cantidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca casi toda la banda de frecuencias y de intensidad 1U disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias. Así como sombras coincidentes con oscilaciones de mayor amplitud y ritmicidad de la señal en el tiempo. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (6-2U) y de frecuencias (0-0-.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

Sujeto 10 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-2U. en el rango de frecuencias 0-0.3Hz.

Wigner: Una región de sombras de intensidad 2U hasta los 0.4 Hz. En las bajas frecuencias 0-0.03Hz. una franja de intensidad 4U.

Choi: Intensidad 4U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (15-17U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (3U) en el rango de frecuencias (0-0.2Hz).

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 6U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 12U entre 0-0.04Hz. Se observan términos cruzados de gran intensidad y cantidad, principalmente alrededor de 0.18Hz.. Así como gran cantidad de sombras.

Choi. La intensidad va en aumento llegando al máximo hacia el final de la maniobra (4-12U) entre 0-0.050 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 5U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (10U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 4U en los 0.1 Hz. Se observan las sombras hasta 0.5 Hz. disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias tanto en intensidad como en cantidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca casi toda la banda de frecuencias y de intensidad 1U disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias. Así como sombras coincidentes con oscilaciones de mayor amplitud y ritmicidad de la señal en el tiempo. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (12-2U) y de frecuencias (0-0-.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	12	10	8
v2	15	12	12

Sujeto 11

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-2U. en el rango de frecuencias 0-0.4Hz.

Wigner: Una región de sombras de intensidad 1U hasta los 0.2 Hz.

Choi: Intensidad 4U en las bajas frecuencias(0-0.020Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (15-17U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (3U) en el rango de frecuencias (0-0.15Hz).

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 8U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 12U entre 0-0.04Hz. Se observan términos cruzados de gran intensidad y cantidad, principalmente alrededor de 0.18Hz.. Así como gran cantidad de sombras.

Choi. La intensidad va en aumento llegando al máximo hacia el final de la maniobra (4-12U) entre 0-0.050 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.015 Hz.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 5U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (10U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 4U en los 0.12 Hz. Se observan las sombras hasta 0.3 Hz. disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias tanto en intensidad como en cantidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca casi toda la banda de frecuencias y de intensidad 1U disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias. Así como sombras coincidentes con oscilaciones de mayor amplitud y ritmicidad de la señal en el tiempo. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (12-2U) y de frecuencias (0-0-.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

Sujeto 11 repetición

ANTES: Espectrograma: Una serie de intensidades bajas de 0-2U. en el rango de frecuencias 0-0.4Hz.

Wigner: Se observan términos cruzados en 0.05Hz y 0.12 Hz. de intensidad 2U. Una región de sombras de intensidad 1U hasta los 0.5 Hz.

Choi: Intensidad 1.5U en las bajas frecuencias(0-0.030Hz).

DURANTE: Espectrograma: Se percibe una franja de gran intensidad (8-14U) en frecuencias desde 0-0.06 Hz desde el principio de la maniobra llegando a lo máximo hacia el final de la misma. Acompañada, esta franja, por intensidades menores (3U) en el rango de frecuencias (0-0.15Hz).

Wigner: Al comenzar la maniobra la intensidad fue 4U dentro de banda de bajas frecuencias (0-0.030 Hz) y aumenta llegando a su máximo hacia el final de la maniobra 6U entre 0-0.04Hz. Se observan términos cruzados de gran intensidad y cantidad, principalmente alrededor de 0.18Hz. y 0.05Hz. Así como gran cantidad de sombras.

Choi. La intensidad va en aumento llegando al máximo hacia el final de la maniobra (1.5-4U) entre 0-0.050 Hz. La máxima intensidad se observa en 0.020 Hz. Al principio de la maniobra es marcada una región de intensidad 1.5 entre 0.04Hz.-0.11Hz. relacionada con el principio de la maniobra.

DESPUÉS: : Espectrograma: Una serie de intensidades medianas de 6U. en toda la banda de frecuencia (0-0.5). Se distingue el artefacto de término de la maniobra.

Wigner: Eventualmente, comienza a disminuir la intensidad (2U) hacia menores frecuencias (0-0.030Hz.). Aparecen términos cruzados de intensidad 3U en los 0.12 Hz. Se observan las sombras hasta 0.5 Hz. disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias tanto en intensidad como en cantidad.

Choi: Se nota el artefacto de fin de maniobra que es una sombra de duración corta que abarca casi toda la banda de frecuencias y de intensidad 0.5U disminuyendo a lo largo de la banda de frecuencias. Así como sombras coincidentes con oscilaciones de mayor amplitud y ritmicidad de la señal en el tiempo. Por su parte la frecuencia en bajas comienza a disminuir de intensidad (4-0U) y de frecuencias (0-0-.020Hz) durante todo el periodo de recuperación.

POTENCIAS

	espectrograma	wigner	choi
v1	16	12	10
v2	14	5	4

A6. Descripción de la potencia total.

Sujeto 1

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 18 U. sin oscilaciones solamente con un aumento hacia el principio de la maniobra a 30U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 40 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. con algunas oscilaciones de mediana amplitud. Y un aumento significativo hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Un aumento con un ligero decremento poco tiempo después de haber empezado la maniobra, pero este aumento mayor que en la fase de control (30U).

Wigner. Aumento a 60U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Un aumento con un ligero decremento poco tiempo después de haber empezado la maniobra, seguido de un aumento paulatino hacia el final de la maniobra (20U). No se observan oscilaciones durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable. Y llegando a un valor arriba de la fase de control.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Presenta oscilaciones de mayor amplitud que en el control y en mayor cantidad. Destacándose por un pico en los 140s.

