

# **MEMORIA DEL TRABAJO FIN DE GRADO**

**ROBOTRADER: SISTEMA ALGORÍTMICO DE TRADING EN LOS  
MERCADOS FINANCIEROS**

**(ROBOTRADER: ALGORITHMIC TRADING SYSTEMS IN FINANCIAL  
MARKETS)**

**Autor:** D. Víctor Manuel Pérez Santos

**Tutor:** D. Javier Giner Rubio

Grado en Administración y Dirección de Empresas  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES  
Curso Académico 2013 / 2014

San Cristóbal de La Laguna, a 2 de julio del 2014.

D. Javier Giner Rubio del Departamento de Economía Financiera y  
Contabilidad

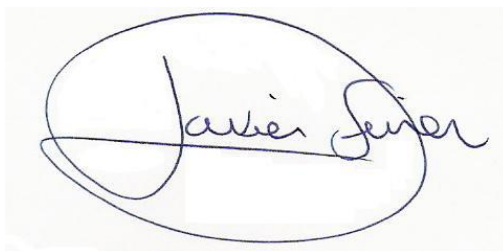
CERTIFICA:

Que la presente Memoria de Trabajo Fin de Grado titulada “Robotrader:  
sistemas algorítmicos de trading en los mercados financieros” y presentada por  
el alumno Víctor Manuel Pérez Santos

realizada bajo mi dirección, reúne las condiciones exigidas por la Guía  
Académica de la asignatura para su defensa

Para que así conste y surta los efectos oportunos, firmo la presente en La  
Laguna a dos de julio de dos mil catorce.

Fdo: D. Javier Giner Rubio

A handwritten signature in blue ink, reading "Javier Giner", enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is written in a cursive style.

San Cristóbal de La Laguna, a 2 de julio del 2014.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>2. TRADING ALGORÍTMICO</b> .....	5
2.1. INTRODUCCIÓN.....	5
2.2. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE TRADING .....	6
2.2.1. Criterios financieros .....	6
2.2.2. Componentes .....	7
2.3. BACKTESTING.....	9
<b>3. OPERATIVA DEL TRADING</b> .....	9
3.1. PLATAFORMAS DE TRADING.....	9
3.2. EASYLANGUAGE.....	12
3.3. ÓRDENES DE TRADING.....	15
3.4. ESTRATEGIAS DE TRADING .....	17
<b>4. ELABORACIÓN PROPIA DE UN SISTEMA DE TRADING</b> .....	20
4.1. ESTRATEGIA: CRUCE DE DOS MEDIAS EXPONENCIALES.	21
4.2. DATOS DESCRIPTIVOS.....	22
4.3. PROGRAMACIÓN DE LA ESTRATEGIA .....	23
4.3.1. Inputs .....	23
4.3.2. Variables.....	23
4.3.3. Funcionamiento .....	24
4.4 RESULTADOS .....	25
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	30
<b>6. AGRADECIMIENTOS</b> .....	31
<b>7. REFERENCIAS</b> .....	32

# ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

## CUADROS

Cuadro 2.2.2.1. Componentes básicos.....	7
Cuadro 2.2.2.2. Componentes de gestión de capital. ....	8
Cuadro 2.2.2.3. Componentes de diversificación. ....	8
Cuadro 3.2.1. Tipos de variables que acepta EasyLanguage.....	13
Cuadro 3.2.2. Tipos de operadores que acepta EasyLanguage.....	14
Cuadro 3.4.1. Inputs para elaboración sistema RSI. ....	18
Cuadro 3.4.2. Inputs para elaboración sistema MACD. ....	19
Cuadro 3.4.3. Inputs para elaboración sistema medias móviles. ....	20
Cuadro 4.3.3.1. Estrategia del Cruce Doble Exponencial.....	24
Cuadro 4.3.3.2. Indicador del Cruce Doble Exponencial. ....	25

