

**Trabajo Final de Máster**

*Análisis de la fiabilidad de indicadores  
para sistemas de seguimiento de  
precios en los mercados*

Juan Ricardo, Rivera Peruyero

**Máster en Tecnologías Aplicadas de la Información**

Director: Pere, Martí i Puig

Vic, septiembre de 2010

# Índice general

1. Introducción.....	1
1.1. Objetivos .....	1
1.2. Motivación .....	2
1.3. Estructura del documento .....	3
2. Análisis técnico.....	4
2.1. Análisis Fundamental.....	4
2.2. Análisis técnico .....	5
2.2.1. Orígenes del análisis técnico .....	5
2.2.2. Campo de aplicación.....	7
2.2.3. Principios del Análisis Técnico .....	7
a) El precio lo descuenta todo .....	8
b) Los precios se mueven por tendencias.....	8
c) La historia se repite .....	9
2.2.4. Análisis Técnico vs. Análisis fundamental.....	10
2.2.5. Herramientas de análisis técnico .....	12
a) Medias móviles .....	13
b) Osciladores .....	13
3. Sistema de Movimiento Direccional .....	15
3.1. Introducción.....	15
3.2. Calculo de los indicadores de Movimiento Direccional.....	16
3.2.1. El DM ( <i>Directional movement</i> ) .....	16
3.2.2. El TR ( <i>True range</i> ) .....	18
3.3.1. El DI ( <i>Directional Indicator</i> ) .....	18
3.3. ADX ( <i>Average Directional Movement Index</i> ).....	20
3.3.2. Calculo del ADX.....	20
3.3.3. Períodos a utilizar .....	21
3.3.4. Pendiente y niveles del ADX.....	22
3.3.5. Reglas y criterios de decisión.....	22
a) Reglas de decisión según Luis Cava .....	23
b) Reglas de decisión según Luis Ortiz.....	24
c) Criterios según Alex Elder.....	26
4. Implementación con Matlab.....	26

4.1. Scrip; INICIO .....	26
4.1.1. Dialogo a través de Command Window .....	27
4.2. Obtención de resultados .....	28
4.3. function ETL_datos(simbolo);.....	29
4.4. function [date, high, low, open, clos, vol, L] =Intervalo (V,F1,F2)....	29
4.5. function [P_DM,N_DM,TR] =DM(V,c1,c2);.....	29
4.6. function [P_ADI,N_ADI,ADX] =ADI_ADX(P_DM,N_DM,TR,di,dx); .	30
4.7. function [di, dx] =entrena(V,c1,c2);.....	30
5. Selección y descarga de datos.....	30
5.1. Construcción de la URL .....	31
5.1.1. Construcción de la URL con Matlab.....	32
5.2. Extracción y archivo .....	33
6. Experimentos .....	34
6.1. Marco de trabajo .....	34
6.2. Experimento 1 .....	34
6.3. Experimento 2 .....	40
6.4. Experimento 3 .....	43
6.5. Experimento 4 .....	46
6.6. Experimento 5 .....	48
6.7. Experimento 6 .....	50
7. Conclusiones.....	52
8. Bibliografía .....	54
9. Anexos .....	56

## Índice de figuras

Figura 3.2.1: Calculo del +DM y del –DM.....	17
Figura 3.3.1: Representación de +DI, -DI y ADX.....	21
Figura 3.3.2: La mejor señal de compra según Cava.....	23
Figura 3.3.3: La mejor señal de venta según Cava.....	24
Figura 3.3.4: Inicio y final de movimiento según Ortiz.....	25
Figura 4.1.1: Dialogo por Command Window.....	28
Figura 6.2.1: Ventana de comandos.....	35
Figura 6.2.2: SAN 14 periodos.....	35
Figura 6.2.3: Ventana de comandos. (SAN ajuste automático).....	37
Figura 6.2.4: SAN 21 para $\pm$ DI y 18 para ADX.....	37
Figura 6.2.5: Representación tridimensional de la matriz de ajuste.....	39
Figura 6.2.6: La peor combinación de los $\pm$ DI y el ADX.....	39
Figura 6.3.1: Reglas de Ortiz y periodos de 14 barras.....	40
Figura 6.3.2: Grafica para reglas de Ortiz y 14 periodos.....	42
Figura 6.4.1: Ventana de comandos para ajuste automático.....	43
Figura 6.4.2: Grafica resultados con reglas de Ortiz y ajuste automático..	45
Figura 6.5.1: Periodos de 14 y reglas de Cava.....	46
Figura 6.5.2: Grafica periodos de 14 y reglas de Cava.....	46
Figura 6.6.1: Reglas Cava. Con ajuste de periodos.....	48
Figura 6.6.2: Grafico con ajuste de periodos.....	48
Figura 6.7.1: Tex sin entrenamiento.....	50
Figura 6.7.2: Tex con entrenamiento.....	51

## Índice de tablas

Tabla 5.1.1: Grupo de etiquetas .....	32
Tabla 5.1.2: Significado de las etiquetas .....	33
Tabla 6.2.1: SAN periodos de 14 sesiones. ....	36
Tabla 6.2.2: SAN. con periodos ajustados. ....	38
Tabla 6.3.1: Resultados para criterios de Ortiz y 14 periodos .....	42
Tabla 6.4.1: Resultados con reglas de Ortiz y ajuste automático. ....	45
Tabla 6.5.1: Resultados de simulación Cava 14 sesiones. ....	47
Tabla 6.6.1: Resultados Criterios Cava con ajuste de periodos .....	49
Tabla 6.7.1 Resultados del tex sin entrenamiento.....	50
Tabla 6.7.2: Resultados del tex con entrenamiento .....	51

## Resumen del Trabajo Final de Máster Máster en Tecnologías Aplicadas de la Información

**Título:** Análisis de la fiabilidad de indicadores para sistemas de seguimiento de precios en los mercados

**Palabras clave:** Indicador de Movimiento Direccional, ADX, oscilador, herramientas análisis técnico.

**Autor:** Juan Ricardo Rivera Peruyero

**Dirección:** Pere Martí i Puig

**Fecha:** 20 de septiembre de 2010

### Resumen

Para este trabajo se ha desarrollado un programa en Matlab, que nos permite realizar ensayos con algunas de las herramientas fundamentales del análisis técnico. Concretamente nos hemos centrado en el “Indicador de Movimiento Direccional” de Wilder.

El programa está formado por seis funciones que permiten descargar datos, hacer la simulación del indicador, ajustar automáticamente algunos de sus parámetros y presentar los resultados obtenidos en la simulación.

Con los experimentos y simulaciones realizadas se ha visto la importancia de escoger adecuadamente los períodos de  $\pm$ DI (indicadores direccionales positivo y negativo) y el ADX (Average Directional Movement Index).

También hemos visto que las reglas de decisión apuntadas por autores de reconocido prestigio como Cava y Ortiz, no siempre se comportan como cabría esperar.

Se propone mejorar el rendimiento y la fiabilidad de este indicador incluyendo alguna media móvil de los precios y el volumen de contratación, en los criterios de decisión.

También se podría mejorar implementando un sistema para que se pudiesen autoajustar los criterios de decisión.

Job Summary Final Master  
Master in Applied Information Technology

**Title:** Analysis of the reliability of indicators for monitoring systems market prices

**Keywords:** Directional Movement Indicator, ADX, oscillator, technical analysis tools.

**Author:** Juan Ricardo Rivera Peruyero

**Address:** Pere Martí i Puig

**Date:** September 20, 2010

## Summary

For this work we have developed a program in Matlab, which allows us to test some of the key tools of technical analysis. In particular we have focused on the "Directional Movement Indicator" Wilder.

The program consists of six functions that let you download data to the simulation of the gauge, automatically adjust some of its parameters and present the results obtained in the simulation.

With experiments and simulations has been the importance of choosing adequately DIs  $\pm$  periods (positive and negative directional indicators) and ADX (Average Directional Movement Index).

We have also seen that the decision rules specified by renowned authors such as Cava and Ortiz, not always behave as expected.

It aims to improve the performance and reliability of this indicator includes a moving average of prices and trading volume in the decision criteria.

Could be improved by implementing a system so they could self-adjust the decision criteria

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Objetivos

El principal objetivo de éste trabajo es desarrollar un entorno que nos permita analizar el comportamiento de algunas de las herramientas más importantes utilizadas en el análisis técnico de los mercados. En este estudio nos centraremos en El Indicador de Movimiento Direccional desarrollado por J. Welles Wilder, cuando en el año 1978 publica su libro “New Concepts in Technical Trading Systems” con un enorme éxito, como consecuencia de algunos de los conceptos que desarrolla. Uno de ellos, quizás el mas interesante, se refiere al Movimiento Direccional. Se trata de un indicador ampliamente utilizado por los analistas técnicos y avalado por autores de renombre.

Otro objetivo es implementar un programa en el entorno Matlab que realice las siguientes funciones o tareas:

- Descargar los históricos de los mercados disponibles en la web.
- Procesar esos datos para simular el comportamiento del “Indicador de Movimiento Direccional” con los históricos de varios activos financieros.
- Encontrar automáticamente los períodos de los Directional Indicator Positivo (+DI), el Directional Indicator Negativo (-DI) y el ADX (Average Directional Movement Index) que mejores resultados nos proporcionan.
- Obtener y representar gráficamente los resultados, de forma que su interpretación sea sistemática y sencilla

El siguiente objetivo es analizar e interpretar los resultados para sacar las conclusiones que nos permitan:



- Establecer la fiabilidad del “Indicador de Movimiento Direccional”.
- Determinar las condiciones en que el indicador responde bien y las condiciones en las que no sería recomendable aplicar este indicador.
- Valorar la posibilidad de modificar algunos parámetros de diseño con el objetivo de mejorar los resultados.
- Poder realizar inversiones en los mercados con cierta seguridad y no llevarse sorpresas por el comportamiento inesperado de este indicador.

Cabe mencionar, el objetivo de experimentar con el Matlab en el campo del Análisis Técnico de los Mercados Financieros, además de familiarizarse y obtener experiencia en el manejo de una herramienta tan potente como es ésta.

## **1.2. Motivación**

Una motivación para escoger y realizar este trabajo ha sido la curiosidad e interés por el funcionamiento de los mercados de valores que siempre he experimentado. Por lo que aprovecho la oportunidad y el apoyo que se me brinda desde la universidad, para profundizar en este campo.

Los motivos de haber seleccionado el Indicador de Movimiento Direccional de Wilder para este estudio son:

- 1) Que es un indicador utilizado en la mayoría de programas de análisis técnico.

- 2) El haber encontrado referencias de varios autores de reconocido prestigio, como pueden ser Cava y Ortiz. Los cuales proponen sistemas de especulación basados en este indicador, prometiendo unos excelentes resultados

Finalmente, otra motivación importante, es la expectativa de que, utilizando las tecnologías de la información y la comunicación, junto con la capacidad de cálculo que ponen a nuestra disposición entornos como el Matlab, se pueda llegar a predecir el comportamiento de los mercados, con el suficiente grado de precisión, como para obtener rentabilidad económica con pocos riesgos.

### **1.3. Estructura del documento**

En los apartados anteriores de esta introducción se han desarrollado brevemente los objetivos planteados en este trabajo y las motivaciones para el desarrollo del mismo.

En el capítulo siguiente se hace una breve introducción a las diferentes formas de afrontar el estudio de los mercados financieros

En el capítulo tercero se describe el “Índice de Movimiento Direccional” que, como ya se comentó antes, es el objeto de estudio en este trabajo. En este capítulo también se describe, de una forma detallada, como calcular el Directional Indicator Positivo (+DI) y el Directional Indicator Negativo (-DI), que de aquí en adelante, los llamaremos  $\pm$ DI. Así como el ADX (Average Directional Movement Index).

El capítulo cuarto describe como se ha implementado el programa de análisis en el entorno Matlab. También se da una explicación de cada una de las seis funciones de las que consta este programa.

El capítulo quinto se dedica al proceso ETL (Extract, transform and load, *extracción, transformación y carga*), de los datos. Es aquí donde se describe la dirección URL utilizada y la forma de construirla con Matlab.

Llegados al capítulo sexto hacemos una representación gráfica de los resultados, a la vez que comentamos los experimentos realizados y anotamos unas primeras conclusiones.

El capítulo séptimo está dedicado a la exposición de las conclusiones generales que se pueden sacar a la vista de los resultados obtenidos en el apartado anterior.

## **2. Análisis técnico, fundamentos**

Existen varios métodos de análisis financiero utilizados para predecir los movimientos de los mercados, los más comúnmente utilizados son el análisis fundamental y el análisis técnico.

### **2.1. Análisis Fundamental**

Su estudio conlleva el conocimiento pormenorizado de las cuentas y balances de la empresa en cuestión. A ello añadiremos también, las previsiones de ventas, beneficios, etc. que publican las casas de análisis y sociedades de Bolsa. Por supuesto, habremos de tener en cuenta todos aquellos elementos macroeconómicos que puedan afectar, en mayor o menos medida, a la operativa de la empresa y a sus futuros beneficios.

A modo de ejemplo, si estudiamos a *Iberia*, no sólo habremos de conformarnos con sus balances, sino también habremos de saber que las subidas del precio del petróleo le afectan negativamente a su cotización, por la dependencia que tiene del mismo.

## 2.2. Análisis técnico

El análisis técnico estudia el comportamiento de los precios para pronosticar sus tendencias (basándose en el histórico de las cotizaciones), por medio de gráficos, diagramas, ecuaciones matemáticas, entre otros. Se emplean indicadores calculados en función de las diferentes variables características del comportamiento de los valores analizados, como pueden ser: precio de apertura, precio de cierre, máximo, mínimo, volumen etc.

Este tipo de análisis supone que los precios reflejan toda la información relevante disponible y que los movimientos de precios no son siempre aleatorios, es decir, se repiten algunas formaciones reconocibles. No se ignoran los factores fundamentales, sino que considera que estos factores están ya reflejados en el comportamiento de los precios.

Generalmente se confunde el análisis técnico con el análisis gráfico o chartismo, siendo este último solo una parte del primero. El chartismo se basa exclusivamente en el estudio de las figuras que dibujan las cotizaciones en un gráfico bursátil (**chart**).

Las principales herramientas del análisis gráfico son las siguientes:

- Soportes.
- Resistencias.
- Tendencias.

### 2.2.1. Orígenes del análisis técnico

El análisis técnico tiene su origen en Japón en 1750, cuando un hombre de negocios, **Munehisa Homma**, desarrolló un método para analizar el precio del arroz mediante gráficos de barras. Afirmaba que el comportamiento del precio podía ser predecible.

Las raíces del análisis técnico moderno se asientan en la Teoría Dow, desarrollado por **Charles H. Dow** (1851-1902). A finales del siglo XIX escribió en el diario financiero Wall Street Journal 255 editoriales explicando su estudio de los gráficos de los mercados, basado principalmente en los movimientos de los precios y las tendencias que forman. Su obra fue recopilada con base en sus editoriales y actualmente se conoce con el nombre de La Teoría de Dow.

Robert **Rhea** es otra gran figura de la historia del análisis técnico con sus amplios estudios estadísticos de mercado y fue el primer analista técnico que definió el rango mínimo que debería tener una divergencia para ser considerada como un movimiento secundario definido en la teoría de Dow.

Richard **Wyckoff**, otra figura importante en el análisis técnico, su trabajo estuvo en el desarrollo de una metodología centrada en la lógica existente detrás de mercado utilizando el volumen del mercado o índices compuestos por instrumentos del propio mercado para predecir cambios de tendencia en las etapas más tempranas.

El siguiente gran paso, para el análisis técnico fue la Teoría de las Ondas de Elliot, propuesta en la década de los años 30 del siglo XX por **R.N. Elliott** (1871-1948). En mayo de 1934 empezó a resumir las observaciones del comportamiento del mercado de acciones, en un conjunto de principios que aplicó a todos los grados de onda de los movimientos del precio de las acciones. Gracias a sus estudios meticulosos, Elliott, había descubierto el principio de organización que hay detrás del movimiento de los mercados.

Elliott, en su libro, *Principio de las Ondas de Elliott* que publicó en una serie de 12 artículos en la revista "Financial Word" en 1939. Encontró que dentro de cada ciclo económico (del más largo hasta el más corto) hay ocho ondas: tres impulsos de ascenso, con dos correcciones y luego dos descensos, con una corrección.

Posteriormente, el análisis técnico, se extendió al mercado de futuros, Siendo sus principios y herramientas aplicados, actualmente, al estudio de las gráficas de cualquier instrumento financiero.

### **2.2.2. Campo de aplicación**

Una de las grandes fortalezas del análisis técnico radica en el hecho de que, como se ha comentado anteriormente, se puede adaptar a cualquier instrumento financiero y dimensión de tiempo. No hay ninguna área dentro de los mercados financieros en los que los principios de análisis técnico no sean aplicables. El analista técnico puede seguir simultáneamente tantos mercados como desee, aplicando los mismos principios con adaptaciones menores de acuerdo al comportamiento de cada uno. Igualmente, la teoría se aplica prácticamente de la misma manera para cualquier gráfica, desde las de muy largo plazo, como son las mensuales o semestrales, hasta las gráficas intradía, como son las de horas y minutos.

### **2.2.3. Los Principios del Análisis Técnico**

El análisis técnico parte de una serie de premisas o principios fundamentales que seguidamente comentaremos. Todas las técnicas aplicadas en el análisis técnico se basan en estos principios. Es muy importante, antes de aplicar el análisis técnico como herramienta para operar con alguna acción, índice o activo, asegurarnos de que estas premisas o principios fundamentales se cumplen para ellos.

Los tres principios fundamentales del análisis técnico son los siguientes:

- a) El precio lo descuenta todo.
- b) El precio se mueve por tendencias.
- c) La historia se repite.

Estos principios son la razón que explica porque esta aproximación a los mercados es válida y es tan efectivamente utilizada por tantos traders que operan en los mercados. Profundizando en esta teoría deberemos encontrar nuestro método de especulación con el que enfrentarnos a los mercados.

a) El precio lo descuenta todo

Esta es una de las premisas mas importante y que entra en contradicción con el Analisis Fundamental. El analista técnico cree que cualquier cosa que pueda afectar al precio, por razones fundamentales, políticas, psicológicas, o de cualquier otra índole, terminarán reflejándose realmente en el precio del mercado. Por ese motivo sólo es necesario seguir el precio de la acción, porque cualquier otra información finalmente se reflejará en el precio.

