



## CLASIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE SEÑALES UTILIZANDO LA TECNICA SDP Y EL METODO DE ALEXANDER

M.G. Raggi González  
Universidad La Salle  
Laboratorio del Centro de Investigación

### RESUMEN

En la actualidad, con los nuevos avances en la ciencia, se han desarrollado y perfeccionado modelos matemáticos tales como la DFT (Transformada Discreta de Fourier), DHT (Transformada de Hartley), DCT (Transformada Discreta del Coseno), Transformada de Jain, Transformada de Wang y la  $O^2$ DFT, sin embargo, aunque estos modelos son bastante poderosos, aún tienen algunos inconvenientes; muchos de estos modelos suelen transformar, una señal cualquiera, del dominio del tiempo, al dominio de la frecuencia, sin embargo, su representación gráfica para el reconocimiento sigue siendo un problema serio.

Este trabajo se divide en dos etapas, en la primera presentamos una nueva técnica de graficación que facilita el problema del reconocimiento de señales, que consiste en una modificación de la información mediante un aumento sistemático por redundancia de la señal, de tal forma que facilita la manipulación de diferentes parámetros de la señal, por lo que se crea un patrón gráfico que es más fácil de analizar.

Esta técnica es en extremo útil para poder realizar un reconocimiento de señales, tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia, ya que con técnicas convencionales de graficación, la clasificación de estas, en patrones, es muy difícil, a diferencia, la técnica SDP ayuda a realizar un manejo más práctico de las señales así como a resaltar ciertas características de las mismas.

En la segunda etapa, con los patrones gráficos ya generados, se clasifican en patrones, utilizando el método de Alexander.

### INTRODUCCION

El análisis de señales que se ha venido realizando en los últimos años, se encuentra muy limitado por la forma de caracterizar las señales, pues es muy difícil reconocer patrones o subpatrones de una señal y estandarizarlos para todos los casos posibles que se puedan presentar.

En este trabajo se propone una solución a este problema, utilizando primeramente la técnica SDP (Symmetrized Dot Pattern) desarrollado por Pickover en 1986, que consiste en una modificación de la información mediante un aumento sistemático de redundancia y análisis de la misma, y segundo clasificando y los patrones gráficos generados utilizando el método de Alexander; como demostración se utiliza una señal de voz, por lo que se analiza de la siguiente forma:

1. Se procede a digitalizar la señal de voz transformandola en valores numéricos y transfiriendo los valores a una computadora.
2. Con la señal digitalizada por la etapa anterior, se realiza la conversión de datos a la forma SDP, lo que da un patrón simétrico en pantalla de la computadora, este se construye mediante un mapeo:



$$M: f(t) \text{ ----> } S (\rho_j, \pi_{ij}, \tau_{ij})$$

donde:

$f(t)$  es la señal digitalizada de la voz, la cual se convierte a una forma  $S$ ;  $\rho_j$  representa una magnitud radial igual que en las coordenadas polares, y los valores de  $\pi_{ij}$  y  $\tau_{ij}$  representan los ángulos polares.

Sea  $F_j$  la amplitud de la señal en el  $j$ -ésimo punto temporal, se define a  $\rho$ ,  $\tau$ , y  $\pi$  de la siguiente forma:

$$\rho' = \frac{F_j - L}{H - L} \theta'$$

$$\rho_{ij} = \rho' + \frac{F_{j+lag} - L}{H - L} \theta'$$

$$\pi_{ij} = \rho' - \frac{F_{j+lag} - L}{H - L} \theta'$$

donde  $j = 1, 2, 3, \dots, N-lag$ ,

$\theta' = 360^\circ i/m$

$i = 1, 2, 3, \dots, m$

$N$  es el número de puntos de la señal digitalizada,

$m$  es el número de ejes de simetría,

$\theta$  es el límite superior empleado para el escalamiento de la señal de entrada (se sugiere que  $\theta \leq 360^\circ/m$ ),

$H$  es el máx. valor de amplitud de la señal  $F$ , y

$L$  es el mínimo.