## GRÁFICOS

Gráfico 4.4.1. Estrategia Cruce Doble aplicada a cotización diaria de GOOG.....	27
Gráfico 4.4.2. Resultados obtenidos por trade con Estrategia Cruce Doble en GOOG.....	26
Gráfico 4.4.3 MAE de la Estrategia Cruce Doble Exponencial .....	26
Gráfico 4.4.4. MFE de la Estrategia Cruce Doble Exponencial. ....	27
Gráfico 4.4.5. Eficiencia por trade con Estrategia Cruce Doble (%).....	28
Gráfico 4.4.6. Drawdown por trade con Estrategia Cruce Doble .....	29
Gráfico 4.4.7 Equity Curve con Estrategia Cruce Doble.....	29

## **RESUMEN**

Partiendo del hecho de que los avances tecnológicos han permitido poner en marcha estrategias automáticas de trading en los mercados financieros, consideramos necesario la comprensión del proceso de elaboración así como su posterior funcionamiento dentro del escenario bursátil con objeto de valorar la utilidad que le reporta al inversor.

Para ello, tras definir conceptos básicos referidos a la operativa automática de trading, hemos repasado las plataformas donde podría operar el sistema así como las características de programación necesarias para su elaboración y las órdenes que podría emitir. Nos apoyaremos en algunos indicadores para proceder a la elaboración propia de una estrategia de medias móviles exponenciales con la que programaremos un sistema algorítmico y la aplicaremos al mercado de acciones de Google.

El trabajo desarrollado deja abierto un campo de investigación repleto de posibilidades de negocio para el inversor dentro de la operativa automática en los mercados financieros.

## **PALABRAS CLAVE**

Trading automático – Trading algorítmico – Estrategia de trading

## **ABSTRACT**

Technological advances has enabled the development of automatic trading strategies in financial markets. The goal of this work is the research about the elaboration process of trading strategies in stock markets, as well as its subsequent performance measurement, in order to obtain a real profit to the investor.

Therefore, after defining basic concepts of operational automatic of trading, we have reviewed platforms where the system could operate, as long as the program features required for its elaboration and orders it could deliver. We shall rely in some indicators to develop exponential moving average strategy, that will be validated with Google's stock market.

The performed work open an width field full of business opportunities with possibilities inside the automatic operation for the investor in financial markets.

## **KEYWORDS**

Automatic trading – Algorithm trading – Trading Strategy

## 1. OBJETIVOS

Son muchas y variadas las razones tanto racionales como irracionales, por las cuales una persona decide dedicarse al trading, pero la más destacada se basa en la expectativa de rentabilizar de forma eficiente los activos financieros que tiene disponibles. Hasta hace algunos años, el ejercicio de esta actividad exigía que el individuo se sometiese a la presión de la toma de decisiones en momentos críticos, esto producía la necesidad de un elevado componente de intuición que no se correspondía con los principios del método científico exigido para el desarrollo profesional de un trader.

Las nuevas tecnologías poco a poco han ido dando paso a un nuevo campo de desarrollo cuyas posibilidades son infinitas. Las teorías de comportamiento de los mercados han ido confluyendo en modelos estadísticos robustos los cuales han sido capaces de minimizar el error y ello se ha traducido en la limitación del riesgo y la preservación del capital, variables las cuales miden los profesionales del trading para evaluar quien es el trader más fiable. En virtud de la ineludible colisión entre la tecnología y los modelos matemáticos, se ha desarrollado el trading algorítmico.

A raíz del nacimiento conceptual de trading automático cobra sentido este proyecto. Abordaremos el marco teórico en el cual nos moveremos definiendo los conceptos básicos, evaluaremos las plataformas virtuales disponibles para operar en los diferentes mercados y justificaremos el por qué finalmente se ha optado por TradeStation y por tanto, utilizado el lenguaje de programación EasyLanguage.

A continuación se hará mención a las estrategias de trading más utilizadas en el área bursátil y describiremos sus características, de tal forma que nos apoyaremos en estas reglas del trading para la elaboración de nuestro propio robot virtual. Enunciaremos las pruebas de fiabilidad a las que deberán someterse las estrategias antes de colocarlas en tiempo real y que operen en el mercado en base a los resultados obtenidos por el BackTesting de nuestro sistema.