Los mercados son los primeros que descuentan toda la información que esta sucediendo a nivel mundial y la incorporan automáticamente al precio. Si hay datos que confirman una recesión, el mercado los incorporará inmediatamente a los precios de las cotizaciones, aunque las empresas todavía no hayan presentado esos resultados. El mercado por tanto va recogiendo toda esa información y va incorporando el análisis que todos los intervinientes en el mercado realizan sobre ella.

Esto no quiere decir que el mercado no pueda interpretar incorrectamente los precios de las empresas. En la historia financiera mundial se han producido muchas sorpresas. Lo que si sabemos es que el mercado recogerá la valoración que están realizando todos los operadores del mercado y que en su precio se ha descontado todo lo que hasta este momento se sabe.

b) Los precios se mueven por tendencias

La tendencia es la unidad de estudio primaria dentro del análisis técnico. El objetivo de la representación gráfica de los movimientos del precio de un

mercado es identificar tendencias, que están en las primeras etapas de su desarrollo con el fin de que las operaciones vayan en la dirección de dichas tendencias.

La explicación de que el mercado tienda a moverse por tendencias o inercias, es que, en muchos casos, las variables financieras y económicas que influyen en estas empresas también lo hacen de la misma forma en el mercado. Las economías tienen ciclos y sus datos van variando poco a poco para ir de un ciclo a otro.

Como ejemplo tenemos los precios de las viviendas que han ido teniendo una aceleración y desaceleración gradual, no han pasado de revalorizaciones de 4% al 25% en un año, sino que año a año han ido subiendo, como en el momento actual bajando. El 2007 fue un año de decremento en los precios de la vivienda, pero se quedaron en un 8%. Cualquier empresa de este sector tiene que verse influida de una manera gradual en su negocio por este tipo de cifras económicas.

No todos los mercados son igual de tendenciales, pero lo que si está demostrado por diversos estudios, es que los mercados se mueven siguiendo tendencias y no de una forma totalmente aleatoria. El análisis técnico trata de aprovechar este fenómeno.

c) La historia se repite

Las técnicas que fueron efectivas en el pasado pueden ser todavía efectivas como herramientas de predicción. La belleza del análisis técnico radica en el hecho de que este tipo de análisis tiene que ver con el estudio de la psicología humana. Analizando cuáles son las verdaderas fuerzas que se encuentran detrás del movimiento del precio de un valor, vemos que, al final, son las expectativas, emociones y miedos de cada uno de los participantes del



mercado. Realmente el mercado financiero es un gigantesco sistema social organizado.

Otra observación importante en relación al comportamiento de los mercados es que no respondemos de igual manera a las caídas que a las subidas. El miedo es una emoción humana que tiene su reflejo en los mercados y que hace que haya patrones o movimientos que se repitan cada cierto tiempo. Este es otro de los fenómenos que el análisis técnico trata de utilizar para especular en los mercados.

Conociendo estas pautas deberemos tratar de aprovechar estos comportamientos tratando de operar sin esas emociones comunes a muchos de los intervinientes en el mercado y que será lo que nos permitirá tener una ventaja con respecto a ellos.

#### **2.2.4. Análisis Técnico vs. Análisis fundamental**

La lógica económica dice que el análisis fundamental es el que tiene más sentido. Sin embargo, como dicen las malas lenguas, “los economistas solo son capaces de explicar las cosas a posteriori... y a veces ni eso”. Por el contrario, los técnicos parece que obtienen mejores resultados.

En realidad, cuanta más gente crea en los análisis técnicos, más probabilidad tendrán de ser reales sus predicciones (ya que la gente actuará como si fueran reales, contribuyendo a su efectiva realización).

Las tendencias vigentes en el análisis de valores son, como no podía ser de otra forma, una mezcla de los dos. Modelos matemáticos cada vez más complejos, con necesidad de gran soporte tecnológico, en los que se tienen en cuenta tanto el comportamiento anterior de la acción como la evolución del entorno. Nada, en ningún caso, sencillo, como cualquiera podía imaginar, sabiendo la cantidad de dinero que está en juego

El primer principio de análisis técnico dice que cualquier evento que pueda afectar la acción del mercado, está descontado en el precio de manera ponderada. Por lo tanto, sostiene que no es necesario conocer los fundamentales o noticias que causan la acción del precio, sino que es suficiente analizar las gráficas. De hecho, los analistas técnicos puristas insisten en aislarse de la información fundamental, argumentando que debido a que es humanamente imposible enterarse de todas las noticias, y darles la importancia adecuada, el conocimiento parcial de las mismas puede sesgar su juicio y llevarlos a tomar decisiones equivocadas.

Mientras que el análisis técnico se concentra en el estudio de la acción del mercado, el análisis fundamental se enfoca en las fuerzas económicas de oferta y demanda que llevan al precio a subir, bajar o permanecer sin cambios. El enfoque fundamental analiza todos los factores relevantes que afectan al precio de un instrumento financiero para determinar el valor intrínseco de este instrumento. El valor intrínseco es el precio que los fundamentales señalan que este instrumento realmente vale, basado en la ley de oferta y demanda. Si el valor intrínseco está por debajo del valor actual, entonces el mercado está sobrevaluado y debe ser vendido. Si el valor intrínseco está por encima del valor actual, entonces está subvaluado y debe comprarse.

Ambos enfoques pretenden resolver el mismo problema: predecir la dirección que el precio podría tener en el futuro, simplemente tienen un enfoque diferente. Mientras que los fundamentalistas estudian las causas del movimiento, los analistas técnicos estudian sus consecuencias.

La mayoría de los operadores de mercados se clasifican como fundamentales o técnicos, aunque en la realidad tienden a coincidir en un gran terreno común. La mayoría de los fundamentalistas tienen cuando menos conocimientos funcionales del análisis gráfico, mientras que los analistas técnicos se mantienen al tanto de los fundamentales. El problema es que las

gráficas y los fundamentales frecuentemente parecen contraponerse. Algunas veces, al principio de cambios importantes en las tendencias, los fundamentales no parecen poder explicar lo que el mercado está haciendo. En estos momentos es cuando ambos enfoques se distancian y contradicen más. Conforme se desarrolla el movimiento del precio, el enfoque técnico y el fundamental tienden a converger nuevamente.

Una posible explicación es que la acción del mercado tiende a llevar la delantera a los fundamentales conocidos. Mientras que los fundamentales que ya se han dado a conocer han sido descontados en el precio, el mercado empieza a descontar aquellos fundamentales que no son de dominio público todavía. Frecuentemente los grandes cambios de tendencia comienzan con muy pocas noticias que los apoyen. Para el momento en que los fundamentales confirman el cambio de tendencia, el movimiento ya ha avanzado considerablemente.

El analista técnico se considera en ventaja respecto del analista fundamental, ya que de acuerdo con los principios de análisis técnico, al estudiar la acción del precio indirectamente se están estudiando los fundamentales. Lo opuesto no es cierto, pues estudiar los fundamentales no necesariamente permite analizar la acción del precio. Sostiene que mientras que es posible operar basándose solamente en el análisis técnico, es imposible operar basándose solamente en cuestiones fundamentales, sin recurrir en algún momento al uso de gráficas.

### **2.2.5. Herramientas de análisis técnico**

El análisis técnico es un análisis cuantitativo, el cual se basa en estudiar una serie numérica de datos mediante indicadores matemáticos y estadísticos, esto es, consiste en aplicar fórmulas a los precios y a los volúmenes de los valores con la finalidad de facilitar la toma de decisiones de inversión y de predecir el comportamiento de los precios en situaciones determinadas.

Los principales estudios técnicos pueden ser divididos en dos categorías:

- a) Medias móviles
- b) Osciladores

### **a) Medias móviles**

Las medias móviles (moving averages) son los indicadores técnicos más versátiles y difundidos. Debido a la forma en que están contruidos, y al hecho de que pueden ser fácilmente cuantificables, constituyen la base para la mayoría de los sistemas seguidores de tendencias hoy en día. Los principales indicadores incluidos en esta categoría son:

- Medias móviles simples
- Medias móviles ponderadas
- Bandas de Bollinger (Bollinger bands )

Los medias móviles se grafican comúnmente como líneas continuas sobre la gráfica de cotizaciones o precios, y se utilizan frecuentemente en una combinación de dos o más, con diferentes períodos. Por ser seguidores de tendencias, resultan más útiles cuando existe una dirección clara en el mercado, es decir cuando hay una tendencia alcista o bajista. En momentos de tendencia lateral, es preferible obtener señales de los osciladores.

### **b) Osciladores**

Los osciladores son modelos matemáticos aplicados a diferentes variables características del comportamiento de los valores analizados, como pueden ser precio de apertura, precio de cierre, máximo, mínimo, volumen etc. Normalmente se dibujan por debajo del gráfico de cotizaciones, ya sea como líneas o histogramas, que sólo puede variar entre el 1 y el 100% y miden la

fortaleza de las tendencias o movimientos en el precio. Han experimentado un gran desarrollo debido a la mayor disponibilidad de cálculo y de los sistemas de información en tiempo real.

Hay una infinidad de osciladores. De hecho, cada uno se puede construir su propio oscilador, de forma que pueda medir el aspecto del mercado que más le interese.

Aunque hay una infinidad de osciladores, los principales son:

- Momentum (Momentum)
- Estocástico (Stochastic Oscillator)
- RSI (Relative Strength Index - Índice RSI)
- MACD (Moving Average Convergence / Divergence)
- ADX ( Directional Movement)

Los osciladores son extremadamente útiles en momentos del mercado en donde se aprecia una tendencia lateral, cuando las medias móviles u otros estudios seguidores de tendencias no aportan señales claras. En estas condiciones, los osciladores dan al analista técnico señales que les permiten beneficiarse de periodos sin una tendencia definida.

En momentos en donde las cotizaciones siguen una tendencia alcista o bajista definida, los osciladores aportan información clave, conforme el precio se acerca a zonas extremas conocidas como sobrecompra o sobreventa. Los osciladores también advierten sobre la debilidad de una tendencia cuando muestran divergencias, ya sea respecto de la gráfica de las cotizaciones o de otros osciladores.

## 3. Sistema de Movimiento Direccional

### 3.1. Introducción

En el año 1978 Welles Wilder, Jr publica el libro “*New Concepts in Technical Trading Systems*” con un enorme éxito como consecuencia de algunos de los conceptos que desarrolla. Uno de ellos, quizás el mas interesante, se refiere al movimiento direccional. Pretende valorar la direccionalidad de un valor determinado y su evolución a lo largo del tiempo.

En este trabajo analizaremos el Sistema de Movimiento Direccional, formado por los siguientes indicadores:

- *Directional Indicator Positivo (+DI)*,
- *Directional Indicator Negativo (-DI)*
- *Average Directional Movement Index (ADX)*, calculado a partir de los dos primeros

El análisis de la situación del mercado, basado en estos indicadores, se suele efectuar con el +DI y el -DI y se confirma con el ADX. Se representan de forma superpuesta; cuando el +DI se sitúa por encima del -DI estará vigente una tendencia alcista, mientras que cuando el -DI se encuentre por encima del +DI nos encontraremos en una tendencia bajista y el ADX nos indicara la fortaleza de la tendencia.

J. Welles Wilder desarrolló el Average Directional Index (ADX) para evaluar la fuerza de la tendencia actual. (No muestra la dirección de la tendencia, sólo su fortaleza). A pesar de que se pueda mover entre 0 y 100, es bastante raro encontrar valores por encima de 60. Este oscilador se mueve en torno a una línea intermedia que generalmente se sitúa en torno a 20. Valores superiores indican un predominio de direccionalidad frente a congestión. Si el oscilador

cae por debajo de este valor indica que el mercado o valor está en una zona de congestión con ausencia de direccionalidad.

J. Welles Wilder aconseja utilizar el sistema en mercados con un ADX superior a 20 o 25, es decir, con una alta direccionalidad o tendencia.

Muchos autores utilizan la combinación de estos tres osciladores (Sistema de Movimiento Direccional) para elaborar sus propias señales de apertura y cierre de posiciones.

En este trabajo se analiza el comportamiento de las propuestas de algunos autores de mayor renombre, probando sus teorías con los históricos de determinados índices o valores.

### **3.2. Calculo de los indicadores de Movimiento Direccional**

Para poder calcular el ADX necesitamos obtener previamente los siguientes parámetros:

- DM (*Directional movement*, movimiento direccional).
- TR (*True range*, amplitud verdadera).
- DI (*Directional Indicator*, indicador direccional).

#### **3.2.1. El DM (Directional movement)**

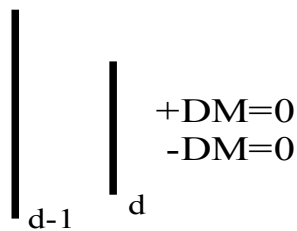
El DM es la diferencia entre el máximo (o mínimo) de un periodo y el máximo (o mínimo) del periodo anterior. Si el máximo del periodo es mayor que el máximo del periodo anterior, se tendrá un DM positivo (+DM), caso 2 de la figura 3.2.1; si el mínimo del periodo es menor que el mínimo del periodo anterior se tendrá un DM negativo (-DM), caso 4 de la figura 3.2.1. Si el precio de un periodo cae dentro del periodo anterior entonces no se tiene DM, caso 1 un de la figura 3.2.1; Si el precio de un periodo se ha movido en un

rango superior al del periodo anterior se considera el máximo de los dos DM), casos 5 y 6 de la figura 3.2.1.

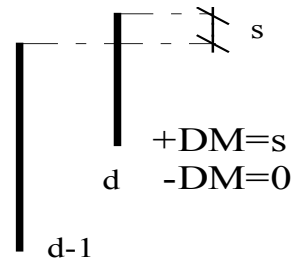
Su valor numérico se determina por:

- $+DM = high(d) - high(d-1)$ .
- $-DM = low(d) - low(d-1)$ .
- Para los casos en que no existe DM su valor es 0 ( $DM=0$ ).

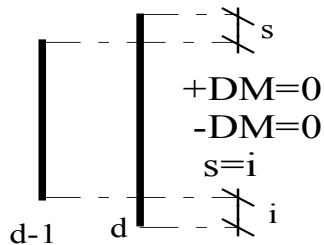
high(d)= máximo de barra actual  
high(d-1)= máximo de barra anterior  
low(d)= mínimo de barra actual  
low(d-1)= mínimo de barra anterior



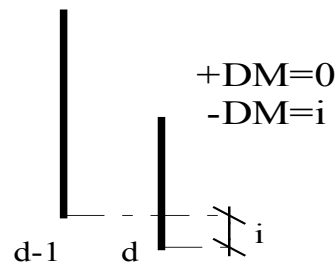
Caso 1



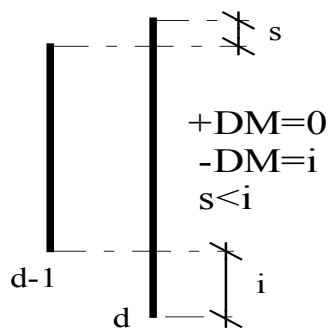
Caso 2



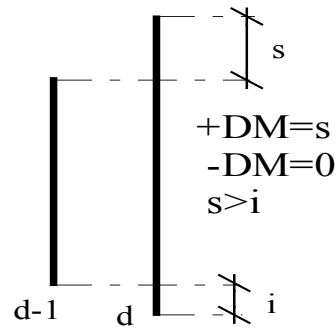
Caso 3



Caso 4



Caso 5



Caso 6

Fig.3.2.1: Calculo del +DM y del -DM. (Fuente: Elaboración propia).



### 3.2.2. El TR (*True range*)

El TR (*True range*, amplitud verdadera) de un periodo se define como el máximo valor de las siguientes diferencias, en valor absoluto:

- Diferencia entre el máximo y el mínimo de un periodo.
- Diferencia entre el máximo del periodo y el valor de cierre del periodo anterior.
- Diferencia entre el valor de cierre del periodo anterior y el mínimo del periodo.

El TR se expande o se contrae con la volatilidad.

#### **Expresión matemática**

$$TR_1 = high(d) - low(d);$$

$$TR_2 = |high(d) - close(d-1)|;$$

$$TR_3 = |close(d-1) - low(d)|;$$

$$TR = \text{Max}(TR_1, TR_2, TR_3)$$

<p><i>high(d)</i> = máximo de barra actual  <i>high(d-1)</i> = máximo de barra anterior  <i>low(d)</i> = mínimo de barra actual  <i>low(d-1)</i> = mínimo de barra anterior  <i>close(d-1)</i> = cierre de barra anterior</p>
---

### 3.2.3. El DI (*Directional Indicator*)

El DI se calcula a partir del +DM y el -DM (formula 3.2.1), con lo que representará por +DI para el +DM (si el valor se mueve al alza) y por -DI para el -DM (si el valor se mueve a la baja), la expresión matemática para este cálculo es:

$$+DI = \frac{+DM}{TR} \quad \text{y} \quad -DI = \frac{-DM}{TR} \quad (3.2.1)$$

Wilder recomienda trabajar con una media de las 14 últimas sesiones para poder obtener un resultado suficientemente representativo. De todas formas, es

preciso tener en cuenta que los precios se mueven por la interacción de ciclos diferentes, por lo tanto, cualquier periodo que elijamos puede fallar. Es más, cualquiera que sea el periodo que elijamos probablemente no se comportará en todas las ocasiones de la misma forma, ni obtendremos los mismos resultados para diferentes valores o índices. Esta es la razón por la que se deberá elegir el periodo más adecuado al producto o valor sobre el que estemos trabajando.

De este modo se calcula el +DM(14) como la suma de los +DM de los 14 últimos periodos, y -DM(14) como la suma de los -DM de los catorce últimos periodos. Análogamente, se tendrá TR(14) como la suma de los rangos verdaderos de los catorce últimos periodos. +DI(14) y -DI(14) se calcularán entonces como:

$$+DI(14) = \frac{+DM(14)}{TR(14)} \quad y \quad -DI(14) = \frac{-DM(14)}{TR(14)} \quad (3.2.2)$$

Estos indicadores direccionales +DI(14) y -DI(14) mas bien deberían llamarse +ADI y -ADI (Average Directional Indicator), por tratarse de las medias móviles de los anteriores ±DIs, pero dado que la mayoría de autores no utilizan esta notación, continuaremos con la notación anterior, ±DI(14). Con lo que para un numero de barras p, tenemos la formula (3.2.3).

$$+DI(p) = \frac{\sum_{i=1}^p +DM(i)}{\sum_{i=1}^p TR(i)} \quad y \quad -DI(p) = \frac{\sum_{i=1}^p -DM(i)}{\sum_{i=1}^p TR(i)} \quad (3.2.3)$$

Wilder multiplico estos resultados por 100 para representar el + DI y el -DI gráficamente con un valor que puede variar entre 0 y 100.