Con lo anterior se toma la amplitud de los puntos  $j$  y  $j+1$  como coordenadas polares, y se grafican con  $m$  reflexiones especulares. Así se obtiene un patrón gráfico determinado, que cambia dependiendo de la señal que se le dé, por lo que, para dos señales, se aprecian semejanzas y diferencias en las figuras que se forman, las cuales se pueden interpretar como: en las semejanzas, las características comunes que tienen entre sí; y en las diferencias, como los rasgos particulares de la señal. Esta técnica es en extremo útil para poder realizar un reconocimiento de voz, ya que con otras técnicas de análisis matemático, dos señales, pueden verse muy diferentes en análisis de tiempo o espectral, a diferencia, la técnica SDP ayuda a realizar un manejo más práctico de las señales así como a resaltar ciertas características, tales como la forma de la pronunciación que es más práctico que al usar otras técnicas.

3. Ya obtenida la gráfica, se clasifica utilizando el método de Alexander.

## DISCUSION

En muchos casos, la técnica descrita en este trabajo, es usada simplemente como una técnica de graficación de señales; en este trabajo se demuestra que no es una simple técnica de graficación, sino que es un método que permite analizar señales de voz que no podrían ser analizadas con otras técnicas matemáticas.

Los patrones generados de esta forma, son utilizados para demostrar lo poderoso de este método, cuando son utilizados de forma completa y con ciertas modificaciones, permiten:

- a) Variar la frecuencia de análisis fundamental para la generación del SDP. El parámetro de desfaseamiento (lag) es empleado para definir la distancia temporal entre  $F_t$  y  $F_{t+\text{lag}}$ , usadas ambas para su representación polar, así es que la frecuencia básica de análisis corresponde a  $1/(\text{tao}*\text{lag})$ , donde tao es el periodo de muestreo.
- b) Estudiar la existencia de autocorrelaciones temporales usando el desfaseamiento lag como un parámetro de retropropagación (look forward).
- c) Analizar diferentes propiedades de la señal, estudiando las simetrías tanto radial como axial de los patrones SDP. Tales simetrías pueden ser manejadas mediante los parámetros m y q, para dar mayor importancia a las propiedades de interés. Existen dos casos extremos: el hacer  $m=1$ , y el de hacer muy altos los valores para m, viendo que el parámetro  $\theta$  depende de m; cuando m tiende a  $\theta$ , la densidad a través del vector de radio polar, se vuelve independiente de t y tiende a ser una función de densidad de frecuencia de las amplitudes de  $F(t)$ , con una configuración dependiente de la forma de  $F(t)$ .
- d) Variar el factor de redundancia m, para hacer más fácil el patrón a reconocer y, escoger un valor para reducir la complejidad de la clasificación de los patrones de acuerdo a un criterio dado.
- e) Si  $\{S\}$  es un conjunto de patrones generados con SDP, correspondientes al patrón de la señal de  $F(t)$ , un patrón descriptor S, puede ser obtenido mediante una transformación H aplicada a  $\{S\}$ ; donde H puede ser, por ejemplo, la intersección ó promedio de los pesos del conjunto S, y su función específica depende de las propiedades que permiten que la función  $S_i$  pertenezca a una misma clase.

El descriptor S, obtenido de esta manera puede ser utilizado como un superpatrón para clasificar nuevos patrones.

Las características aquí descritas hacen a esta técnica, una poderosa herramienta para la caracterización y reconocimiento de patrones de voz, porque no se encuentra en función del tiempo y sus parámetros variables permiten modular las características geométricas de la gráfica SDP.

## RESULTADOS

A continuación se presentan las gráficas en tiempo de diferentes individuos, en contraparte se presentan las gráficas realizadas con la técnica SDP.



## CONCLUSION

En este trabajo se presenta una técnica nueva para la graficación de señales; y como ya lo han mencionado Contreras y Cols., con esta técnica se aprecia de una forma más clara y es posible identificar señales que tienen una gran cantidad de información, esto es, comparandola con las gráficas ortodoxas que se encuentran en función del tiempo, la técnica SDP tiende a resaltar ciertos rasgos que serían imposible analizar, estos pueden ser por ejemplo, la acentuación a la hora de hablar de individuos de diferentes regiones.