Por tanto, el objetivo radica en la elaboración de un algoritmo que sea capaz de operar de forma automática en los mercados financieros. Limitaremos el experimento dentro de un escenario simple y se irá dando las explicaciones pertinentes a la complejidad del mercado a medida que avancemos en las especificaciones técnicas del proyecto.

En definitiva, la finalidad del trabajo consiste por una parte en aportar una visión general del trading automático estableciendo procedimientos y método científico a su estudio y por otra parte, en analizar hasta qué punto un inversor puede destinar sus recursos a un robot virtual dentro del caos que existe en los mercados financieros.

## 2. TRADING ALGORÍTMICO

### 2.1. INTRODUCCIÓN

El trade, también conocido como intercambio de bienes en una economía, es la transferencia de la propiedad de los bienes de una persona o entidad a otra por conseguir un producto o servicio fruto de esa transacción. Una red que permita el comercio se le denomina mercado (William , 2008). A raíz de esta definición, se entiende por trading el ejercicio de la actividad del trade, la cual puede ser ejercida de manera discrecional<sup>1</sup> o automática. Es precisamente fruto de la diversidad de oportunidades que ofrece el hecho de realizar este tipo de operaciones, que nace el concepto de trading algorítmico.

El trading algorítmico, también conocido como trading automático o black-box trading, se trata de una modalidad de trading que consiste en operar mediante plataformas virtuales vinculadas a los mercados financieros con estrategias automáticas previamente programadas que se activarán atendiendo a la variables tiempo, precio y/o cantidad.

El trading automático nace con la finalidad de eliminar la influencia de las emociones en la toma de decisiones en el mercado, de tal forma que permita al inversor (siempre y cuando disponga de la psicología necesaria) disponer de mayor tranquilidad al no tener que estar vigilando el mercado continuamente. Además, se traduce en eficiencia operativa ya que las órdenes que se emiten automáticamente utilizando como bróker<sup>2</sup> una plataforma virtual producen menos errores a la hora de emitir la orden así como un menor tiempo de gestión que hace que disminuya el deslizamiento<sup>3</sup>.

Sin disponer de sistemas algorítmicos de trading en los mercados financieros, la concentración de nuestra capacidad inversora se centrará en menos productos y todos dispondrán de similares niveles de riesgo, pero utilizando el trading algorítmico se podrá diversificar la cartera, disminuyendo el riesgo y aumentando las posibilidades de rentabilizar la inversión.

Debido a que el concepto de trading automático está basado en la elaboración previa de una estrategia que podemos programar, tiene sentido enlazar los términos para la comprensión certera del significado. Existen tantas estrategias como la creatividad del trader esté dispuesta a ofrecer, de tal forma que se pueden diseñar atendiendo a si se trata de mercados tendenciales o anti-tendenciales, observando pautas temporales a lo largo del histórico del mercado, estableciendo parámetros específicos de salida y entrada, etcétera. No obstante, a lo largo de este trabajo se va a procurar atender a criterios objetivos que devuelvan al inversor un margen de confianza que le permita operar en niveles de seguridad aceptable.

Para la elaboración de la estrategia, se deberá establecer como punto de partida cuánto será el riesgo/recompensa que está dispuesto a asumir el trader (Fitschen, 2013). A partir de esa decisión, se tendrán en cuenta determinados indicadores bursátiles que deberán ajustarse al perfil del inversor y las estrategias serán evaluadas mediante un proceso de backtesting cuyo rendimiento definirá la confianza relativa de la que

---

<sup>1</sup> Es aquel basado en la propia intuición del trader sin disponer de reglas a seguir de forma sistemática.

<sup>2</sup> Se trata del intermediario (individuo o institución) entre el comprador y el vendedor de activos financieros.

<sup>3</sup> Conocido como “slippage” en inglés, se refiere a la diferencia entre el precio al cual ejecutamos la orden y el precio en el que realmente se realiza.

dispondrá el profesional con respecto al modelo. Es importante tener en cuenta que un único parámetro no nos va a permitir decidir la “bondad” de una estrategia.