### 3.3. ADX (Average Directional Movement Index)

#### 3.3.1. Calculo del ADX

Una vez obtenidos el +DI(p) y el -DI(p) para un numero de barras, p (por defecto p=14 barras, sugerido por Wilder) podemos calcular el DX (índice direccional) que es la diferencia entre el +DI(p) y el -DI(p), en valor absoluto, dividido por la suma de ambos.

$$DX = \frac{|(+DI - (-DI))|}{(+DI + (-DI))} * 100 \quad (3.3.1)$$

(No confundir la notación “± que llevan los +DI y -DI con el signo + y -).

Cuanto más alto sea el cociente, mas fuerte será el movimiento direccional. El numerador representa la diferencia entre los dos tipos de movimientos (alza y baja) e indica lo fuerte que es la tendencia ya que el valor absoluto elimina el sentido direccional.

El numerador de esta ecuación representa la fuerza de la tendencia, ya que es la diferencia entre las dos tendencias (alza y baja), y el denominador normaliza por el número de periodos que se está trabajando.

Finalmente ya estamos en condiciones de poder calcular el ADX o “Average Directional Movement Index” (formula 3.3.2) como la media móvil, con un periodo de p barras, del DX calculado anteriormente,

$$ADX(p) = \frac{\sum_{i=1}^p DX(i)}{p} \quad (3.3.2)$$

En este caso el número de barras, p, de la media móvil del ADX puede ser distinto del utilizado para las medias móviles de los ±DIs. Lo cierto es que, con los experimentos realizados, comprobaremos como mejoran los resultados combinando adecuadamente los periodos de los ±DIs y del ADX.

En la figura 3.3.1 están representados los  $\pm$ DI (+DI en verde, -DI en rojo) y el ADX (representado en azul) para el grafico de telefónica, todos con un periodo de 14 barras. También está el grafico de precios donde se puede apreciar los periodos que estaríamos dentro del mercado, tanto a corto (área del gráfico en rojo oscuro) como a largo (área del gráfico representada en verde), según las señales de compra o venta dadas por este indicador.



Fig.3.3.1: Representación de +DI, -DI y ADX. (Fuente: elaboración propia).

### 3.3.2. Períodos a utilizar

Siguiendo la recomendación del propio Wilder se deben utilizar, como norma general, períodos de 14 (horas, días, semanas, etc.) tanto para los “ $\pm$ DI” como para el ADX.

Alex Elder recomienda usar como valor para los períodos 13 (horas, días, semanas, etc) en lugar de los 14 que nos propone Wilder.

No obstante, como más adelante veremos, no existe un período mágico. Es preciso tener en cuenta que los precios se mueven por la integración de ciclos diferentes, por lo tanto cualquier período que elijamos puede fallar, es más, cualquiera que sea el período que elijamos probablemente no se comportara en todas las ocasiones de la misma forma. Lo importante es saber elegir el período más adecuado a las características del producto sobre el que estemos especulando.

Cuando analicemos los experimentos realizados tendremos oportunidad de comprobar la diferencia que puede haber los resultados obtenidos según la combinación de períodos realizada.

### **3.3.3. Pendiente y niveles del ADX.**

Dado que el ADX nos indica la fortaleza de la tendencia, cuanto mayor sea su nivel, mayor será la tendencia.

Si el ADX presenta pendiente positiva y niveles por encima de 40, los sistemas de seguimiento de tendencia proporcionarán magníficos resultados.

Para el caso en que el ADX estuviera subiendo, presentase pendiente positiva, y registrase un nivel comprendido entre 15 y 20, consideraríamos que la tendencia del precio, por el momento, todavía es débil pero fortaleciéndose. Sería un mercado a observar, por qué probablemente estaría a punto de iniciarse una tendencia [Cava06].

### **3.3.4. Reglas y criterios de decisión**

A continuación se dan algunas reglas y criterios de decisión recomendados por algunos autores para la utilización de este indicador.

### a) Reglas de decisión según Luis Cava.

José Luis Cava en su libro *“El Arte De Especular. Las Señales Que Mejor Funcionan”* nos describe lo que él llama la mejor señal de compra y la mejor señal de venta [Cava06].

- La mejor señal de compra.

Según Cava una de las mejores señales que proporciona el sistema direccional (ver figura 3.3.2) se desencadena cuando el ADX, tras caer por debajo del “+DI” y del “-DI”, y permanecer cierto tiempo con lecturas inferiores a 20, se gira al alza, adquiere pendiente positiva, supera a uno de los “DIs”.

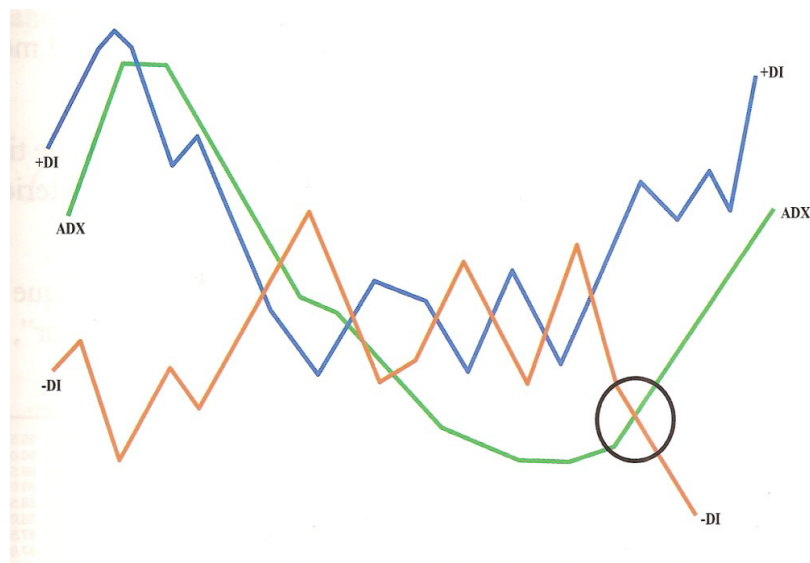


Fig.3.3.2: La mejor señal de compra según Cava. (Fuente: José Luis Cava).

Es muy posible que esta señal nos permita incorporarnos al principio del movimiento del precio, justo en el momento en que está formándose una nueva tendencia.

- La mejor señal de venta

Para cava la mejor señal de venta (figura 3.3.3) se desencadena, como puede observarse en la parte superior izquierdo de la figura, se señala con un círculo rojo, cuando el ADX se gira a la baja tras haber alcanzado un nivel elevado. Previamente el  $\pm$ DI había cortado a la baja al ADX.

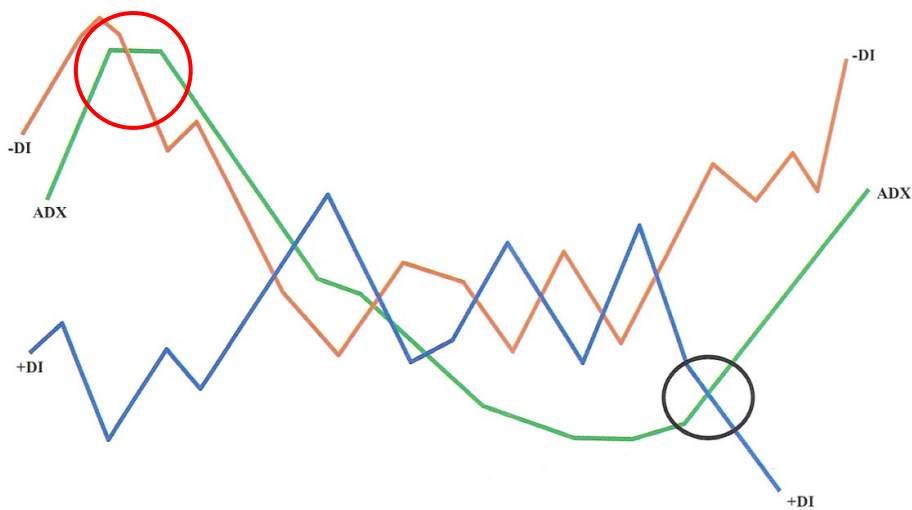


Fig.3.3.3: La mejor señal de venta según Cava. (Fuente: José Luis Cava).

## b) Reglas de decisión según Luis Ortiz

Luis Ortiz de Zárate en su libro; Técnicas Relevantes Para La Especulación En Los Mercados Financieros, recomienda utilizar, para este indicador direccional, las siguientes reglas de decisión.

Para determinar el inicio de un movimiento estableceremos lo que Ortiz denomina " nivel de validez del IM" (inicio de movimiento), de forma que los giros al alza del ADX, por debajo del nivel de validez del IM, serán situaciones relevantes catalogadas como "aviso de inicio de movimiento" ("IM"), debiendo prescindir de los giros generados por encima del nivel de validez del IM.

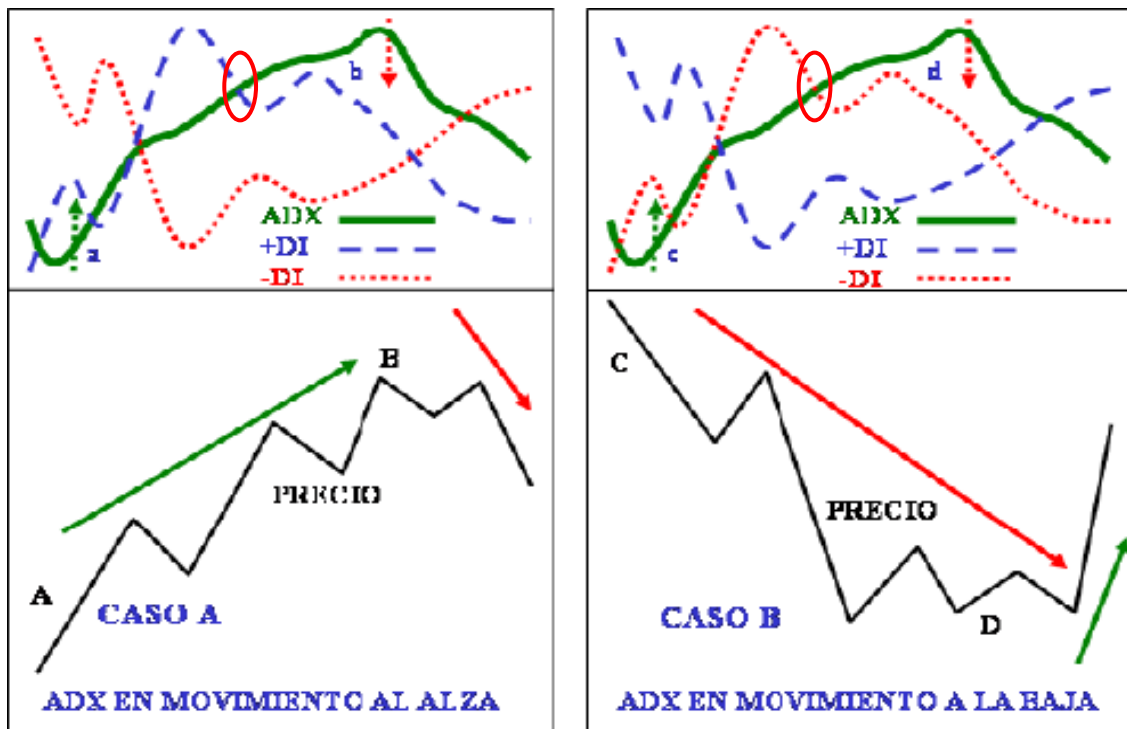


Fig. 3.3.4: Inicio y final de movimiento según Ortiz. (Fuente: Luis Ortiz).

Para determinar la finalización de un movimiento, la primera situación relevante Ortiz la denominó "Primer Aviso De Finalización De Movimiento Anticipado" (FMA1) y está basada en la consideración conjunta del ADX y de los indicadores +DI o -DI (en adelante  $\pm$ DI). El corte a la baja del  $\pm$ DI con respecto al ADX representa la primera señal que nos indica el agotamiento del movimiento, situación señalada en la figura 3.3.3 con un círculo rojo tanto para el caso A como para el caso B.

Para filtrar esta señal, según la filosofía de las señales relevantes, Ortiz, establece un "nivel de validez del FMA1", de forma que si el corte del  $\pm$ DI con respecto al ADX se produce por encima del "nivel de validez del FMA1" consideraremos que tenemos una señal relevante como "primer aviso de finalización de movimiento anticipado" (FMA1). Por el contrario si la señal se produce por debajo del "nivel de validez del FMA1", la despreciaríamos.



La segunda situación relevante de finalización de un movimiento, Ortiz de Zárate, la denomina "segundo aviso de finalización de movimiento anticipado" (FMA2) y esta situación relevante se produce en el instante en que el ADX gira a la baja. Para filtrar esta señal consideraremos, única y exclusivamente, aquellas señales que se produzcan con el ADX por encima de un nivel denominado "nivel de validez del FMA2", por lo que si el giro a la baja del ADX se produce sin haber alcanzado previamente dicho nivel, la señal se debe despreciar [Ortiz09].

### **c) Criterios según Alex Elder**

Alex Elder, en su libro "Trading for a Living", considera que la mejor señal que proporciona el indicador de movimiento direccional es cuando el ADX cae por debajo de los " $\pm$ DI<sub>s</sub>" y a continuación, se gira al alza y sube de 4 a 12 puntos desde el nivel mínimo. Este movimiento del ADX, según Elder, indica que probablemente se esté iniciando una nueva tendencia.

## **4. Implementación con Matlab**

Para implementar este programa se han escrito una serie de funciones que se describen a continuación. Estas funciones están comentadas dentro del archivo .m que es donde mejor se ve el funcionamiento de cada una. El código de estas funciones se adjunta en los anexos.

### **4.1. Scrip; INICIO**

Este script nos pide los datos que introduciremos a través de la ventana de comandos, también nos proporciona la salida de los resultados de forma gráfica, a través de la ventana de comandos y en un archivo de texto o xls. Para ello irá llamando al resto de funciones según sea necesario.

#### 4.1.1. Dialogo a través de Command Window

Mediante este dialogo se permite seleccionar varias opciones de análisis, en la figura 4.1.1 se puede ver un ejemplo.

- ✓ Lo primero que nos pide es que introduzcamos el código del valor a analizar.
- ✓ Después pregunta si deseamos conectarnos para actualizar datos, en el caso de no realizar la actualización se usará el histórico de datos guardados de ese valor.
- ✓ Seguidamente tenemos la opción de introducir manualmente los periodos para los  $\pm$ ADI y el ADX o de realizar un ajuste automático, para lo que nos pedirá que introduzcamos la fecha inicial y final del periodo de entrenamiento, devolviéndonos la mejor combinación de periodos para el intervalo de fechas introducido.
- ✓ Si en el apartado anterior no se indicase nada, se escogerá por defecto un periodo de 14 sesiones para los  $\pm$ ADIs y el ADX, igual para ambos.
- ✓ Finalmente pasamos a la fase del tex, donde se nos pide que introduzcamos las fechas inicial y final del intervalo de tiempo sobre el que vamos a realizar la comprobación. Los resultados son presentados gráficamente, a través de la ventana de comandos y mediante un archivo de texto o xls, lo que permitirá su posterior análisis para sacar las conclusiones oportunas.

```

Command Window
INDIQUE CODIGO DEL VALOR A ESTUDIAR>> san
¿Desea conectarse para actualizar datos?(N...S)>> s
Mercado Continuo>>MC; Indice>>IN; Materia Prima>>MP >> N
Entrada NO valida, REPETIR
Mercado Continuo>>MC; Indice>>IN; Materia Prima>>MP >> MC
INTRODUCIR AÑO INICIAL PARA DESCARGAR EL HISTORICO (aaaa)>>
url_string =
http://ichart.finance.yahoo.com/table.csv?&s=SAN.MC&d=8&e=13&f=2010&g=d&a=0&b=1&c=&ignore.csv
Introducir los periodos para ADI/ADX manual "M" o ajustarlos automáticamente "A" (M...A)>>
>>Se ha cogido, por defecto,un periodo de 14 cotizaciones para los ADI y ADX
Fecha de inico del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2006-07-14
Fecha final del TEX? (aaaa-mm-dd)>>
>>Se ha cogido, por defecto, la fecha final del histórico 2010-09-10

```

Fig.4.1.1: Dialogo por Command Window

## 4.2. Obtención de resultados

Los resultados obtenidos a través de command window son los siguientes, para cada operación:

Precio de apertura y la fecha, precio de cierre y la fecha, la máxima ganancia soportada, la máxima pérdida soportada, el balance final de la operación y una valoración final donde se hace una primera indicación de si la operación se puede considerar acertada o no.

Si la operación se considera errónea, se apunta la posible causa del fallo, para analizar o corregir la regla de decisión correspondiente. La valoración final está hecha en base a los siguientes criterios:

- ✓ Si desde que se produce la apertura de la posición, hasta que se produce el cierre, hemos estado siempre en pérdidas, se considerará: falsa señal de apertura (Revisar criterios señal de apertura).
- ✓ Si después de la apertura hemos estado en ganancias, pero cerramos la operación con pérdidas, se considerará: falsa señal de cierre (Revisar criterios señal de cierre).

✓ Si cerramos la posición con beneficios, pero estos beneficios son, por ejemplo  $<0.5 * (\text{Max beneficio soportado})$ , consideraremos: mala señal de cierre, por lo que también se deberán revisar las reglas de decisión para la señal de cierre.

✓ El resto de operaciones realizadas con beneficios las consideramos: OK, y asumimos que los criterios de decisión han funcionado correctamente.

#### **4.3. function ETL\_datos(simbolo)**

Esta función recibe el código del valor a analizar, descarga los datos y los prepara para guardarlos en un archivo.mat con el nombre de código del valor. También nos permite seleccionar el año inicial del histórico a descargar, sino se indica nada, se descarga, por defecto, todo el histórico.