Es por esto que con esta técnicas se han podido realizar patrones para la clasificación de fonemas y aún más, de palabras completas (como lo han mencionado Contreras y Cols. en algunos de sus trabajos), resaltando con esto la gran ventaja que tiene sobre técnicas ortodoxas de graficación.

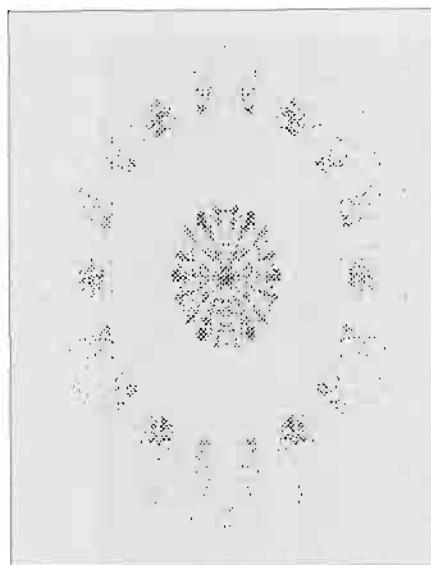
## BIBLIOGRAFIA

- Contreras Domínguez, C.; Figueroa Nazuno, J.; Flores Castillo, L.; García Pérez, E.; Gómez Ramírez, E.; Martínez Moreno, N.; Raggi González, M.G.; Tapia Hernández, J.G.; Tejeda Vargas, V. & Zozoaga Velázquez, G. (1991). Parameter Extension and Interpretation in the SDP Technique for Phonetic Pattern Recognition. DIGITAL VOICE FOR NINETIES, September 11-13, British Columbia, Canadá.
- Contreras-Domínguez, C.; Figueroa-Nazuno, J.; Flores-Castillo, L.; Franco-Gutiérrez, L.M.; García-Pérez, E. Gómez-Ramírez, E.; Martínez Moreno, N.; Raggi-González, M.G.; Tapia-Hernández, J.G.; Tejeda-Vargas, V. & Zozoaga-velázquez, G. (1991). The use of SDP Technique and Gestaltic Pattern Recognition in a Neural Network First Layer for Voice Recognition. FIRST IEEE-SP WORKSHOP ON NEURAL NETWORKS FOR SIGNAL PROCESSING, in Nassau Inn, Princeton, New Jersey, USA, Sept. 29- Oct. 2, 1991.
- Contreras-Domínguez, C.; Figueroa-Nazuno, J.; Flores-Castillo, L.; García-Pérez, E. Gómez-Ramírez, E.; Moy-Ruiz, L.A.; Martínez-Moreno, N.; Raggi-González, M.G.; Tapia-Hernández, J.G.; Tejeda-Vargas, V. & Zozoaga-Velázquez, G. (1991). A Methodology for Spanish Phonological Analysis using Hartley Transform and the SDP Technique. 1991 IEEE SPEECH CODING WORKSHOP. Whistler, British Columbia, Canada, 11-13 Sept. 1991.
- Pichover, Clifford A. (1986). On the use of symmetrized of dot patterns for visual characterization of speech waveforms and other sample data, *J. Acoust. Soc. Am.*, 80(3), 955-960.
- Raggi-González, M.G. & Figueroa-Nazuno, J. (1991). SDP: Una Herramienta Computacional Para la Graficación de Señales. SIMPOSIUM NACIONAL DE COMPUTACION (TENDENCIAS DE LA COMPUTACION EN LA DECADA DE LOS 90). IPN, México, D.F. 6-8 Noviembre.
- Raggi-González, M.G. & Figueroa-Nazuno, J. (1991). SDP: Una Alternativa para la Graficación de Señales. 4o. CONGRESO NACIONAL SOBRE INFORMATICA Y COMPUTACION. Aguascalientes, Ags., México. 23-25 Octubre.