## **2.2. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE TRADING**

Un sistema de trading como tal se trata de un autómatas capaz de seguir unas instrucciones concretas específicas y objetivas sobre un determinado activo (Jones, 1999). Un buen sistema de trading automático deberá ser eficiente, fiable y estable. Hablamos de que un sistema es eficiente cuando consigue aprovechar el mayor margen de beneficio (run-up) que genera la operación; será fiable cuando es capaz de establecer un rango de consecución de los objetivos ajustable a las expectativas del inversor de tal manera que las operaciones que se realicen contengan un componente estadístico sólido respecto a los resultados y además entenderemos que es un sistema estable cuando exista una correlación positiva entre la eficiencia y la fiabilidad del sistema de tal manera que las operaciones no experimenten tramos con posibilidad de pérdidas fuera de los parámetros establecidos.

### **2.2.1. Criterios financieros**

A razón de estas condiciones es preciso definir ciertos criterios o ratios financieros<sup>4</sup>, aplicados sobre los resultados tras la fase de backtesting de la estrategia, que ayudarán a tomar una criterio de decisión sobre si el sistema finalmente es apto o no en términos de rendimiento, estos son:

- ✓ Con respecto a la eficiencia:

Maximun Adverse Excursion (MAE): representa la peor posición en la que podríamos haber salido a lo largo de la operativa (Trade2win, 2014). Esto es útil porque se puede dar el caso de que nos encontremos ante un determinado sistema que aparentemente reporte unos buenos resultados pero cuyo MAE sea muy elevado, esto se traduce en un riesgo demasiado alto que no garantiza en absoluto los resultados obtenidos en tiempo real.

Maximun Favorable Excursion (MFE): en contraposición al MAE, representa la mejor posición en la que podríamos haber salido a lo largo de la operativa. Este índice nos puede aportar una visión global de cómo gestionamos nuestras operaciones y si la ganancia real de nuestro sistema está solventada por un límite superior que la avale, pudiendo tener como referencia este dato para establecer profitfactor en la estrategia.

- ✓ Con respecto a la fiabilidad:

Win ratio: en esencia se trata del porcentaje de trades que obtienen un beneficio con respecto al total efectuado. A partir de este índice los inversores tendrán la capacidad de establecer expectativas de beneficio y el grado de riesgo que estarán dispuesto a asumir. En general se estima que una estrategia es fiable a partir de operar entre un 60- 65 % de win ratio (Wagner, 2013). Esto implica que operar con rendimientos por encima de esta media resulta una práctica sospechosa que no asegura en tiempo real la permanencia en niveles ganadores mucho tiempo.

---

<sup>4</sup> Gracias a D. Francisco José Domínguez, responsable del Área de Investigación en Technical Trading System (TTS) sabemos que estos índices expuestos son en los que se basan los profesionales.



$$\text{Win ratio} = \left( \frac{\text{Ganadoras}}{\text{Total}} \right) \times 100$$

✓ Con respecto a la estabilidad:

Drawdown: se trata del instrumento matemático mediante el cual podemos medir el retroceso en la curva de resultados respecto al anterior máximo en dicha curva, recurriendo a este parámetro podemos definir el riesgo de nuestro sistema de trading. El análisis del Drawdown (tanto en profundidad como en tiempo) es sumamente importante a la hora de evaluar si un determinado sistema de trading es susceptible de ser operado o no, puesto que uno de los principales errores que cometen muchos inversores es preocuparse únicamente de lo que el sistema gana históricamente, sin tener en cuenta lo que ha tenido que “sufrir” el sistema para poder obtener esos resultados finales.

Formalmente, se recurre al Máximo Drawdown (MDD) para representar la fiabilidad de una determinada estrategia (Hamelink, 2003), su fórmula es:

$$MDD(T) = \max_{\tau \in (0,t)} [X(t) - X(\tau)]$$

### 2.2.2. Componentes

A continuación se adapta, atendiendo a las etapas y alternativas del proceso de desarrollo de un sistema automático de trading, una tabla elaborada por Roberto Marcos, developer de SERSAN SISTEMAS S.L., la cual sintetiza los componentes básicos para la elaboración de un algoritmo en un sistema de trading. En el autómata desarrollado en este trabajo se expondrán de forma práctica los conceptos que se definen a continuación.