#### **4.4. function [date, high, low, open, clos, vol, L] =Intervalo (V,F1,F2)**

Recibe el código de un valor y dos fechas, para devolvernos los valores de las siguientes variables, **date, high, low, open, clos, vol**, entre las dos fechas y su longitud: **L**.

#### **4.5. function [P\_DM,N\_DM,TR] =DM(V,F1,F2)**

Como la función anterior, recibe el código de un valor y dos fechas, y nos devuelve el Movimiento Direccional ( $\pm MD$ ) y el True Range (TR). Esta función llama a la anterior, que le proporciona los datos históricos en el periodo requerido.

#### 4.6. function [P\_ADI,N\_ADI,ADX] =ADI\_ADX(P\_DM,N\_DM,TR,di,dx)

Recibe los  $\pm$ MDs y el TR además del periodo **di** (periodo de los  $\pm$ ADIs) y del **dx** (periodo del ADX). Devuelve los  $\pm$ ADIs y el ADX (*Average Directional Movement Index*).

#### 4.7. function [di, dx] =entrena(V, F1,F2)

Esta función recibe el código de un valor y dos fechas, que indican el intervalo del histórico sobre el que se va a realizar el “entrenamiento”. (Si el intervalo es muy grande puede tardar en realizar los cálculos).

Devuelve la combinación **di/dx** (**di** periodo de los  $\pm$ ADIs, **dx** periodo del ADX) que da mejores los resultados para ese intervalo de tiempo y ese valor. Y la representación grafica de la matriz de ajuste.

## 5. Selección y descarga de datos

Como fuente de datos vamos a utilizar Yahoo Finanzas para descargar los datos diarios una vez se haya cerrado el mercado ya que en este trabajo no vamos a realizar análisis intra-día

Se ha elegido Yahoo Finanzas ya que es uno de los portales más grandes de finanzas de internet, rival de CNN Money y TheStreet, estando posicionado este servicio de Yahoo, como una de las más completas fuentes de información financiera del mundo. Ofrece los datos permanentemente actualizados, gratis y además existe mucha información para construir la URL de descarga.

A pesar del gran crecimiento de Google que prácticamente desplazó a Yahoo, en varios de los aspectos en los cuales destacaba este último, una de

las áreas en la que Yahoo sigue siendo muy fuerte es en la información financiera que ofrece con su servicio Yahoo Finance, el cual no ha podido ser superado por el servicio que ofrece Google, llamado Google Finance.

Se estima que Yahoo Finanzas recibe unas 18 veces más tráfico que Google Finance, puesto que el servicio se posicionó bastante bien, como una de las más completas fuentes de información financiera del mundo.

## 5.1. Construcción de la URL

Para construir la URL con la que solicitamos el fichero de datos a Yahoo Finanzas tenemos que, partiendo de la dirección de Yahoo Finanzas añadir una serie de parámetros para obtener el archivo del activo y el periodo de tiempo que nos interesa.

Una forma de construir la dirección sería:

**[http://finance.yahoo.com/d/quotes.csv?s= grupo de Tickers separados por "+" &f= grupo de etiquetas pertenecientes a la tabla 5.1.1.](http://finance.yahoo.com/d/quotes.csv?s=grupo+de+Tickers+separados+por++&f=grupo+de+etiquetas+pertenecientes+a+la+tabla+5.1.1)**

Las etiquetas se pueden seleccionar, de las disponibles en tabla 5.1.1, según los datos que nos interese descargar.

<b>a</b>	Ask	<b>a2</b>	Average Daily Volume	<b>a5</b>	Ask Size
<b>b</b>	Bid	<b>b2</b>	Ask (Real-time)	<b>b3</b>	Bid (Real-time)
<b>b4</b>	Book Value	<b>b6</b>	Bid Size	<b>c</b>	Change & Percent Change
<b>c1</b>	Change	<b>c3</b>	Commission	<b>c6</b>	Change (Real-time)
<b>c8</b>	After Hours Change (Real-time)	<b>d</b>	Dividend/Share	<b>d1</b>	Last Trade Date
<b>d2</b>	Trade Date	<b>e</b>	Earnings/Share	<b>e1</b>	Error Indication (returned for symbol changed / invalid)
<b>e7</b>	EPS Estimate Current Year	<b>e8</b>	EPS Estimate Next Year	<b>e9</b>	EPS Estimate Next Quarter
<b>f6</b>	Float Shares	<b>g</b>	Day's Low	<b>h</b>	Day's High
<b>j</b>	52-week Low	<b>k</b>	52-week High	<b>g1</b>	Holdings Gain Percent
<b>g3</b>	Annualized Gain	<b>g4</b>	Holdings Gain	<b>g5</b>	Holdings Gain Percent (Real-time)

<b>g6</b>	Holdings Gain (Real-time)	<b>i</b>	More Info	<b>i5</b>	Order Book (Real-time)
<b>j1</b>	Market Capitalization	<b>j3</b>	Market Cap (Real-time)	<b>j4</b>	EBITDA
<b>j5</b>	Change From 52-week Low	<b>j6</b>	Percent Change From 52-week Low	<b>k1</b>	Last Trade (Real-time) With Time
<b>k2</b>	Change Percent (Real-time)	<b>k3</b>	Last Trade Size	<b>k4</b>	Change From 52-week High
<b>k5</b>	Percebt Change From 52-week High	<b>l</b>	Last Trade (With Time)	<b>l1</b>	Last Trade (Price Only)
<b>l2</b>	High Limit	<b>l3</b>	Low Limit	<b>m</b>	Day's Range
<b>m2</b>	Day's Range (Real-time)	<b>m3</b>	50-day Moving Average	<b>m4</b>	200-day Moving Average
<b>m5</b>	Change From 200-day Moving Average	<b>m6</b>	Percent Change From 200-day Moving Average	<b>m7</b>	Change From 50-day Moving Average
<b>m8</b>	Percent Change From 50-day Moving Average	<b>n</b>	Name	<b>n4</b>	Notes
<b>o</b>	Open	<b>p</b>	Previous Close	<b>p1</b>	Price Paid
<b>p2</b>	Change in Percent	<b>p5</b>	Price/Sales	<b>p6</b>	Price/Book
<b>q</b>	Ex-Dividend Date	<b>r</b>	P/E Ratio	<b>r1</b>	Dividend Pay Date
<b>r2</b>	P/E Ratio (Real-time)	<b>r5</b>	PEG Ratio	<b>r6</b>	Price/EPS Estimate Current Year
<b>r7</b>	Price/EPS Estimate Next Year	<b>s</b>	Symbol	<b>s1</b>	Shares Owned
<b>s7</b>	Short Ratio	<b>t1</b>	Last Trade Time	<b>t6</b>	Trade Links
<b>t7</b>	Ticker Trend	<b>t8</b>	1 yr Target Price	<b>v</b>	Volume
<b>v1</b>	Holdings Value	<b>v7</b>	Holdings Value (Real-time)	<b>w</b>	52-week Range
<b>w1</b>	Day's Value Change	<b>w4</b>	Day's Value Change (Real-time)	<b>x</b>	Stock Exchange
<b>y</b>	Dividend Yield				

Tabla 5.1.1: Grupo de etiquetas

Según esto, un ejemplo posible de URL valido sería:

<http://download.finance.yahoo.com/d/quotes.csv?s=TEF.MC+SAN.MC+BBVA.MC&f=snd111yr>

### 5.1.1. Construcción de la URL con Matlab

La dirección que vamos a utilizar en este trabajo para descargar el histórico, es la siguiente:

```
http://ichart.finance.yahoo.com/table.csv?s=^IBEX&a=00&b=2&c=1800&d=04&e=8&f=2005&g=d&ignore=.csv
```

Construimos esta dirección con Matlab y accedemos a ella utilizando Java. La función que se encarga de esto es `ETL_datos(simbolo)`, que esta representada en los anexos.

Para construir esta dirección hay que tener en cuenta que Yahoo implementa la numeración de los mese con Enero = 0 y Diciembre = 11.

También tendremos en cuenta que para el mercado continuo tenemos que incluir “.MC” y para los índices anteponeamos “^”, por ejemplo: TEF.MC y ^IBEX.

En la siguiente tabla (tabla 5.1.2) tenemos el significado de las etiquetas empleadas en esta dirección.

<b>s</b>	ticker symbol
<b>a</b>	start month
<b>b</b>	start day
<b>c</b>	start year
<b>d</b>	end month
<b>e</b>	end day
<b>f</b>	end year
<b>g</b>	resolution (e.g. 'd' is daily, 'w' is weekly, 'm' is monthly)
<b>y</b>	is the offset (cursor) from the start date
<b>z</b>	is the number of results to return starting at the cursor (66 maximum, apparently)

Tabla 5.1.2: Significado de las etiquetas

## 5.2. Extracción y archivo

Con la función **ETL\_datos(simbolo)** extraemos los datos del archivo csv (*comma separated values*) y los guardamos en las variables `hist_date`, `hist_high`, `hist_low`, `hist_open`, `hist_close`, `hist_vol` en un archivo `.mat` con el nombre del valor seleccionado. El código de esta función se adjunta en los anexos.



## **6. Experimentos**

### **6.1. Marco de trabajo**

Dentro del entorno Matlab y utilizando el programa descrito en el capítulo anterior se va a estudiar el comportamiento del indicador direccional sobre los históricos de algunas acciones del mercado continuo también se utilizarán los datos históricos de materias primas como el oro, el aceite, el gas y algunos índices como puede ser el IBEX y el DAX.

Se va a trabajar sobre el histórico diario y el proceso consiste en descargar los datos actualizados desde la URL de Yahoo guardarlos en un archivo .mat, procesarlos según las condiciones que nos interesen y representar los resultados gráficamente y mediante un archivo de texto, para su análisis e interpretación.

Seguidamente se representaran solo algunos de los experimentos realizados, a modo de ejemplo, para no saturar la memoria de graficas y tablas. Con estos ejemplos podemos ver el funcionamiento del programa y la filosofía del trabajo realizado.

### **6.2. Experimento 1**

En este experimento vamos a hacer una simulación con las acciones del banco de Santander. La simulación se va a realizar empezando en la fecha 2006-07-14, como se puede ver en la figura 6.2.1 y la fecha final será el final del histórico. Se han dejado por defecto periodos de 14 sesiones. Los resultados gráficos los tenemos en la figura 6.2.2.

```

Command Window
INDIQUE CODIGO DEL VALOR A ESTUDIAR>> san
¿Desea conectarse para actualizar datos?(N...S)>> s
Mercado Continuo>>MC; Índice>>IN; Materia Prima>>MP >> N
Entrada NO valida, REPETIR
Mercado Continuo>>MC; Índice>>IN; Materia Prima>>MP >> MC
INTRODUCIR AÑO INICIAL PARA DESCARGAR EL HISTORICO (aaaa)>>
url_string =
http://ichart.finance.yahoo.com/table.csv?&s=SAN.MC&d=8&e=13&f=2010&g=d&a=0&b=1&c=&ignore.csv
Introducir los periodos para ADI/ADX manual "M" o ajustarlos automáticamente "A" (M...A)>>
>>Se ha cogido, por defecto,un periodo de 14 cotizaciones para los ADI y ADX
Fecha de inico del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2006-07-14
Fecha final del TEX? (aaaa-mm-dd)>>
>>Se ha cogido, por defecto, la fecha final del histórico 2010-09-10
    
```

Fig.6.2.1: Ventana de comandos.

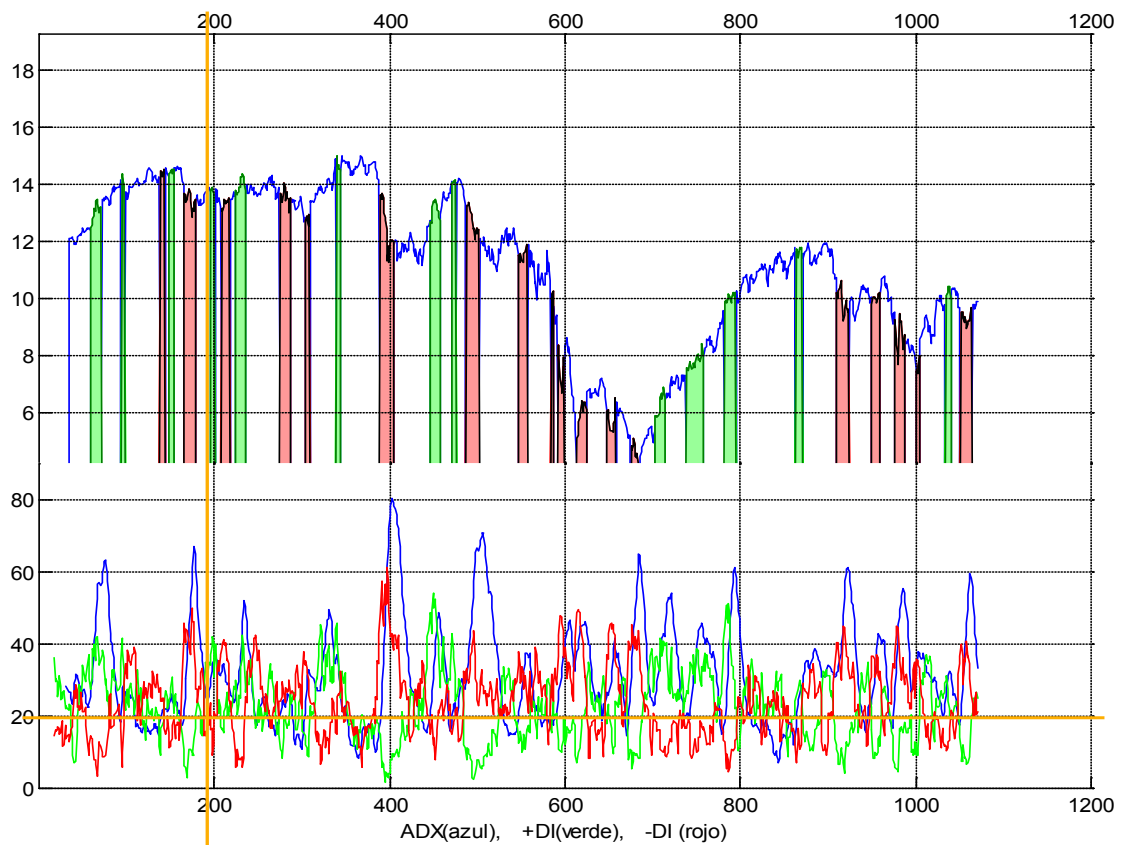


Fig.6.2.2: SAN 14 periodos.

En la tabla 6.2.1 tenemos los resultados de todas las posiciones que habríamos tomado a lo largo de la simulación, con la fecha, pérdidas y ganancias máximas soportadas, balance y una valoración de la operación.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
5	F.Compra	P.Compra	F.Venta	P.Venta	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION		
6										
7	04/10/2006	12.49	19/10/2006	13.24	1	0	0.75	ok		
8	22/11/2006	14.37	27/11/2006	13.58	0	-0.79	-0.79	Señal de apertura a largo falsa		
9	06/02/2007	14.38	13/02/2007	14.52	0.15	0	0.14	ok		
10	13/04/2007	13.8	19/04/2007	13.62	0.12	-0.18	-0.18	Falsa señal de cierre		
11	23/05/2007	13.78	07/06/2007	13.8	0.59	-0.15	0.02	Mala señal de cierre		
12	31/10/2007	15	06/11/2007	14.54	0	-0.47	-0.46	Señal de apertura a largo falsa		
13	28/03/2008	12.71	14/04/2008	12.73	0.75	-0.09	0.02	Mala señal de cierre		
14	05/05/2008	14.04	09/05/2008	14.01	0.13	-0.03	-0.03	Falsa señal de cierre		
15	02/04/2009	5.9	20/04/2009	6.55	1	-0.04	0.65	ok		
16	26/05/2009	7.4	22/06/2009	8.09	1.01	0.09	0.69	ok		
17	27/07/2009	9.9	12/08/2009	10.23	0.33	-0.04	0.33	ok		
18	17/11/2009	11.7	26/11/2009	11.44	0.12	-0.27	-0.26	Falsa señal de cierre		
19	22/07/2010	9.98	30/07/2010	9.97	0.45	-0.01	-0.01	Falsa señal de cierre		
20	BALANCE POSICIONES LARGAS= 0.8700									
21										
22										
23	POSICIONES CORTAS									
24										
25	F.Venta	P.Venta	F.Compra	P.Compra	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION		
26										
27	23/01/2007	14.16	30/01/2007	14.53	0	-0.37	-0.37	Falsa señal apertura a corto		
28	01/03/2007	13.72	20/03/2007	13.47	0.89	-0.15	0.25	Mala señal cierre posicion corta		
29	01/05/2007	13.19	14/05/2007	13.38	0.13	-0.37	-0.19	Señal falsa cierre posicion corta		
30	02/08/2007	13.67	17/08/2007	13.55	0.66	-0.4	0.12	Mala señal cierre posicion corta		
31	12/09/2007	12.77	18/09/2007	12.95	0.21	-0.18	-0.18	Señal falsa cierre posicion corta		
32	09/01/2008	13.65	30/01/2008	12.01	2.38	-0.06	1.64	ok		
33	27/05/2008	13.08	17/06/2008	12.42	0.99	-0.31	0.66	ok		
34	20/08/2008	11.52	02/09/2008	11.9	0.25	-0.38	-0.38	Señal falsa cierre posicion corta		
35	10/10/2008	9.07	14/10/2008	10.28	0	-1.21	-1.21	Falsa señal apertura a corto		
36	22/10/2008	8.36	30/10/2008	7.94	1.66	0	0.42	Mala señal cierre posicion corta		
37	20/11/2008	5.11	05/12/2008	6.1	0	-1.32	-0.99	Falsa señal apertura a corto		
38	15/01/2009	6.08	28/01/2009	6.52	0.73	-0.44	-0.44	Señal falsa cierre posicion corta		
39	23/02/2009	4.84	09/03/2009	4	0.84	-0.3	0.84	ok		
40	27/01/2010	10.22	15/02/2010	9.65	0.99	-0.4	0.57	ok		
41	24/03/2010	9.79	07/04/2010	10.2	0	-0.41	-0.41	Falsa señal apertura a corto		
42	03/05/2010	9.27	18/05/2010	8.75	1.56	-0.23	0.52	Mala señal cierre posicion corta		
43	07/06/2010	7.46	10/06/2010	8.03	0.1	-0.57	-0.57	Señal falsa cierre posicion corta		
44	16/08/2010	9.44	01/09/2010	9.69	0.47	-0.25	-0.25	Señal falsa cierre posicion corta		
45	BALANCE POSICIONES A CORTO= 0.0300									
46										
47	BALANCE TOTAL= 0.9000									
48										
49	ESTADISTICO OPERACIONES CON PERDIDAS									
50										
51	Balance operaciones con pérdidas en posiciones largas				46.154 %					
52	Balance operaciones con pérdidas en posiciones cortas				55.556%					
53	Balance total operaciones con pérdidas				51.613%					
54										

Tabla 6.2.1: SAN periodos de 14 sesiones.