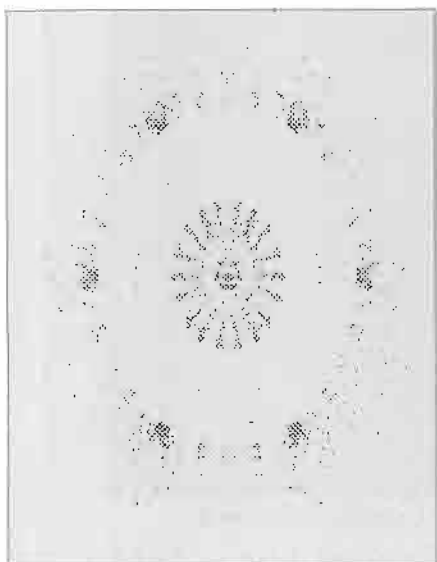
**RESULTADOS  
OBTENIDOS CON LA  
TECNICA SDP:**



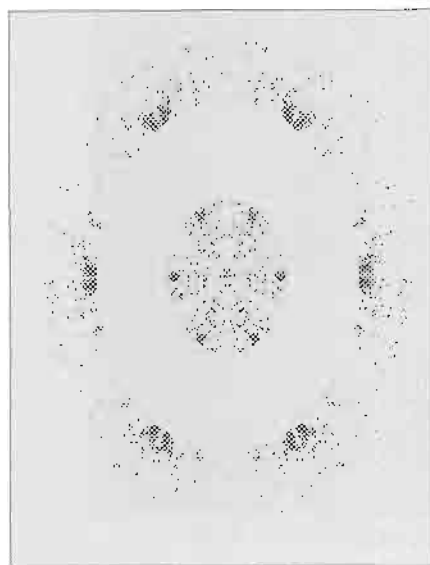
GRÁFICA DE VOZ



GRÁFICA DE VOZ



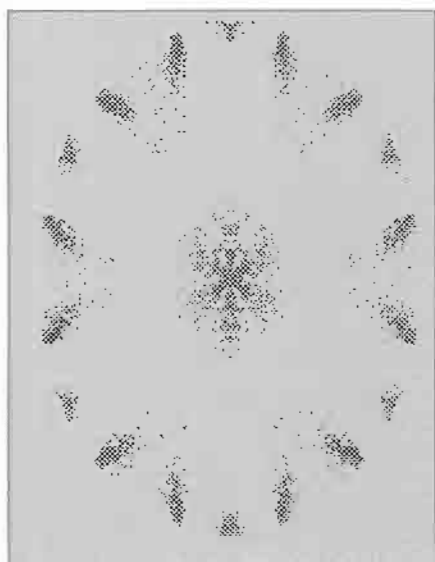
GRÁFICA DE VOZ



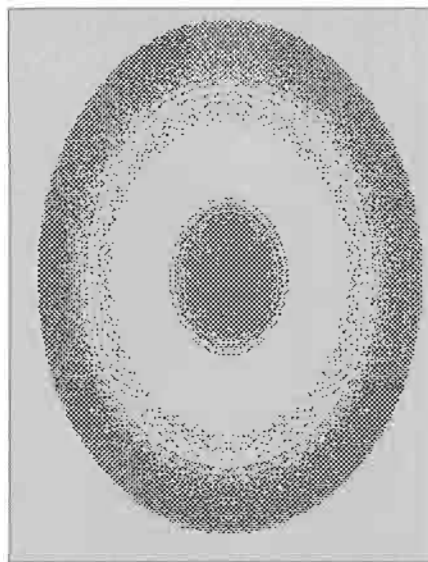
GRÁFICA DE VOZ



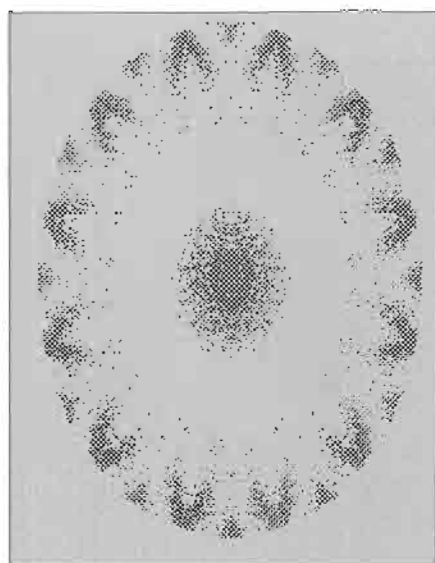
## RESULTADOS OBTENIDOS CON LA TECNICA SDP:



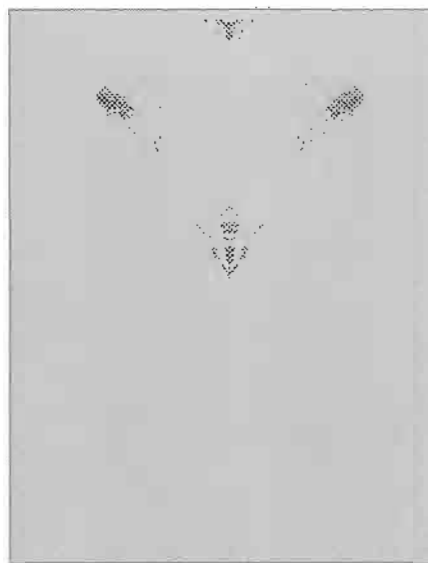
Gráfica de Voz  
(Ángulo entre Ejes =  $60^\circ$ )



Gráfica de Voz  
(Ángulo entre Ejes =  $5^\circ$ )

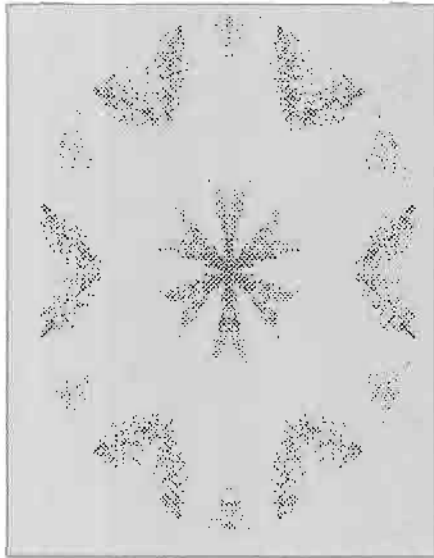


Gráfica de Voz  
(Ángulo entre Ejes =  $30^\circ$ )

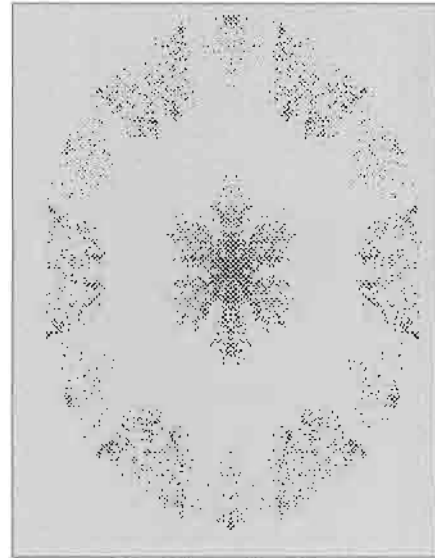


Gráfica de Voz  
(Ángulo entre Ejes =  $360^\circ$ )

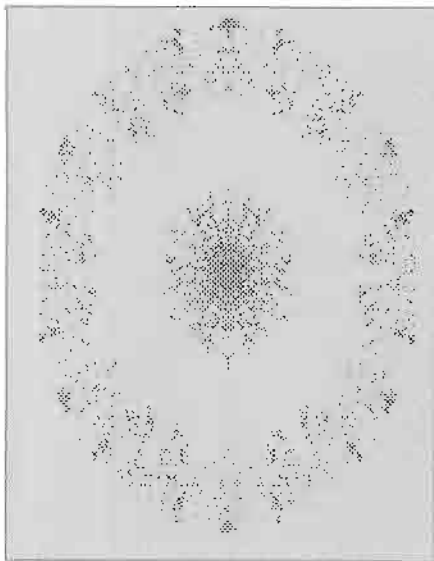
# RESULTADOS OBTENIDOS CON LA TECNICA SDP:



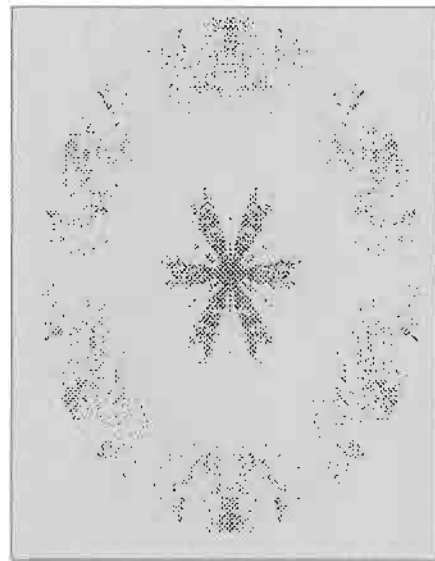
Gráfica de Voz  
(AUTOCORRELACIÓN=1)



Gráfica de Voz  
(AUTOCORRELACIÓN=2)



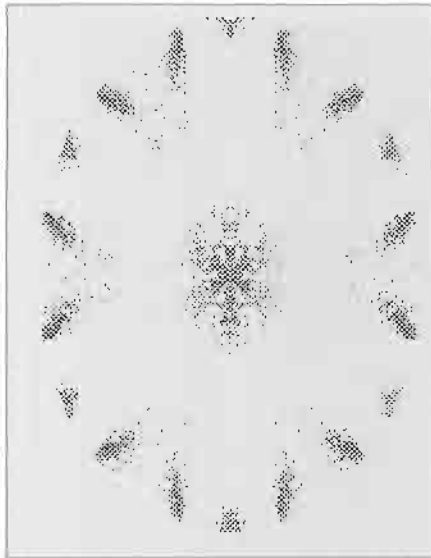
Gráfica de Voz  
(AUTOCORRELACIÓN=3)



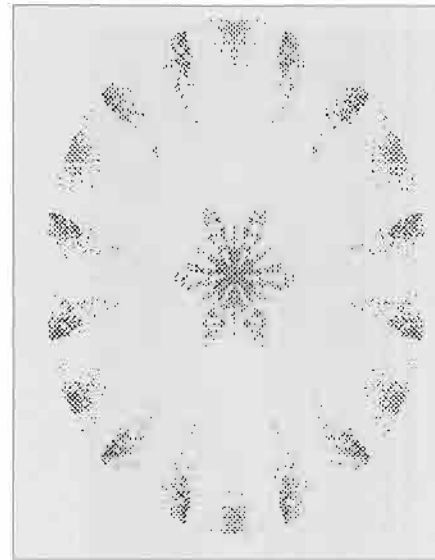
Gráfica de Voz  
(AUTOCORRELACIÓN=5)



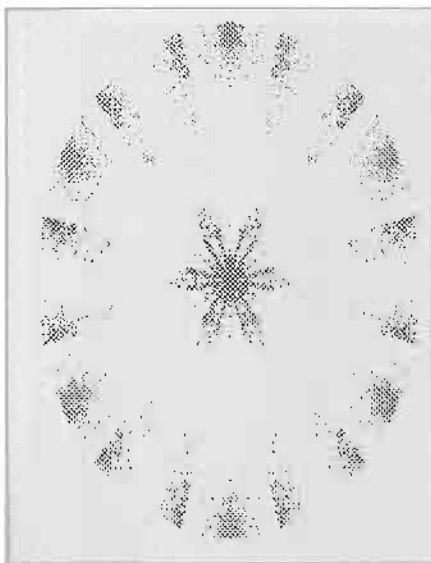
## RESULTADOS OBTENIDOS CON LA TECNICA SDP:



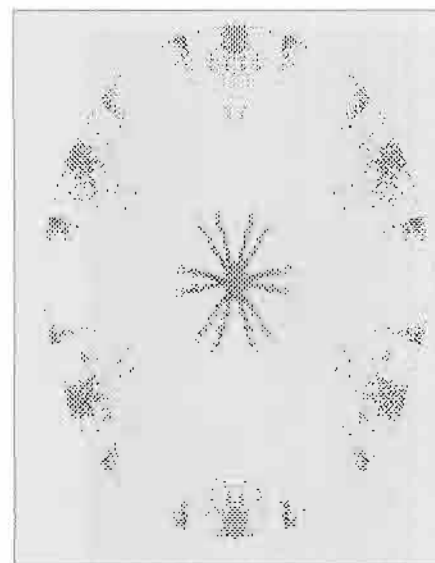
Gráfica de Voz  
(AUTOCORRELACIÓN=1)



Gráfica de Voz  
(AUTOCORRELACIÓN=3)



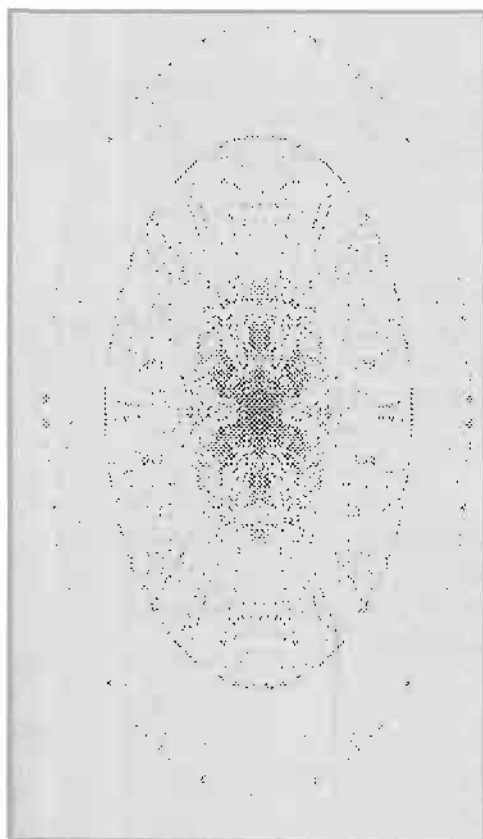
Gráfica de Voz  
(AUTOCORRELACIÓN=3)



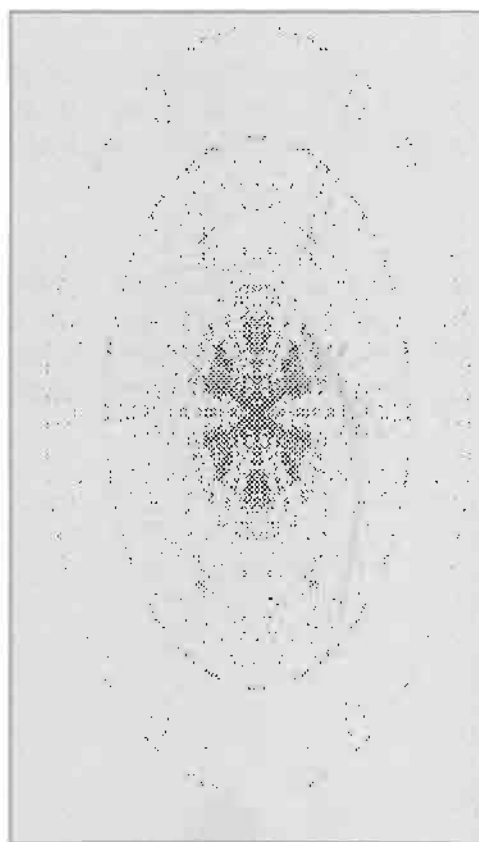
Gráfica de Voz  
(AUTOCORRELACIÓN=5)



**RESULTADOS  
OBTENIDOS CON LA  
TECNICA SDP:**



Gráfica de VOZ



Gráfica de VOZ