➤ Componentes básicos

Un sistema de trading como mínimo deberá activar los mecanismos para entrar y salir del mercado, por ello es obligatorio establecer las instrucciones que doten al robot de estas características.

<b>SETUP</b>	Conjunto de reglas necesarias para la activación del mecanismo de entrada.
<b>FILTRO</b>	Conjunto de reglas encargadas de reducir las señales no beneficiosas del mecanismo de entrada. Puede definirse como un filtro de tendencia, o incluso usar elementos externos al valor como pueden ser índices de mercado.
<b>ENTRADA</b>	Mecanismo que definirá la forma y el momento de entrada.
<b>EXIT SETUP</b>	Conjunto de reglas necesarias para la activación del mecanismo de salida.
<b>SALIDA (CIERRE)</b>	Mecanismo que define la forma y el momento de salida.

Cuadro 2.2.2.1. Componentes básicos para la programación de un sistema automático de trading. Fuente: Diapositivas EasyLanguage de Roberto Marcos (2014). Elaboración propia.

➤ Componentes de gestión de capital

La gestión de capital es uno de los pilares del equilibrio en la operativa dentro de los mercados financieros, en este aspecto dentro del área profesional se recomienda utilizar estrategias anti martingale<sup>5</sup>, no llegar a los apalancamientos asimétricos<sup>6</sup>, y otras recomendaciones de gestión eficiente para controlar las emociones (Fraga, 2011). Aquí reside la respuesta a cuánto capital vamos a destinar a cada operación y cuándo saldremos del sistema.

<b>STOP LOSS</b>	<b>Inicial</b>	Mecanismo de protección para controlar el riesgo y/o cerrar operación.
	<b>Calculado</b>	
	<b>Trailing <sup>7</sup></b>	
	<b>TimeStop</b>	
<b>PROFIT EXIT SETUP</b>		Conjunto de reglas necesarias para la activación del mecanismo de salida con beneficio.
<b>PROFIT TARGET/ PROFIT STOP</b>		Mecanismo de salida con beneficios.

Cuadro 2.2.2.2. Componentes de gestión de capital para la programación de un sistema automático de trading. Fuente: Diapositivas EasyLanguage de Roberto Marcos (2014).

Elaboración propia.

➤ Componentes de diversificación

Es recomendable obtener rentabilidades previsiblemente más bajas en determinados activos por realizar esta estrategia de disminución del riesgo: la diversificación. Es entendida como una forma de prudencia por parte del inversor y muy útil en términos de protección del patrimonio.

<b>PIRAMIDACIÓN SETUP</b>	Conjunto de reglas necesarias para establecer un mecanismo de agregación o eliminación de contratos.
<b>PIRAMIDACIÓN</b>	Mecanismo que define la forma y el momento de salida.
<b>SALIDA PARCIAL SETUP</b>	Conjunto de reglas necesarias para la activación del mecanismo del cierre parcial.
<b>SALIDA PARCIAL</b>	Mecanismo que define la forma y momento de salida.

Cuadro 2.2.2.3. Componentes de diversificación para la programación de un sistema automático de trading. Fuente: Diapositivas EasyLanguage de Roberto Marcos (2014). Elaboración propia.

<sup>5</sup> También conocido como sistema Paroli, consiste en apostar más cuando ganas y volver a la apuesta inicial cuando pierdes.

<sup>6</sup> Basado en la idea de que el esfuerzo para recuperar una pérdida es mayor que obtener una ganancia que la amortice.

<sup>7</sup> Orden de stop que se establece con referencia a un porcentaje de seguridad sobre el precio.

## **2.3. BACKTESTING**

El proceso de evaluación de las rentabilidades que caben esperar de una estrategia de trading basada en los rendimientos calculados a partir de datos históricos se denomina BackTesting (Holland, 2013). Gran cantidad de traders utilizan esta herramienta para demostrar que la estrategia ha funcionado en el pasado y establecen parámetros de confianza para que reporte buenos resultados en tiempo real, no obstante hay que tener en cuenta que los componentes predictivos nunca serán absolutamente ciertos y que existen una serie de cuestiones inherentes al análisis de los rendimientos históricos que no se consiguen evaluar.