La segunda parte de este experimento será repetir la primera parte pero, indicando ahora que se realice un ajuste automático de la combinación de periodos de los  $\pm DI$  y ADX. Antes de continuar, comentar que las reglas de decisión empleadas para este experimento son de elaboración propia.

```

Command Window
INDIQUE CODIGO DEL VALOR A ESTUDIAR>> SAN
¿Desea conectarse para actualizar datos?(N...S)>> N
Introducir los periodos para ADI/ADX manual "M" o ajustarlos automáticamente "A" (M...A)>>A
FECHA DE INICIO DEL AJUSTE(aaaa-mm-dd)>> 2006-07-14
FECHA FINAL DEL AJUSTE (aaaa-mm-dd)>>
>>Se ha cogido, por defecto, la fecha final del histórico 2010-09-10
>>La mejor combinación de periodos ADI/ADX para el intervalo de tiempo seleccionado es:
>>Periodo ADI=21
>>Periodo ADX=18
Fecha de inicio del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2006-07-14
Fecha final del TEX? (aaaa-mm-dd)>>
>>Se ha cogido, por defecto, la fecha final del histórico 2010-09-10
    
```

Fig.6.2.3: Ventana de comandos. (SAN ajuste automático).

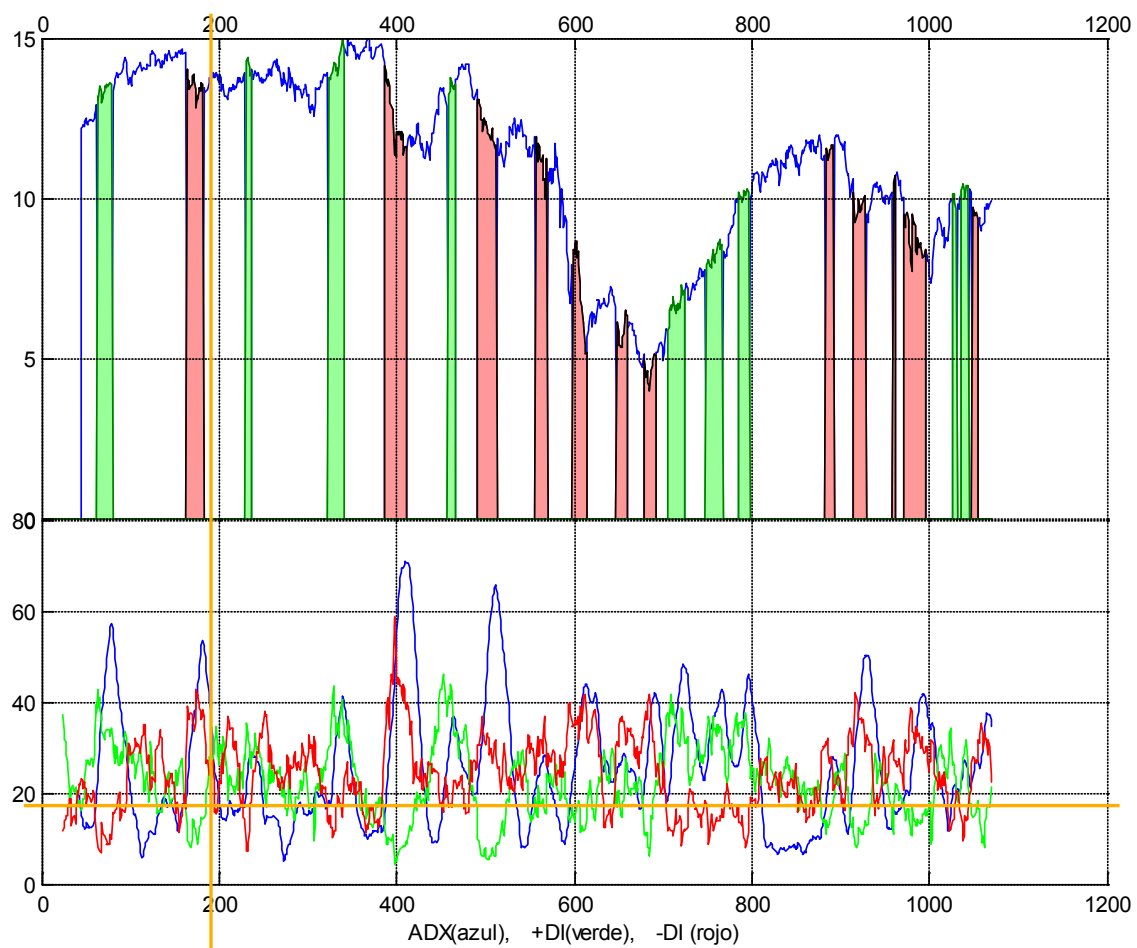


Fig.6.2.4: SAN 21 para  $\pm$ DI y 18 para ADX.

En la figura 6.2.3 vemos, que como resultado de este ajuste, se han seleccionado unos periodos de 21 para  $\pm DI$  y 18 para  $\text{el ADX}$ . La figura 6.2.4 es la representación grafica y en la tabla 6.2.2 tenemos los resultados donde podemos comprobar que el balance total es de 11.28 Um, mas de 12 veces el que habíamos obtenido con unos periodos de 14 sesiones.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3	POSICIONES LARGAS								
4									
5	F.Compra	P.Compra	F.Venta	P.Venta	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION	
6									
7	10/10/2006	13.18	01/11/2006	13.45	0.43	-0.19	0.27	ok	
8	31/05/2007	14.28	08/06/2007	13.91	0.09	-0.48	-0.37	Falsa señal de cierre	
9	09/10/2007	13.77	01/11/2007	14.64	1.23	-0.07	0.87	ok	
10	15/04/2008	12.96	25/04/2008	13.54	0.81	0	0.58	ok	
11	07/04/2009	5.89	06/05/2009	7.11	1.38	0.11	1.22	ok	
12	10/06/2009	7.94	06/07/2009	8.36	0.76	-0.12	0.42	ok	
13	31/07/2009	10.16	17/08/2009	9.85	0.13	-0.31	-0.31	Falsa señal de cierre	
14	13/07/2010	10.13	19/07/2010	9.6	0	-0.53	-0.53	Señal de apertura a largo falsa	
15	26/07/2010	10.22	05/08/2010	10.38	0.21	-0.25	0.16	ok	
16	BALANCE POSICIONES LARGAS= 2.3100								
17									
18									
19	POSICIONES CORTAS								
20									
21	F.Venta	P.Venta	F.Compra	P.Compra	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION	
22									
23	28/02/2007	14.01	26/03/2007	13.3	1.18	0	0.71	ok	
24	07/01/2008	14.15	08/02/2008	11.63	2.88	0.22	2.52	ok	
25	02/06/2008	13.09	02/07/2008	11.67	1.61	0	1.42	ok	
26	03/09/2008	11.91	19/09/2008	11.24	1.96	0	0.67	Mala señal cierre posicion corta	
27	31/10/2008	8.37	21/11/2008	5.2	3.26	-0.28	3.17	ok	
28	15/01/2009	6.08	30/01/2009	6.32	0.73	-0.44	-0.24	Señal falsa cierre posicion corta	
29	27/02/2009	4.9	18/03/2009	5.1	0.9	-0.23	-0.2	Señal falsa cierre posicion corta	
30	15/12/2009	11.34	30/12/2009	11.55	0.13	-0.31	-0.21	Señal falsa cierre posicion corta	
31	03/02/2010	10.21	22/02/2010	9.89	0.98	0	0.32	Mala señal cierre posicion corta	
32	08/04/2010	10.06	12/04/2010	10.69	0	-0.63	-0.63	Falsa señal apertura a corto	
33	27/04/2010	9.5	28/05/2010	8.4	1.79	-0.05	1.1	ok	
34	12/08/2010	9.69	19/08/2010	9.35	0.34	0	0.34	ok	
35	BALANCE POSICIONES A CORTO= 8.9700								
36									
37	BALANCE TOTAL= 11.2800								
38									
39	ESTADISTICO OPERACIONES CON PERDIDAS								
40									
41	Balance operaciones con pérdidas en posiciones largas				33.333 %				
42	Balance operaciones con pérdidas en posiciones cortas				33.333%				
43	Balance total operaciones con pérdidas				33.333%				
44									

Tabla 6.2.2: SAN. con periodos ajustados.

La figura 6.2.5 es la representación tridimensional de la matriz de ajuste, la zona morada central (parece una especie de Campana de Gauss tridimensional) es donde se agrupan las combinaciones de los períodos para  $\pm DI$  y  $ADX$ , que mejores resultados dan.

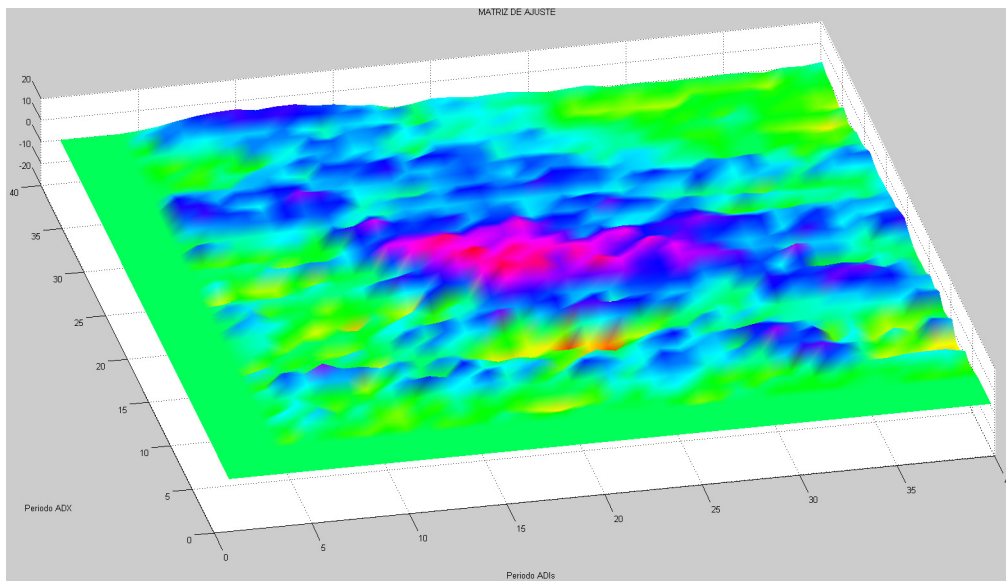


Fig.6.2.5: Representación tridimensional de la matriz de ajuste.

En la figura 6.2.5 se ha señalado la peor combinación posible de periodos (para el intervalo seleccionado de SAN) con 23 periodos para los  $\pm$ DI y 12 para el ADX, con un balance total de -7.57 Um

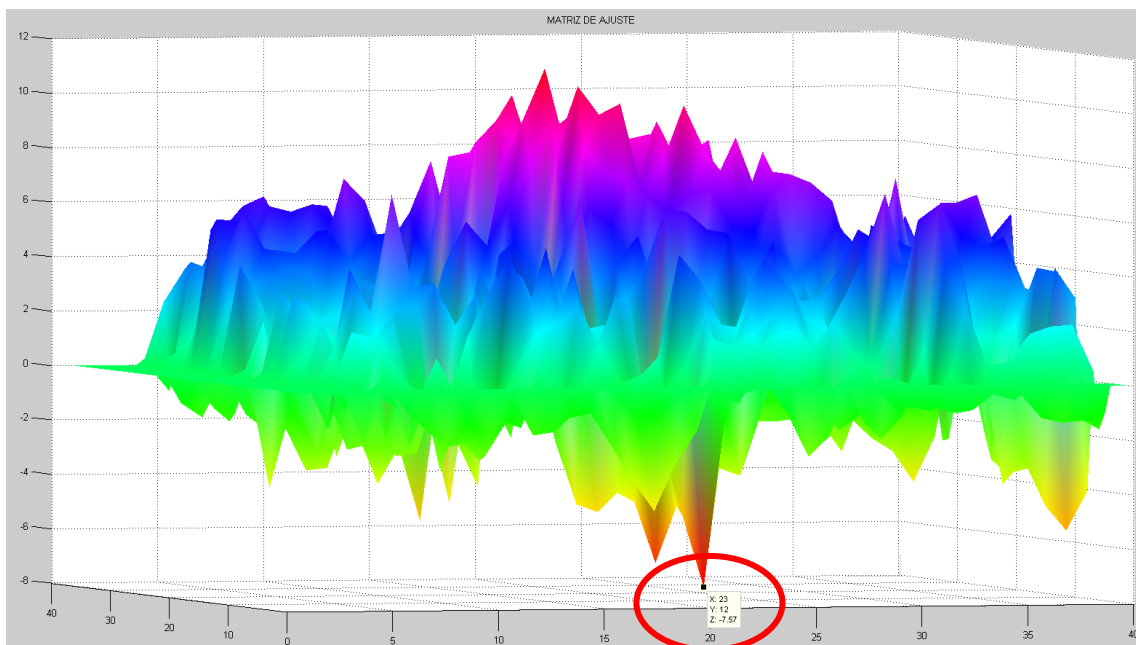


Fig.6.2.6: La peor combinación de los  $\pm$ DI y el ADX

### 6.3. Experimento 2

En este experimento vamos a hacer la simulación del indicador sobre el DAX Alemán, utilizando las reglas de decisión de Ortiz de Zárate. Se utilizarán periodos de 14 sesiones, como se puede ver en la figura 6.3.1, donde también se pueden ver las fechas inicial y final del ensayo.

```

Command Window
INDIQUE CODIGO DEL VALOR A ESTUDIAR>> GDAXI
¿Desea conectarse para actualizar datos?(N...S)>> N
Introducir los periodos para ADI/ADX manual "M" o ajustarlos automáticamente "A" (M...A)>>
>>Se ha cogido, por defecto,un periodo de 14 cotizaciones para los ADI y ADX
Fecha de inico del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2006-10-26
Fecha final del TEX? (aaaa-mm-dd)>>
>>Se ha cogido, por defecto, la fecha final del histórico 2010-09-16
    
```

Fig. 6.3.1: Reglas de Ortiz y periodos de 14 barras.

En la tabla tenemos representados todos los resultados obtenidos para éste ensayo. En el balance total, vemos que obtenemos una cifra negativa de -455.9700 puntos. La figura 6.3.2 representará gráficamente los tiempos en los que habríamos estado dentro o fuera del mercado.

POSICIONES LARGAS							
F.Compra	P.Compra	F.Venta	P.Venta	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION
15/12/2006	6.588.830	08/01/2007	6.607.590	102.490	-85.700	18.760	Mala señal de cierre
26/01/2007	6.690.340	29/01/2007	6.726.010	35.670	0.000	35.670	ok
31/01/2007	6.789.110	21/02/2007	6.941.660	197.970	0.000	152.550	ok
30/05/2007	7.764.970	08/06/2007	7.590.500	222.880	-174.470	-174.470	Falsa señal de cierre
29/06/2007	8.007.320	05/07/2007	7.987.130	67.940	-49.080	-20.190	Falsa señal de cierre
16/07/2007	8.105.690	18/07/2007	7.893.610	0.000	-212.080	-212.080	Señal de apertura a largo falsa
05/09/2007	7.588.030	07/09/2007	7.436.630	33.690	-151.400	-151.400	Falsa señal de cierre
19/09/2007	7.750.840	25/09/2007	7.769.440	43.590	-15.750	18.600	Mala señal de cierre
27/09/2007	7.853.790	16/10/2007	7.962.640	187.470	0.000	108.850	ok
10/12/2007	8.033.360	28/12/2007	8.067.320	42.760	-207.920	33.960	ok
16/04/2008	6.702.840	09/05/2008	7.003.170	373.410	-21.030	300.330	ok





ESTADISTICO OPERACIONES CON PERDIDAS	
Balance operaciones con pérdidas en posiciones largas	50.000 %
Balance operaciones con pérdidas en posiciones cortas	61.905%
Balance total operaciones con pérdidas	55.814%