Sujeto 1 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 20 U. sin grandes oscilaciones solamente con un aumento hacia el principio de la maniobra a 30U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 90 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 10 U. con algunas oscilaciones de mediana amplitud. Y un aumento significativo hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Un aumento con un ligero decremento poco tiempo después de haber empezado la maniobra, pero este aumento mayor que en la fase de control (30U).

Wigner. Ligero aumento a 60U con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Un ligero aumento seguido de una pequeña disminución poco tiempo después de haber empezado la maniobra, seguido de un aumento paulatino hacia el final de la maniobra (20U). No se observan oscilaciones durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Presenta oscilaciones de mayor amplitud que en el control y en mayor cantidad. Destacándose por dos pico en los 130s y 140s.

Sujeto 2

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 20 U. sin grandes oscilaciones solamente con un aumento hacia el principio de la maniobra a 30U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 30 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 10 U. sin oscilaciones. Y un aumento significativo hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Un aumento con un ligero decremento poco tiempo después de haber empezado la maniobra, aumentando después, pero este aumento mayor que en la fase de control (30U).

Wigner. Gran aumento (75U) en el principio de la maniobra seguido por una disminución quedándose abajo (30U) en el resto de la maniobra hasta repetir un incremento de igual tamaño que en el principio de la maniobra en el final de la misma con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Un gran aumento (60U) seguido de una disminución quedándose la potencia el resto de la maniobra a niveles bajos (10U). No se observan oscilaciones durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es mayor que en la fase de control. Wigner. Disminuye paulatinamente con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable, Y llegando a un valor arriba de la fase de control.

Choi. Se mantiene a valores cercanos que en la fase de control. Presenta oscilaciones de mayor amplitud que en el control y en mayor cantidad. Destacándose por dos pico en los 130s y 140s.

Sujeto 2 repetición

ANTES. Espectrograma. Se mantiene alrededor de 20 U. sin grandes oscilaciones solamente con un aumento hacia el principio de la maniobra a 30U.

Wigner. Se mantiene alrededor de 50 U. con oscilaciones de mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 10 U. con pocas oscilaciones. Y un aumento significativo hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Un aumento con un ligero decremento poco tiempo después de haber empezado la maniobra, aumentando después, pero este aumento mayor que en la fase de control (30U).

Wigner. Gran aumento (75U) en el principio de la maniobra se abaja (50U) en el resto de la maniobra hasta repetir un incremento 60U en el final de la misma en cantidad considerable.

Choi. Un gran aumento (60U) seguido de una disminución niveles bajos (10U). No se observan oscilaciones durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general es Wigner. Disminuye paulatinamente con oscilaciones de mediana Y llegando a un valor abajo de la fase de control.

Choi. Se mantiene a valores cercanos que en la fase de control amplitud que en el control y en mayor cantidad. Destacándose por dos pico en los 130s y 135s.

Sujeto 3

ANTES. Espectrograma. Va en aumento paulatinamente alrededor de 18 U. sin oscilaciones en cantidad considerable. Wigner. Va en aumento paulatinamente alrededor de 40 U.

Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. con algunas oscilaciones significativo hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Un aumento mayor que en la fase de control.

Wigner. Aumento a 60U con oscilaciones de mediana amplitud.

Choi. Un aumento. Se observan oscilaciones durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general observa la amplitud mayor poco después de haber terminado la maniobra.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana llegando a un valor arriba de la fase de control.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general es menor que pico poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 3 repetición

ANTES. Espectrograma. Va en aumento paulatinamente alrededor de 20U. sin oscilaciones en cantidad considerable. Wigner. Va en aumento paulatinamente alrededor de 40 U.

Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. con algunas oscilaciones.

DURANTE. Espectrograma. Un ligero aumento en comparación con la fase de control.

Wigner. Aumento a 60U con oscilaciones de mediana amplitud.

Choi. No se aprecia un aumento. Se observan oscilaciones de mediana.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general observa la amplitud mayor poco después de haber terminado la maniobra.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana llegando a un valor arriba de la fase de control.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general tanto como pico poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 4

ANTES. Espectrograma. Pico de 30U sin oscilaciones.

Wigner. Va en aumento paulatinamente alrededor de 40 U. en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. con algunas oscilaciones significativo hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. No un aumento mayor que en la fase de control.

Wigner. No un aumento significativamente mayor que en la fase de control mediana amplitud y en cantidad considerable.

Choi. Un ligero aumento. Se observan oscilaciones durante esta fase.

DESPUÉS. Espectrograma. Disminuye paulatinamente pero en general observa un pico de amplitud mayor poco después de haber terminado la maniobra.

Wigner. Disminuye paulatinamente oscilaciones de mediana llegando a un valor abajo de la fase de control.

Choi. Disminuye paulatinamente pero en general es menor que pico poco después de terminada la maniobra.

Sujeto 4 repetición

ANTES. Espectrograma. Pico de 30U sin oscilaciones.

Wigner. Va en aumento paulatinamente alrededor de 40 U. en cantidad considerable.

Choi. Se mantiene alrededor de 8 U. con algunas oscilaciones significativo hacia el principio de la maniobra.

DURANTE. Espectrograma. Aumento mayor que en la fase de control (40U).

Wigner. Aumento en comparación con la fase de control a 50U y en cantidad considerable.

Choi. Un ligero aumento y aumenta más hacia el final de la maniobra durante esta fase parecidas a las de control.