El BackTesting por tanto puede ser una manera de desarrollar una estrategia de inversión de éxito sin dejar de tener presente los peligros que ello conlleva, dentro de los cuales se pueden mencionar: el exceso de confianza de un sistema que ha funcionado muy bien en los históricos u olvidar los gastos de gestión como pueden ser las comisiones<sup>8</sup> o los deslizamientos. Por ello, si tenemos en cuenta las trampas psíquicas que se derivan del BackTesting, se podrá prevenir la falsa sensación de seguridad y evitar obtener unas pérdidas significativas.

Cualquier estrategia se puede adaptar a un histórico de tal forma que los resultados que arrojen sean excepcionalmente positivos y robustos. Ajustando los criterios estratégicos dentro de un periodo específico se pueden alcanzar rendimientos que probablemente nunca se vuelvan a repetir en tiempo real. Además, el inversor deberá valorar la liquidez de un valor y la capacidad de realizar las transacciones a los precios que están determinados (Cesari, 2010). Sin una compensación adecuada de la liquidez de los precios, el BackTesting podría reflejar resultados beneficiosos que no se puedan reproducir en el futuro.

En definitiva, lo que se pretende es abordar la evaluación de una estrategia específica para determinar si va a funcionar en el futuro, no obstante, el BackTesting señalará con total seguridad cual habría sido la mejor estrategia que habría funcionado en el pasado pero no reporta seguridad a la hora de establecer estrategias de cara al futuro.

## **3. OPERATIVA DEL TRADING**

### **3.1. PLATAFORMAS DE TRADING**

Existen multitud de plataformas virtuales que permiten a los traders operar. Es necesario por tanto una evaluación de las mismas para decidir cuál se ajusta mejor a las necesidades particulares de cada individuo. Las plataformas que se exponen a continuación son aquellas de las que hemos obtenido evidencia y se han prestado a colaborar con el programa ROBOTRADER impartido por la Universidad Politécnica de Madrid.

---

<sup>8</sup> Pagos realizados a un intermediario (bróker) para realizar transacciones y despejar las operaciones.

✓ TRADER WORKSTATION (TWS)



Esta plataforma ha sido desarrollada por la prestigiosa empresa Interactive Brokers, la cual está respaldada por la confianza que depositan en ella miles de inversores. La principal virtud que han otorgado al software TWS está basada en la optimización de la velocidad transaccional en la operativa comercial.

En general se trata de un espacio de trabajo con interfaz simple donde poder elaborar sofisticadas gestiones de órdenes de compra y venta, análisis, monitorización de cuentas y toda la operatoria propia de una plataforma virtual dedicada al trading. Además, establece una precisión exacta de los datos en tiempo real supervisado por profesionales que garantizan la veracidad de los mismos.

Las especificaciones técnicas anteriores sumadas a las herramientas internas disponibles para la mejora de eficiencia en los estilos de negociación hacen de TWS una potente y llamativa plataforma de gestión de las inversiones. Tras haber conseguido una de sus “Paper Trading Account”<sup>9</sup> gracias a los convenios propios de la edición de ROBOTRADER, tuvimos la oportunidad de operar en esta plataforma.

✓ NINJA TRADER



Desde el año 2003 ha sido pionera en muchos avances dentro del campo del trading, destinando sus esfuerzos en mejorar las debilidades que poseen el resto de plataformas. A día de hoy se ha convertido en una herramienta muy potente y contempla todas las herramientas que podamos utilizar. Además, gracias a los logros alcanzados a lo largo de los años, es una de las plataformas más reconocidas del mercado.

Las principales características de NinjaTrader son la fiabilidad y sus nulas limitaciones, por lo que la hacen una de las más potentes para hacer trading. Entre sus innovaciones incluye el SuperDOM, un revolucionario programa dentro de la plataforma con una potente interfaz donde es posible visualizar de una forma fácil y rápida el precio dentro del mercado de acciones además de permitirnos entrar y salir en tiempo real una vez se haya obtenido los permisos por parte de la empresa.

✓ TRADESTATION



---

<sup>9</sup> Se trata del nombre que reciben los permisos requeridos para realizar operaciones dentro de TWS.