Tabla 6.3.1: Resultados para criterios de Ortiz y 14 periodos

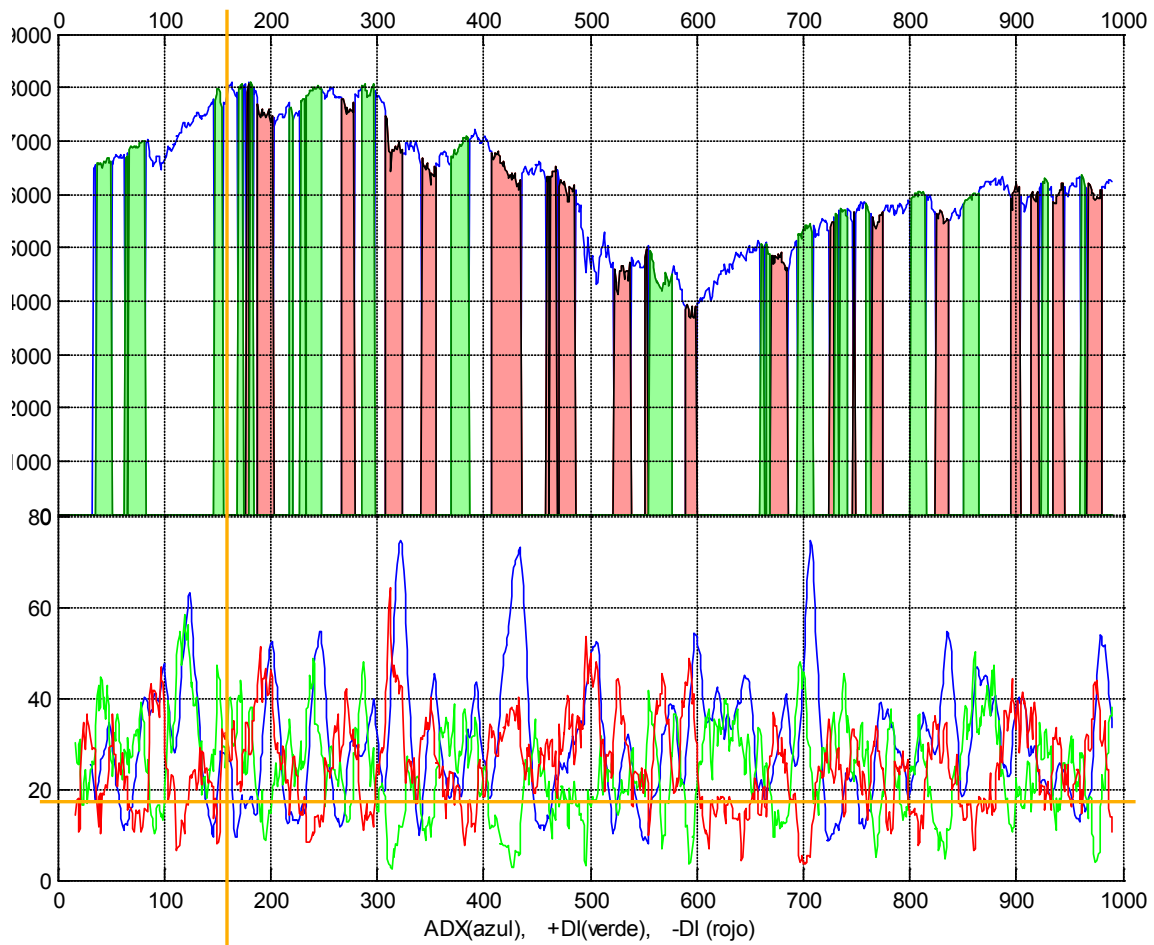


Fig. 6.3.2: Grafica para reglas de Ortiz y 14 periodos

### 6.4. Experimento 3

En este experimento vamos a repetir la simulación realizada en el experimento 2, con la diferencia de que ahora lo vamos a hacer con el ajuste automático de periodos, ver figura 6.4.1.

```

Command Window
INDIQUE CODIGO DEL VALOR A ESTUDIAR>> GDAXI
¿Desea conectarse para actualizar datos?(N..S)>>
Introducir los periodos para ADI/ADX manual "M" o ajustarlos automáticamente "A" (M...A)>>A
FECHA DE INICIO DEL AJUSTE(aaaa-mm-dd)>> 2006-10-26
FECHA FINAL DEL AJUSTE (aaaa-mm-dd)>>
>>Se ha cogido, por defecto, la fecha final del histórico 2010-09-16
>>La mejor combinación de periodos ADI/ADX para el intervalo de tiempo seleccionado es:
>>Periodo ADI=10
>>Periodo ADX=9
Fecha de inicio del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2006-10-26
Fecha final del TEX? (aaaa-mm-dd)>>
>>Se ha cogido, por defecto, la fecha final del histórico 2010-09-16
    
```

Fig. 6.4.1: Ventana de comandos para ajuste automático.

En la tabla 6.4.1 tenemos los resultados obtenidos del experimento y a primera vista podemos ver que se producen menos señales falsas y que el balance total ha pasado a ser 3706.2000. Es decir los resultados han mejorado sustancialmente utilizando la combinación de periodos obtenida en la figura 6.4.1

POSICIONES LARGAS							
F.Compra	P.Compra	F.Venta	P.Venta	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION
13/12/2006	6.520.770	22/12/2006	6.503.130	76.480	-17.640	-17.640	Falsa señal de cierre
15/01/2007	6.731.740	17/01/2007	6.701.700	0.000	-30.040	-30.040	Señal de apertura a largo falsa
22/01/2007	6.687.310	25/01/2007	6.719.580	61.060	-8.380	32.270	ok
30/01/2007	6.788.230	15/02/2007	6.958.620	172.950	0.000	170.390	ok
29/03/2007	6.897.080	12/04/2007	7.142.950	269.590	0.000	245.870	ok
24/05/2007	7.697.380	06/06/2007	7.730.050	290.470	0.000	32.670	Mala señal de cierre
21/06/2007	7.964.710	29/06/2007	8.007.320	42.610	-163.480	42.610	ok



BALANCE TOTAL= 3706.2000

ESTADISTICO OPERACIONES CON PERDIDAS

Balance operaciones con pérdidas en posiciones largas 56.522 %

Balance operaciones con pérdidas en posiciones cortas 26.316%

Balance total operaciones con pérdidas 42.857%

Tabla 6.4.1: Resultados con reglas de Ortiz y ajuste automático.

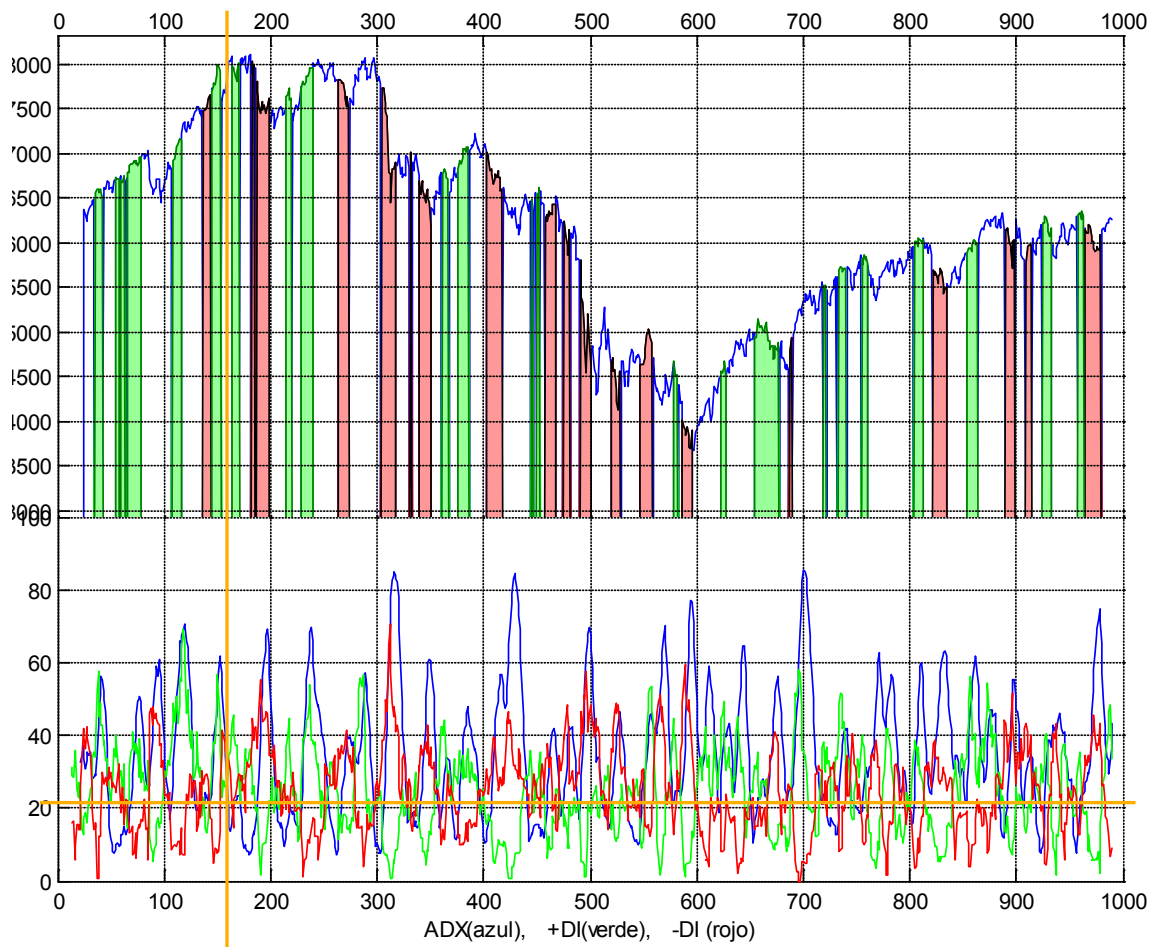


Fig.6.4.2: Grafica resultados con reglas de Ortiz y ajuste automático.

## 6.5. Experimento 4

Este experimento consiste en realizar la misma simulación que en el experimento 3, pero aplicando los criterios de decisión propuestos por cava. En la figura 6.5.1 se observa que se han cogido periodos de 14 sesiones.

```

Command Window
INDIQUE CODIGO DEL VALOR A ESTUDIAR>> GDAXI
¿Desea conectarse para actualizar datos?(N...S)>>
Introducir los periodos para ADI/ADX manual "M" o ajustarlos automáticamente "A" (M...A)>>
<>Se ha cogido, por defecto,un periodo de 14 cotizaciones para los ADI y ADX
Fecha de inicio del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2006-10-26
Fecha final del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2010-09-16
    
```

Fig. 6.5.1: Periodos de 14 y reglas de Cava

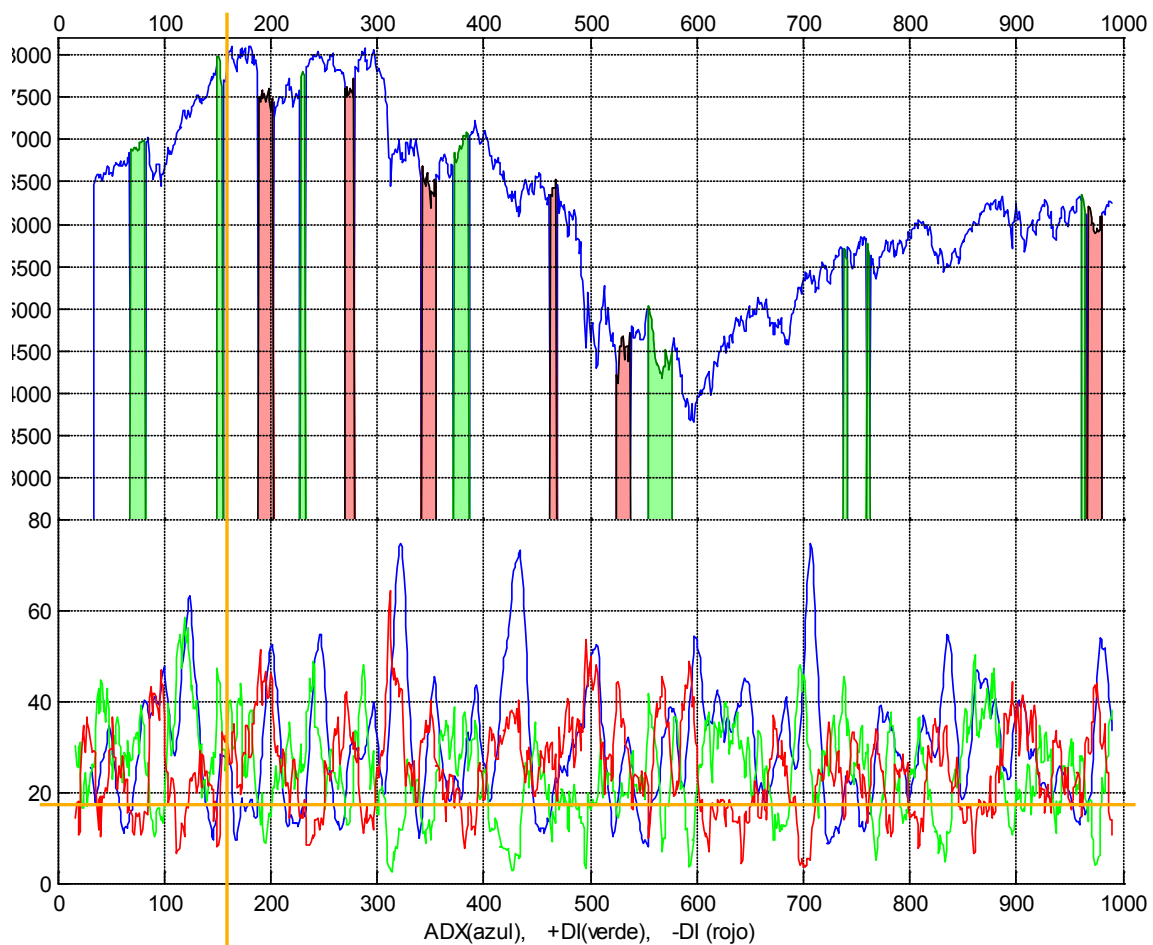


Fig. 6.5.2: Grafica periodos de 14 y reglas de Cava

En la tabla 6.5.1 tenemos los resultados del experimento que, como se puede ver en la grafica 6.5.2, produce menos señales que en el caso de Ortiz para 14 sesiones. También se aprecia en la tabla 6.5.1 que los resultados son menos negativos.

POSICIONES LARGAS							
Compra	P.Compra	F.Venta	P.Venta	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION
02/02/2007	6.885.760	21/02/2007	6.941.660	101.320	-26.310	55.900	ok
01/06/2007	7.987.850	08/06/2007	7.590.500	0.000	-397.350	-397.350	Señal de apertura a largo falsa
19/09/2007	7.750.840	25/09/2007	7.769.440	43.590	-15.750	18.600	Mala señal de cierre
18/04/2008	6.843.080	09/05/2008	7.003.170	233.170	-114.780	160.090	ok
06/01/2009	5.026.310	04/02/2009	4.492.790	-88.840	-847.370	-533.520	Señal de apertura a largo falsa
22/09/2009	5.709.380	25/09/2009	5.581.410	0.000	-127.970	-127.970	Señal de apertura a largo falsa
22/10/2009	5.762.930	26/10/2009	5.642.160	0.000	-120.770	-120.770	Señal de apertura a largo falsa
09/08/2010	6.351.600	11/08/2010	6.154.070	0.000	-197.530	-197.530	Señal de apertura a largo falsa
BALANCE POSICIONES LARGAS= -1142.5500							
POSICIONES CORTAS							
F.Venta	P.Venta	F.Compra	P.Compra	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION
2007-07-26	7.508.960	14/08/2007	7.425.070	165.700	-96.980	83.890	ok
2007-11-16	7.612.260	28/11/2007	7.723.660	100.290	-111.400	-111.400	Señal falsa cierre posición corta
2008-03-05	6.683.710	26/03/2008	6.489.260	501.410	84.340	194.450	Mala señal cierre posición corta
2008-08-26	6.340.520	02/09/2008	6.518.470	19.490	-177.950	-177.950	Señal falsa cierre posición corta
2008-11-20	4.220.200	08/12/2008	4.715.880	92.790	-495.680	-495.680	Señal falsa cierre posición corta
2010-08-16	6.110.570	02/09/2010	6.083.850	211.070	-95.830	26.720	Mala señal cierre posición corta
BALANCE POSICIONES A CORTO= -479.9700							
BALANCE TOTAL= -1622.5200							
ESTADISTICO OPERACIONES CON PERDIDAS							
Balance operaciones con pérdidas en posiciones largas 62.500 %							
Balance operaciones con pérdidas en posiciones cortas 50.000%							
Balance total operaciones con pérdidas 57.143%							

Tabla 6.5.1: Resultados de simulación Cava 14 sesiones.

## 6.6. Experimento 5

Repetimos la simulación en las condiciones del experimento anterior, pero ahora realizando un ajuste automático de períodos. Según se ve en la figura 6.6.1, nos dice que, los mejores períodos son, 10 para los  $\pm$ DI y 7 para el ADX.

```

Command Window
INDIQUE CODIGO DEL VALOR A ESTUDIAR>> GDAXI
¿Desea conectarse para actualizar datos?(N...S)>>
Introducir los periodos para ADI/ADX manual "M" o ajustarlos automáticamente "A" (M...A)>>A
FECHA DE INICIO DEL AJUSTE(aaaa-mm-dd)>> 2006-10-26
FECHA FINAL DEL AJUSTE (aaaa-mm-dd)>> 2010-09-16
>>La mejor combinación de periodos ADI/ADX para el intervalo de tiempo seleccionado es:
>>Periodo ADI=10
>>Periodo ADX=7
Fecha de inicio del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2006-10-26
Fecha final del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2010-09-16
    
```

Fig.6.6.1: Ventana de comandos para reglas Cava. Con ajuste de periodos.

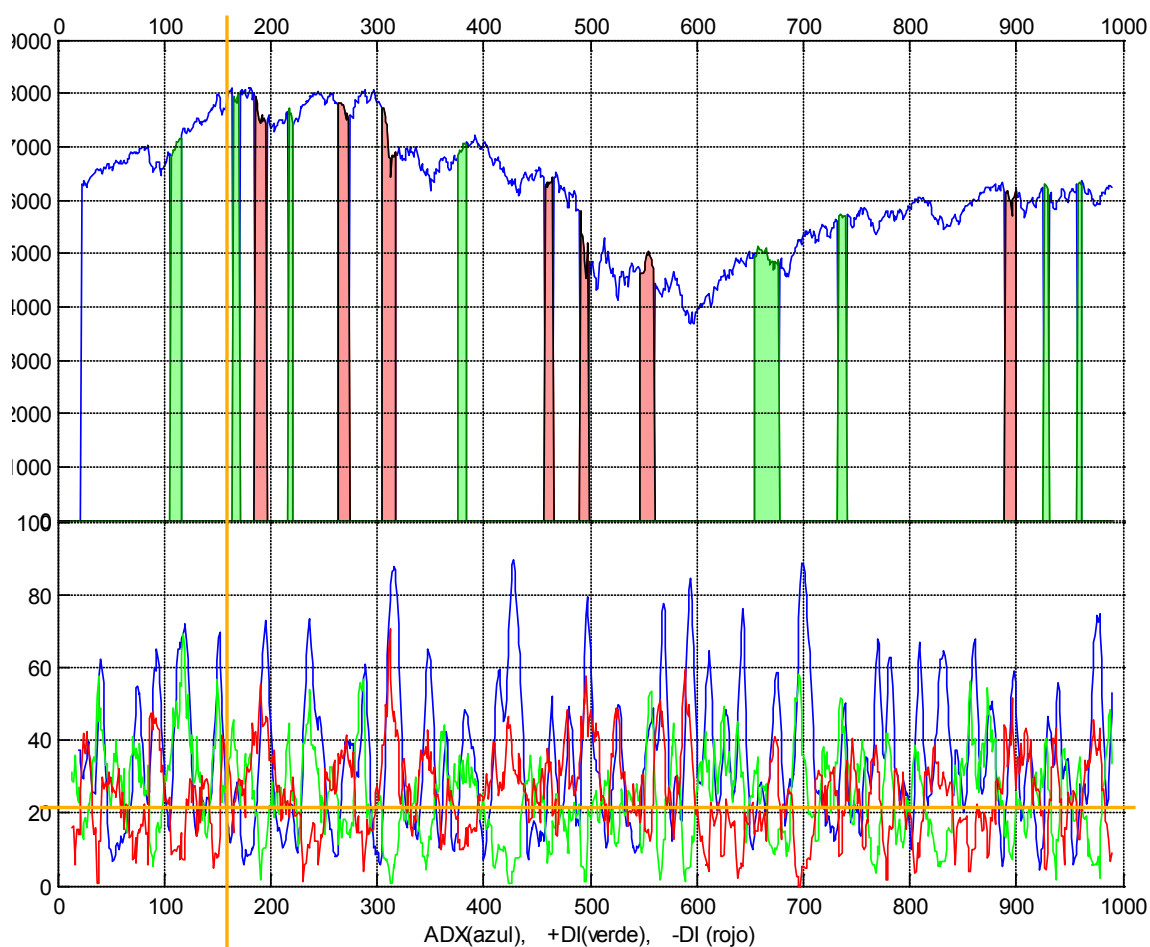


Fig.6.6.2: Grafico con ajuste de periodos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3	POSICIONES LARGAS									
4										
5	F.Compra	P.Compra	F.Venta	P.Venta	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION		
6										
7	28/03/2007	6.816.890	12/04/2007	7.142.950	349.780	0.000	326.060	ok		
8	22/06/2007	7.949.630	29/06/2007	8.007.320	57.690	-148.400	57.690	ok		
9	04/09/2007	7.721.770	07/09/2007	7.436.630	0.000	-285.140	-285.140	Señal de apertura a largo falsa		
10	24/04/2008	6.821.320	06/05/2008	7.017.100	230.760	0.000	195.780	ok		
11	28/05/2009	4.932.880	29/06/2009	4.885.090	211.180	-239.480	-47.790	Falsa señal de cierre		
12	15/09/2009	5.628.980	24/09/2009	5.605.210	102.160	-23.770	-23.770	Falsa señal de cierre		
13	18/06/2010	6.216.980	24/06/2010	6.115.480	75.990	-101.500	-101.500	Falsa señal de cierre		
14	03/08/2010	6.307.910	06/08/2010	6.259.630	25.670	-48.280	-48.280	Falsa señal de cierre		
15	BALANCE POSICIONES LARGAS= 73.0500									
16										
17										
18	POSICIONES CORTAS									
19										
20	F.Venta	P.Venta	F.Compra	P.Compra	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION		
21										
22	2007-07-23	7.944.210	06/08/2007	7.444.450	508.540	0.000	499.760	ok		
23	2007-11-08	7.819.470	21/11/2007	7.518.420	307.500	0.000	301.050	ok		
24	2008-01-11	7.717.950	29/01/2008	6.892.960	1.278.740	-14.070	824.990	ok		
25	2008-08-19	6.282.430	28/08/2008	6.420.540	45.470	-138.110	-138.110	Señal falsa cierre posición corta		
26	2008-10-03	5.797.030	14/10/2008	5.199.190	1.252.720	0.000	597.840	Mala señal cierre posición corta		
27	2008-12-22	4.639.020	13/01/2009	4.636.940	9.640	-387.290	2.080	Mala señal cierre posición corta		
28	2010-04-29	6.144.910	12/05/2010	6.183.490	429.820	-38.580	-38.580	Señal falsa cierre posición corta		
29	BALANCE POSICIONES A CORTO= 2049.0300									
30										
31	BALANCE TOTAL= 2122.0800									
32										
33	ESTADISTICO OPERACIONES CON PERDIDAS									
34										
35	Balance operaciones con pérdidas en posiciones largas 62.500 %									
36	Balance operaciones con pérdidas en posiciones cortas 28.571%									
37	Balance total operaciones con pérdidas 46.667%									

Tabla 6.6.1: Resultados Criterios Cava con ajuste de periodos

Los resultados han mejorado respecto del caso anterior pero vemos que, en el caso de Ortiz con ajuste de periodos, la mejoría fue considerablemente mayor.

Se ha observado que en un principio, con el DAX Alemán, se comportan mejor las reglas decisión de cava, pero después de realizar el ajuste de periodos, se obtienen mejores resultados con las reglas de decisión de Ortiz.



## 6.7. Experimento 6

En este experimento vamos a realizar una fase de entrenamiento (para ajustarnos a la personalidad del valor) en un periodo del histórico. Después realizaremos la fase de test sobre otro periodo del histórico y comprobaremos que los resultados han mejorado, respecto a cuando no se había hecho entrenamiento.

En la figura 6.7.1 tenemos los datos introducidos por la ventana de comandos para la simulación sin entrenamiento.

```

Command Window
INDIQUE CODIGO DEL VALOR A ESTUDIAR>> bbva
¿Desea conectarse para actualizar datos?(N...S)>>
Introducir los periodos para ADI/ADX manual "M" o ajustarlos automáticamente "A" (M...A)>>
>>Se ha cogido, por defecto,un periodo de 14 cotizaciones para los ADI y ADX
Fecha de inicio del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2009-12-08
Fecha final del TEX? (aaaa-mm-dd)>>
>>Se ha cogido, por defecto, la fecha final del histórico 2010-09-17
    
```

Fig.6.7.1: Test sin entrenamiento.

POSICIONES LARGAS								
F.Compra	P.Compra	F.Venta	P.Venta	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION	
17/03/2010	10.650	06/04/2010	10.540	0.000	-0.520	-0.110	Señal de apertura a largo falsa	
20/07/2010	9.500	11/08/2010	10.090	1.290	-0.070	0.590	Mala señal de cierre	
POSICIONES CORTAS								
F.Venta	P.Venta	F.Compra	P.Compra	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION	
2010-04-28	9.610	18/05/2010	9.030	1.580	-0.330	0.580	Mala señal cierre posición corta	
2010-05-31	8.520	03/06/2010	8.260	0.260	0.000	0.260	ok	
2010-07-05	8.480	08/07/2010	9.550	0.000	-1.070	-1.070	Falsa señal apertura a corto	
BALANCE POSICIONES A CORTO=						-0.2300		
BALANCE TOTAL=						0.2500		
ESTADISTICO OPERACIONES CON PERDIDAS								
Balance operaciones con pérdidas en posiciones largas				50.000 %				
Balance operaciones con pérdidas en posiciones cortas				33.333%				
Balance total operaciones con pérdidas				40.000%				

Tabla 6.7.1 Resultados del test sin entrenamiento

En la figura 6.7.2 podemos ver las fechas para las que se ha realizado el entrenamiento o ajuste. También podemos ver que la mejor combinación de periodos es 23 para los  $\pm$ DI y 30 para el ADX. Seguidamente tenemos las fechas de inicio y final del tex.

En la tabla 6.7.2 podemos ver que han mejorado los resultados obtenidos en el balance total respecto a los que obteníamos sin entrenar en la tabla 6.7.1.

```

Command Window
INDIQUE CODIGO DEL VALOR A ESTUDIAR>> BBVA
¿Desea conectarse para actualizar datos?(N...S)>>
Introducir los periodos para ADI/ADX manual "M" o ajustarlos automáticamente "A" (M...A)>>A
FECHA DE INICIO DEL AJUSTE(aaaa-mm-dd)>> 2008-05-14
FECHA FINAL DEL AJUSTE (aaaa-mm-dd)>> 2009-02-26
>>La mejor combinación de periodos ADI/ADX para el intervalo de tiempo seleccionado es:
>>Periodo ADI=23
>>Periodo ADX=30
Fecha de inicio del TEX? (aaaa-mm-dd)>> 2009-12-08
Fecha final del TEX? (aaaa-mm-dd)>>
>>Se ha cogido, por defecto, la fecha final del histórico 2010-09-17
    
```

Fig.6.7.2: Tex con entrenamiento.

POSICIONES LARGAS								
F.Compra	P.Compra	F.Venta	P.Venta	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION	
12/07/2010	9.520	15/07/2010	9.570	0.260	0.000	0.050	Mala señal de cierre	
28/07/2010	10.520	13/08/2010	9.890	0.270	-0.630	-0.630	Falsa señal de cierre	
BALANCE POSICIONES LARGAS= -0.5800								
POSICIONES CORTAS								
F.Venta	P.Venta	F.Compra	P.Compra	Max_Gan	Max_Per	BALANCE	VALORACION	
2010-04-29	9.920	09/06/2010	7.640	2.510	-0.020	2.280	ok	
2010-08-27	9.510	13/09/2010	10.200	0.010	-0.690	-0.690	Señal falsa cierre posición corta	
BALANCE POSICIONES A CORTO= 1.5900								
BALANCE TOTAL= 1.0100								
ESTADISTICO OPERACIONES CON PERDIDAS								
Balance operaciones con pérdidas en posiciones largas 50.000 %								
Balance operaciones con pérdidas en posiciones cortas 50.000%								
Balance total operaciones con pérdidas 50.000%								

Tabla 6.7.2: Resultados del tex con entrenamiento.

## 7. Conclusiones

A la vista de los gráficos y los resultados obtenidos en el capítulo anterior observamos que:

- Se producen muchas señales falsas que no se pueden evitar modificando los criterios de diseño.
- Reacciona con agilidad detectando los cambios de tendencia, pero termina echándonos del mercado sin aprovechar bien la tendencia.
- Los resultados mejoran significativamente si ajustamos automáticamente de la combinación de períodos para los  $\pm$ DIs y el ADX a la “personalidad” del activo. Podemos pasar de tener importantes pérdidas, con una combinación dada, a tener importantes ganancias si hubiésemos elegido la combinación ajustada.
- Los resultados dependen, en gran parte, de las reglas de decisión utilizadas, pero estas reglas no se comportan igual para un activo que para otro. Ni siquiera se comportan igual para el mismo activo en periodos diferentes.
- Debería acompañarse de otros indicadores técnicos ya que mejoraría la fiabilidad y el rendimiento de este indicador.

Vemos que para utilizar este sistema como una herramienta de especulación más eficaz tendremos que intentar añadir alguna mejora como:

- Incluir alguna media móvil de los precios y el volumen de contratación, en los criterios de decisión.

- Además se podrían ajustar automáticamente los criterios de decisión, igual que se ha conseguido ajustar los periodos  $\pm$ DI y ADX.
- Lo ideal sería que todos los parámetros de diseño (periodos y reglas de decisión) de este indicador técnico se adaptaran a la “personalidad” y condiciones, en que se pueda encontrar cualquier activo financiero.

Otra conclusión podría ser la constatación del excelente entorno que proporciona el Matlab (también Octave) para realizar pruebas y experimentos de análisis técnico sobre los mercados. La facilidad con que se puede escribir código, realizar cambios y probar esos cambios supone una tremenda ventaja para realizar estos experimentos.

## 8. Bibliografía

[ARANDA99] ARANDA, Tomás y GARCÍA, J. Gabriel. *Notas sobre Matlab*. Oviedo: Servicios de Publicaciones de la Universidad, 1999.

[CAVA06] CAVA, José Luis (2006). *El arte de especular. Las técnicas que mejor funcionan*. Madrid: M<sup>a</sup> Ángeles Cava, 2007

[FERNANDEZ01] FERNÁNDEZ HODAR, José Antonio. *Manual del buen bolsista*. Madrid: Pearson Educación, S.A., 2001.

[GILAT06] GILAT, Amos. *Matlab. Una introducción con ejemplos prácticos*. Barcelona: Editorial Reverte, S.A., 2006.

[MILLARD91] MILLARD, Brian J. (1991). *Técnicas de gráficos para rentabilizar las inversiones en Bolsa*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A., 1995.

[ORTIZ09] ORTIZ DE ZÁRATE, Luis. *Técnicas relevantes para la especulación en los mercados financieros*. Madrid: Bolsa Relevante, SL. 2009

[PÉREZ02] PÉREZ, Cesar (2002). *Matlab y sus aplicaciones en las Ciencias y la Ingeniería*. Madrid: Pearson Educación, S.A., 2010.

[PROAKIS07] PROAKIS, John G. y MANOLAKIS, Dimitris G. (2007) *Tratamiento digital de señales*. Madrid: Pearson Educación, S.A., 2009.

[SÁNCHEZ99] SÁNCHEZ BURGOS, Isabel. *Guía práctica de la Bolsa en Internet*. Madrid: Inversor Ediciones, S.L., 1999.

### **Enlaces de internet utilizados**

Visualchart. *Página oficial del programa Visual Chart*  
<http://www.visualchart.com/> || Última visita: 18/09/2010

Wikipedia  
<http://www.wikipedia.org/> || Última visita: 16/09/2010

Google finance  
<http://www.google.com/>|| Última visita: 16/09/2010

Yahoo finanzas  
<http://es.finance.yahoo.com/>|| Última visita: 16/09/2010

renta4. *Portal de renta4*  
<http://www.r4.com/go/main/>|| Última visita: 10/08/2010

labolsa. *Información sobre Tipos de Inversores*  
<http://www.labolsa.com/canales/329/> || Última visita: 2/09/2010

## 9. Anexos

### a) INICIO

```

close all,clc,clear all
% % Este script nos pide los datos que introduciremos a través de la ventana de
% % comandos, también nos proporciona la salida de los resultados de forma
% % gráfica, a través de la ventana de comandos y en un archivo de texto o xls.
% % Para ello irá llamando al resto de funciones según sea necesario.

COD= input('INDIQUE CODIGO DEL VALOR A ESTUDIAR>> ','s');
V=upper(COD);
%-----
entr = input('¿Desea conectarse para actualizar datos?(N...S)>> ','s');
if (entr == 's') | (entr == 'S')
ETL_datos(V); %Llama a esta funcion para ETL (Extract, Transform and Load)
end
entr =[];
%=====Periodos ADI-ADX=====
Pe= input('Introducir los periodos para ADI/ADX manual "M" o ajustarlos automáticamente
"A" (M...A)>>','s');
if upper(Pe)=='M'
    Pdi=input('Periodo ADI>> ');
    Pdx=input('Periodo ADX>> ');
elseif upper(Pe)=='A'
    c1= input('FECHA DE INICIO DEL AJUSTE(aaaa-mm-dd)>> ','s');
    c2= input('FECHA FINAL DEL AJUSTE (aaaa-mm-dd)>> ','s');
    [di,dx]=entrena(V,c1,c2);%Llamada a la función entrena
fprintf('>>La mejor combinación de periodos ADI/ADX para el intervalo de tiempo
seleccionado es:\n');
fprintf('>>Periodo ADI=%i\n>>Periodo ADX=%i\n',di,dx);
Pdi=di;
Pdx=dx;
else
    Pdi=14;
    Pdx=14;
    fprintf('>>Se ha cogido, por defecto, un periodo de 14 cotizaciones para los ADI y
ADX\n');
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%--TEX--%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
C1= input('Fecha de inicio del TEX? (aaaa-mm-dd)>> ','s');
C2= input('Fecha final del TEX? (aaaa-mm-dd)>> ','s');
% [date, high, low, open, clos, vol,L] =Intervalo(V,C1,C2);
global date high low open clos vol L
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
[P_DM,N_DM,TR] =DM(V,C1,C2);%Llama a la función DM que nos devuelve los -DM ,+DM y TR
%-----
%Llamamos a la siguiente función ADI_ADX que devuelve los -ADI +ADI y el ADX
[P_ADI,N_ADI,ADX] =ADI_ADX(P_DM,N_DM,TR,Pdi,Pdx);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
RD=Pdx+Pdi+2+4;
LAR=0;
COR=0;
nL=0;
nC=0;
baL=0;
baC=0;
baT=0;
el=0;
ec=0;
%-----$$$$$$$$$$$$ CRITERIOS DE DECISION $$$$$$$$$$$$$-----
for d=RD:L
    %=====APERTURRA LARGA=====

```

```

if COR==0 & LAR==0 & ADX(d)>N_ADI(d) & ADX(d-1)>N_ADI(d-1) & ADX(d)<P_ADI(d) & ADX(d-1)<
P_ADI(d-1) ...
    & ADX(d)>ADX(d-1) & ADX(d-1)>ADX(d-2) & P_ADI(d)>P_ADI(d-1) & N_ADI(d)<N_ADI(d-1)
    nL=nL+1;
    LAR=1;
    F_ApL(nL)=date(d);
    P_ApL(nL)=clos(d); %Se considera precio de compra el de cierre del dia que da la
señal de compra
    N(nL)=d;
end
%-----codigo para grafico-----
if LAR==1
LA(d)=clos(d);
else
LA(d)=0;
end
%=====CIERRE LARGA=====
if LAR==1 & ((ADX(d)>P_ADI(d) & ADX(d)<ADX(d-1)) | (ADX(d)<N_ADI(d) & ADX(d)<ADX(d-1)))

    LAR=0;
    F_CiL(nL)=date(d);
    P_CiL(nL)=clos(d);
    gL(nL)=P_CiL(nL)-P_ApL(nL);
    baL=gL(nL)+baL;
    Nv(nL)=d;
end
%=====APERTURA CORTO=====
if COR==0 & LAR==0 & ADX(d)>P_ADI(d) & ADX(d-1)>P_ADI(d-1) & ADX(d)<N_ADI(d) & ADX(d-1)<
N_ADI(d-1) ...
    & ADX(d)>ADX(d-1) & ADX(d-1)>ADX(d-2) & P_ADI(d)<P_ADI(d-1) & N_ADI(d)>N_ADI(d-1)

    COR=1;
    nC=nC+1;
    F_ApC(nC)=date(d);
    P_ApC(nC)=clos(d);
    Nvc(nC)=d;
end
%-----codigo para grafico-----
if COR==1
CO(d)=clos(d);
else
CO(d)=0;
end
%=====CIERRE CORTO=====
if COR==1 & ((ADX(d)>N_ADI(d) & ADX(d)<ADX(d-1)) | (ADX(d)<P_ADI(d) & ADX(d)<ADX(d-1)))

    COR=0;
    F_CiC(nC)=date(d);
    P_CiC(nC)=clos(d);
    gC(nC)=P_ApC(nC)-P_CiC(nC);
    baC=gC(nC)+baC;
    Nc(nC)=d;
end$$$$$$$$$$$$ END CRITERIOS DE DECISION $$$$$$$$$$$$
%===== ESTADISTICOS I =====
if d<=L-1
if LAR==1
    el=el+1;
    EvL(el,nL)=clos(d+1)-P_ApL(nL);
else
    el=0;
end
%-----
if COR==1
    ec=ec+1;
    EvC(ec,nC)=P_ApC(nC)-clos(d+1);
else
    ec=0;
end