Se trata de la plataforma que mejor se ha ajustado a nuestras necesidades por diversos factores pero sobre todo, ha sido la plataforma en la que hemos tenido más acceso formativo para conocer su operativa. En la edición de ROBOTRADER 2014, TradeStation ha sido la plataforma a la cual le han dedicado un seminario explicativo y ello ha permitido comprender cada aspecto de su funcionamiento.

Además, dispone de un lenguaje de programación propio el cual analizaremos en detalle llamado EasyLanguage, diseñado específicamente para la operativa bursátil. Esto se traduce en que el producto finalmente sea más accesible para los que apenas poseen nociones de programación.

Existe especial interés por parte de las personas que se empiezan a asomar al mundo del trading por conocer información sobre los diversos tipos de mercados que existen y las particularidades que poseen cada uno. Es común desde fuera observar la Bolsa como un lugar donde existe mucho dinero pero inaccesible desde el punto de vista formativo. Por esta razón se ha decidido hacer mención a los mercados en los cuales se puede operar con la plataforma TradeStation y establecer ciertas aclaraciones convenientes:

- **STOCKS:** es el mercado de acciones y el principal referente cuando nos referimos a la Bolsa en términos generales puesto que se trata de una de las fuentes más importantes de recaudación de capital para las empresas. Existen muchas características por las cuáles los inversores consideran atractivo este mercado, pero con respecto al trading la principal se basa en la liquidez.
- **FUTURES:** se trata de un mercado de subasta mediante el cual los participantes compran y venden materias primas con contratos establecidos en fechas futuras donde queda pactado el precio, la cantidad y la fecha de vencimiento.
- **OPTIONS:** el mercado mediante el cual se regulan los contratos de opciones que permiten al tenedor el derecho a vender o comprar un bien subyacente se denomina “mercado de opciones”, son muy similares a los mercados de futuros y al igual que en estos también se especificará en el contrato la fecha de vencimiento además del tipo de opción.
- **FOREX:** es el nombre que se ha otorgado al mercado de divisas, el cual posee mayor liquidez debido a los volúmenes totales del efectivo negociado y es el más grande del planeta debido a sus características, las cifras que se manejan arrojan una cifra de negocios de 1,9 billones de dólares diarios teniendo en cuenta todas las monedas del mundo. El intercambio de divisas se realiza principalmente Over The Counter (OTC<sup>10</sup>), por lo que está operativo las 24 horas del día durante los cinco días hábiles de la semana.

Resulta imprescindible destacar que la elaboración de un sistema no tiene por qué basarse en el comportamiento específico de un activo, es posible que una estrategia

---

<sup>10</sup> Se trata de un tipo de mercado donde se negocian instrumentos financieros directamente entre dos partes.

funcione muy bien en históricos tendenciales y también lo haga con anti-tendenciales o en su defecto no se adapte a ningún escenario conocido. Los traders profesionales una vez que elaboran sus estrategias genéricas, basan su procedimiento en la depuración y optimización de la misma en torno a cotizaciones específicas para controlar al máximo las variables que interfieren en ella.

### **3.2. EASYLANGUAGE**

Tras la revisión y estudio de diferente y variada bibliografía, se puede obtener un factor común en el que los autores están de acuerdo: los sistemas sencillos son los que reportan mejores resultados. Esto se explica en gran parte porque a medida que aumenta la complejidad de un algoritmo también lo hará la probabilidad de error del mismo. A razón de lo mencionado, resulta crítico dominar el lenguaje de programación que vayamos a utilizar para materializar la estrategia que queramos elaborar de la forma más simple y eficiente posible.

Las facilidades que brinda TradeStation mediante EasyLanguage con respecto al buen material didáctico repleto de información valiosa, como son ejercicios prácticos, tutoriales, respuesta a dudas frecuentes, etcétera., ha favorecido que nuestra elección final se decantase por esta opción. Es de interés destacar que dentro de este lenguaje de programación existen dos niveles atendiendo a los conocimientos que posea el individuo, de tal manera que existe por un lado una dimensión avanzada que es más potente y más compleja (similar a Visual Basic.Net) la cual se distingue porque permite extender la plataforma hasta incluso una programación orientada a objetos, y por otro lado, el lenguaje de programación por el cual finalmente hemos optado que se trata de una versión básica de estilo matricial (similar a Excel) y que no permite las particularidades ante mencionadas.