```



```

end
end
%====estado posiciones para grafico====
if LA(d)==0 & CO(d)==0
    FU(d)=clos(d);
else
    FU(d)=0;
end
end%for
%===== ESTADISTICOS II =====
SfL=0;
SfC=0;
MaxG_L=max(EvL);
MaxP_L=min(EvL);
MaxG_C=max(EvC);
MaxP_C=min(EvC);
%-----

for il=1:nL-LAR
if MaxG_L(il)<=0
ValoraL(il)=cellstr('Señal de apertura a largo falsa');
elseif MaxG_L(il)>0 & gL(il)<=0
ValoraL(il)=cellstr('Falsa señal de cierre');
elseif gL(il)>0 & gL(il)< 0.5* MaxG_L(il)
ValoraL(il)=cellstr('Mala señal de cierre');
else
    ValoraL(il)= cellstr ('ok');
end
if gL(il)<=0
    SfL=SfL+1;
end
if nL>0
porcentgL=100*SfL/nL;
else
    porcentgL=0
end
end%for il
%-----
for ic=1:nC-COR
if MaxG_C(ic)<=0
ValoraC(ic)=cellstr('Falsa señal apertura a corto');
elseif MaxG_C(ic)>0 & gC(ic)<=0
ValoraC(ic)=cellstr('Señal falsa cierre posicion corta');
elseif gC(ic)>0 & gC(ic)< 0.5* MaxG_C(ic)
ValoraC(ic)=cellstr('Mala señal cierre posicion corta');
else
    ValoraC(ic)= cellstr ('ok');
end
if gC(ic)<=0
    SfC=SfC+1;
end
if nC>0
porcentgC=100*SfC/nC;
else
    porcentgC=0
end
end%for ic
porcentgT=100*(SfL+SfC)/(nL+nC);

%%%%%%%%%%%%:::SALIDA Command Windows:::%%%%%%%%%%%%
fprintf('\n\n')
%-----
fprintf('
                                POSICIONES LARGAS\n\n')

fprintf('
    %s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t %s\n\n',...
'N', 'Compra', 'P.Compra', 'Nv', 'F.Venta', 'P.Venta', 'Max_Gan', 'Max_Per', 'BALANCE', 'VALORAC
ION');

```

```

%-----
for l=1:nL-LAR

    fprintf(' %u\t%10s\t%8.3f\t%5d\t%s\t%8.3f\t%7.3f\t%7.3f\t%8.3f\t %s \n',...
        (N(l)), char(F_ApL(l)), P_ApL(l), Nv(l), char(F_CiL(l)), P_CiL(l), MaxG_L(l),...
        MaxP_L(l), gL(l), char(ValoraL(l)));
end

    fprintf('BALANCE POSICIONES LARGAS= %3.4f\n\n\n',baL);
%-----

fprintf('
                                POSICIONES CORTAS\n\n');
fprintf(' %s\t %s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\n\n',...
    'Nv','F.Venta','P.Venta','N','F.Compra','P.Compra','Max_Gan','Max_Per','BALANCE','VALOR
ACION');
for c=1:nC-COR
fprintf(' %u\t %s\t%8.3f\t%d\t%s\t%8.3f\t%7.3f\t%7.3f\t%7.3f\t%s\n',...
    Nvc(c), char(F_ApC(c)), P_ApC(c), Nc(c), char(F_CiC(c)), P_CiC(c), MaxG_C(c),...
    MaxP_C(c), gC(c), char(ValoraC(c)));
end
    fprintf('BALANCE POSICIONES A CORTO= %3.4f\n\n',baC);
    baT=baL+baC;

fprintf('BALANCE TOTAL= %8.4f\n\n', baT);
%-----
fprintf('
                                ESTADISTICO OPERACIONES CON PERDIDAS\n\n');
fprintf('Balance operaciones con pérdidas en posiciones largas %7.3f %%\n',porcentgL);
fprintf('Balance operaciones con pérdidas en posiciones cortas %7.3f%%\n',porcentgC);
fprintf('Balance total operaciones con pérdidas %7.3f%%\n',porcentgT);

%%%%%%%%%%:::~:~:SALIDA ARCHIVO::~:~:~:%%%%%%%%%%
fid=fopen('resultados.xls','w');
fprintf(fid,'\n\n');
%-----
fprintf(fid,'
                                POSICIONES LARGAS\n\n');

fprintf(fid,' %s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t %s\n\n',...
    'N','F.Compra','P.Compra','Nv','F.Venta','P.Venta','Max_Gan','Max_Per','BALANCE','VALOR
ACION');

%-----
for l=1:nL-LAR

    fprintf(fid,' %u\t%10s\t%8.3f\t%5d\t%s\t%8.3f\t%7.3f\t%7.3f\t%8.3f\t %s \n',...
        (N(l)), char(F_ApL(l)), P_ApL(l), Nv(l), char(F_CiL(l)), P_CiL(l), MaxG_L(l),...
        MaxP_L(l), gL(l), char(ValoraL(l)));
end

    fprintf(fid,'BALANCE POSICIONES LARGAS= %3.4f\n\n\n',baL);
%-----

fprintf(fid,'
                                POSICIONES CORTAS\n\n');
fprintf(fid,' %s\t %s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\t%s\n\n',...
    'Nv','F.Venta','P.Venta','N','F.Compra','P.Compra','Max_Gan','Max_Per','BALANCE','VALOR
ACION');
for c=1:nC-COR
fprintf(fid,' %u\t%10s\t%8.3f\t%d\t%s\t%8.3f\t%7.3f\t%7.3f\t%7.3f\t%s\n',...
    Nvc(c), char(F_ApC(c)), P_ApC(c), Nc(c), char(F_CiC(c)), P_CiC(c), MaxG_C(c),...
    MaxP_C(c), gC(c), char(ValoraC(c)));
end
    fprintf(fid,'BALANCE POSICIONES A CORTO= %3.4f\n\n',baC);
    baT=baL+baC;

fprintf(fid,'BALANCE TOTAL= %8.4f\n\n', baT);
%-----
fprintf(fid,'
                                ESTADISTICO OPERACIONES CON PERDIDAS\n\n');

```

```
fprintf(fid,'Balance operaciones con pérdidas en posiciones largas %7.3f
%%\n',porcentgL);
fprintf(fid,'Balance operaciones con pérdidas en posiciones cortas
%7.3f%%\n',porcentGC);
fprintf(fid,'Balance total operaciones con pérdidas %7.3f%%\n',porcentGT);

fclose(fid);
winopen resultados.xls

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
P_ADI(1:Pdi+2)=[];
N_ADI(1:Pdi+2)=[];
ADX(1:Pdx+Pdi+2)=[];

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
figure1 = figure('PaperPosition',[0.8345 6.345 20.3 15.23],'PaperSize',[20.98 29.68]);

axes1 = axes('position',[0.04 0.472 0.94 0.4957],...
'XAxisLocation','top','Layer','top','Parent',figure1);
xlabel(axes1,'Dias cotizados');
% Layer(axes1,'bottom');
%Box(axes1,'off');
grid(axes1,'on');hold(axes1,'all');

plot4 = plot((1:L),FU,'Color',[0 0 1],'Parent',axes1);
plot5 = plot((1:L),CO,'Color',[1 0 0],'Parent',axes1);
plot6 = plot((1:L),LA,'Color',[0 1 0],'Parent',axes1);
area1 = area((1:L),CO,'Parent',axes1,'FaceColor',[1 0.6 0.6]);
area2 = area((1:L),LA,'Parent',axes1,'EdgeColor',[0 0.498 0],...
'FaceColor',[0.6 1 0.6]);

axes2 = axes('position',[0.04 0.095 0.94 0.3759],'Parent',figure1);
xlabel(axes2,'ADX(azul), +DI(verde), -DI(rojo)');
grid(axes2,'on');hold(axes2,'all');

plot1 = plot(Pdx+Pdi+3:L,ADX,'Color',[0 0 1],'Parent',axes2);
plot2 = plot((Pdi+3):L,P_ADI,'Color',[0 1 0],'Parent',axes2);
plot3 = plot((Pdi+3):L,N_ADI,'Color',[1 0 0],'Parent',axes2);

annotation1 = annotation(figure1,'line',[0.1901 0.1896],[0.9924 0.0241],...
'LineWidth',2,'Color',[0.9961 0.6824 0.003922]);
annotation2 = annotation(figure1,'line',[0.9911 0.025],[0.1769 0.1769],...
'LineWidth',2,'Color',[0.9961 0.6824 0.003922]);
```

**b) function [date, high, low, open, clos, vol, L] =Intervalo(V,F1,F2);**

```
function [date, high, low, open, clos, vol, L] =Intervalo(V,F1,F2);
% % Recibe el código de un valor y dos fechas, para devolvernos los valores de
% % las siguientes variables, date, high, low, open, clos, vol, entre las dos
% % fechas y su longitud: L.
global date high low open clos vol L
load (V);%carga los datos del valor seleccionado
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

Inicio_Hist= 0 ;
Fin_Hist= 0;
LI=length(hist_date);
%-----
%   Introducir fechas del periodo a analizar, si no se introduce fecha o la
%   fecha coincide con fecha sin cotizacion (por ej.dia festivo) se coge por
%   defecto el inicio y el final del historico de cotizaciones.

for d=1:LI
%La funcion strcmp returns logical true (1) cuando las dos fechas
%son iguales pudiendo asi detectar la posicion de las fecha seleccionada
%en el historico
I=strcmp(hist_date(d),F1);
F=strcmp(hist_date(d),F2);

if I==1
Inicio_Hist= d;
end
if F==1
Fin_Hist= d;
break
end
end%for

if Inicio_Hist== 0
Inicio_Hist=1 ;

    fprintf('>>Se ha cogido, por defecto, la primera fecha del histórico
%s\n',char(hist_date(1)));
end

if Fin_Hist==0
Fin_Hist=LI;
% C=char(hist_date(L))
    fprintf('>>Se ha cogido, por defecto, la fecha final del histórico
%s\n',char(hist_date(LI)));
end
date=hist_date(Inicio_Hist:Fin_Hist);
high=hist_high(Inicio_Hist:Fin_Hist);
low=hist_low(Inicio_Hist:Fin_Hist);
open=hist_open(Inicio_Hist:Fin_Hist);
clos=hist_close(Inicio_Hist:Fin_Hist);
vol=hist_vol(Inicio_Hist:Fin_Hist);
L=length(date);
```

**c) function [P\_DM,N\_DM,TR] =DM(V,c1,c2);**

```
function [P_DM,N_DM,TR] =DM(V,c1,c2);
% % recibe el código de un valor y dos fechas, y nos
% % devuelve el Movimiento Direccional (±MD ) y el True Range (TR).
% % llamada a la función Intervalo
[date, high, low, open, clos, vol,L] =Intervalo(V,c1,c2);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

for d=2:L
    ds=high(d)-high(d-1);
    di=low(d-1)-low(d);

    if ds>0 & ds>di;
        P_DM(d)=ds;
        N_DM(d)=0;

    elseif di>0 & di>ds;

        P_DM(d)=0;
        N_DM(d)=di;

    % elseif ds>0 & di>0 & di==ds;
    %
    %     P_DM(d)=ds;
    %     N_DM(d)=di;
    else
        P_DM(d)=0;
        N_DM(d)=0;
    end

    %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% calculo del TR
    a=abs(high(d)-low(d));
    b=abs(high(d)-clos(d-1));
    c=abs(low(d)-clos(d-1));
    TR(d)=max([a b c]);

    %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
end%for
```

**d) function [P\_ADI,N\_ADI,ADX]=ADI\_ADX(P\_DM,N\_DM,TR,di,dx);**

```
function [P_ADI,N_ADI,ADX] =ADI_ADX(P_DM,N_DM,TR,di,dx);
% % Recibe los ±MDs y el TR además del periodo di (periodo de los ±ADIs) y
% % del dx (periodo del ADX). Devuelve los ±ADIs y el ADX (Average
% % Directional Movement Index).

I=2; global L;
%===== -ADI & +ADI =====
for n=I:L-(di-1)

SPDM=P_DM(n:n+(di-1));
P_ADM(n+(di-1))=mean(SPDM);

SNDM=N_DM(n:n+(di-1));
N_ADM(n+(di-1))=mean(SNDM);

STR=TR(n:n+(di-1));
ATR(n+(di-1))=mean(STR);

P_ADI(n+di-1)=100*P_ADM(n+di-1)/ATR(n+di-1);
N_ADI(n+di-1)=100*N_ADM(n+di-1)/ATR(n+di-1);
DX(n+di-1)=100*abs(P_ADI(n+di-1)-N_ADI(n+di-1))/(P_ADI(n+di-1)+N_ADI(n+di-1));
end
%===== ADX =====
N=I+di-1;
for n=N:L-(dx-1)
SDX=DX(n:n+(dx-1));
ADX(n+(dx-1))=mean(SDX);
end
```

**e) function ETL\_datos(simbolo);**

```
function ETL_datos(simbolo);
% % Esta función recibe el código del valor a analizar, descarga los datos y los
% % prepara para guardarlos en un archivo.mat con el nombre de código del
% % valor. También nos permite seleccionar el año inicial del histórico a
% % descargar, sino se indica nada se descarga, por defecto, todo el histórico.
%-----
ctrl=1;
while ctrl==1

cotz= input('Mercado Continuo>>"MC"; Indice>>"IN"; Materia Prima>>"MP" >> ', 's');
ctz=upper(cotz);
switch ctz
    case 'MC'
        codigo=strcat(simbolo, '.MC'); %Esto para el Mercado Continuo
        ctrl=0;
    case 'IN'
        codigo=strcat('^', simbolo); %Esto para los Indices
        ctrl=0;
    case 'MP'
        codigo=simbolo; %Esto para Materias Primas
        ctrl=0;
    otherwise
        disp('Entrada NO valida, REPETIR');
end
end
In_Hist= input('INTRODUCIR AÑO INICIAL PARA DESCARGAR EL HISTORICO (aaaa)>> ', 's');
```

```

% obtención de fecha actual
[aaaa, mm, dd, H, m] = datevec(date);

% construccion de la URL
URL = 'http://ichart.finance.yahoo.com/table.csv?';
URL = strcat(URL, '&s=', upper(codigo) );
URL = strcat(URL, '&d=', num2str(mm-1));
URL = strcat(URL, '&e=', num2str(dd));
URL = strcat(URL, '&f=', num2str(aaaa));
URL = strcat(URL, '&g=d&a=0&b=1&c=', In_Hist);
URL = strcat(URL, '&ignore.csv')
%-----
% conexión a URL y recepción de datos en buffer
buffer = java.io.BufferedReader(java.io.InputStreamReader(...
    openStream(java.net.URL(URL))));

%Leemos y descartamos cabecera
elimia= readLine(buffer);
%-----
% Lee todas las líneas restantes en el buffer
ptr = 1;
while 1

    fila= char(readLine(buffer));

    % si es el final rompemos el bucle
    if length(fila)<3, break; end

    % buscamos las posiciones de las comas
    comas= find(fila==' ,');

    % extraemos las variables high, low, open, close, etc.
    DATEvar = fila(1:comas(1)-1);
    OPENvar = str2num( fila(comas(1)+1:comas(2)-1));
    HIGHvar = str2num( fila(comas(2)+1:comas(3)-1));
    LOWvar = str2num( fila(comas(3)+1:comas(4)-1));
    CLOSEvar = str2num( fila(comas(4)+1:comas(5)-1));
    VOLvar = str2num( fila(comas(5)+1:comas(6)-1));
    adj_close = str2num( fila(comas(6)+1:end) );

    % posible opción de ajuste por dividendos, splits, etc.
    DATEtemp{ptr,1} = DATEvar;
    OPENTemp(ptr,1) = OPENvar;  %* adj_close / CLOSEvar;
    HIGHTemp(ptr,1) = HIGHvar; %* adj_close / CLOSEvar;
    LOWtemp(ptr,1) = LOWvar; %* adj_close / CLOSEvar;
    CLOSETemp(ptr,1) = CLOSEvar; %* adj_close / CLOSEvar;
    VOLtemp(ptr,1) = VOLvar;

    ptr = ptr + 1;
end

%Invertimos el orden de los elementos de cada vector
hist_date = flipud(DATEtemp);
hist_open = flipud(OPENTemp);
hist_high = flipud(HIGHTemp);
hist_low = flipud(LOWtemp);
hist_close = flipud(CLOSETemp);
hist_vol = flipud(VOLtemp);

%guardamos los datos depurados en el fichero .mat
save simbolo,'hist_date','hist_high','hist_low','hist_open','hist_close','hist_vol');

```





```

R=0;
P_compra_c(i)=clos(d);
GAc(i)=P_Venta_c(i)-P_compra_c(i);
GTc=GAc(i)+GTc;

end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
BT=GT+GTc;
%generamos una matriz de 30x30 que almacena los resultados del balance
%para cada combinacion Pdi/Pdx
MBT(Pdi,Pdx)=BT;
end
end
%calculamos el maximo de esa matriz
A=max(MBT);
B=max(A);
%identificamos la fila y la columna que corresponde al maximo
[f c]=find( B==MBT);
%MBT(f,c);
di=f;
dx=c;
%=====  
% Representación grafica tridimensional del balance correspondiente a calda

figure
surf(MBT)
shading interp
colormap(hsv)
xlabel('Periodo ADIs')
ylabel('Periodo ADX')
title('MATRIZ DE AJUSTE')

figure
pcolor(MBT)
shading interp
colormap(hsv)
xlabel('Periodo ADIs')
ylabel('Periodo ADX')
title('MATRIZ DE AJUSTE')

```