Es preciso tener conocimiento de los comandos necesarios para el desarrollo de un programa que, en este caso, realice operaciones de trading (Cardelli, 1985). Por ello, a continuación presentamos las características de programación esenciales que utiliza EasyLanguage. En este capítulo repasamos las declaraciones de los componentes más relevantes a la hora de elaborar una estrategia de trading programada, desde los inputs y variables así como los operadores que enlazan estos mecanismos hasta dotarles de reacción con la condición IF, hasta los tipos de datos numéricos específicos que se utilizan en el desarrollo de las estrategias de compra venta de activos financieros.

#### ➤ Declaración de inputs y variables

Entendemos por variable cualquier característica o cualidad de la realidad que es susceptible de asumir diferentes valores, es decir, que puede variar, aunque para un objeto determinado que se considere puede tener un valor fijo (Sabino, 1980). Sabiendo que el objetivo del autómata está basado en el almacenamiento de información en diversas variables para su posterior procesamiento, es fundamental definir los inputs que serán con los que trabaje el robot.

EasyLanguage, como la mayoría de lenguajes de programación, nos permite trabajar con variables que pueden corresponder a un valor inicial, a un valor numérico, a una booleana o a la implementación de texto. Además es posible realizar una asignación de variables compuestas siempre y cuando queden bien definidas. Las formulas mediante las cuales se definen y asignan las variables en EasyLanguage se detallan en el siguiente cuadro.

VARIABLE	FÓRMULA
Valor inicial	<i>Var: NombreVariable (valor inicial);</i>
N Numérica	<i>Var: LastHigh (0);</i>
Booleana	<i>Var: NewHigh (false);</i>
Texto	<i>Var: HighAlert ("");</i>
Compuesta	<i>Vars: SlowAverage(0), FastAverage (0); SlowAverage = Average(Close, 18); FastAverage = Average(Close, 9);</i>

Cuadro 3.2.1. Tipos de variables que acepta EasyLanguage. Fuente: TradeStation (2014).  
Elaboración propia.

➤ Bloque de condición IF

Es común el establecimiento de órdenes atendiendo a la ocurrencia o no de un hecho aislado, a raíz de esta lógica nace la condición IF. Se trata de programar una dinámica en la cual se tengan en cuenta las expectativas de que ciertos eventos se produzcan para, en función de ello, tomar una respuesta u otra. Utilizando este procedimiento se consigue dotar al programa de capacidad de decisión objetiva y es aquí donde se marca el componente diferencial con respecto al trading discrecional.

Matemáticamente, en el caso de que se cumpla la condición que le hayamos impuesto a la hora de programar se ejecutará la sentencia. Hay que tener en cuenta que si disponemos de una condición compuesta por varias sentencias, se deberá inicializar la declaración con BEGIN y acabar con END. A modo ilustrativo en programación de EasyLanguage, establecer la variable y un bloque de condición IF sería:

```
Var: Bar1Range (0);  
  
if Date <> Date[1] then Bar1Range = Range;
```

➤ Tipos numéricos

Los datos de tipo numérico pertenecen al conjunto de datos primitivos <sup>11</sup> que están presente en los lenguajes de programación. Con “datos numéricos” nos referimos a aquellos que nos permiten representar valores escalares o información en forma cuantitativa, permitiéndonos realizar operaciones aritméticas básicas o cálculos más avanzados con sus valores. Este tipo de datos a su vez están formados por los números enteros (los que representan valores numéricos sin parte fraccionaria) y los números reales (los que permiten representar una parte fraccionaria expresados con notación de coma flotante <sup>12</sup>).

Al tratarse de un lenguaje de programación dirigido específicamente para la operatoria en valores de mercado como lo es el trading, resulta crucial establecer como prioridad el uso del dato numérico dentro del programa en cuestión. Las facilidades que proporciona en este aspecto EasyLanguage le otorgan una ventaja con respecto al resto de lenguajes de programación, en el sentido de que se trata de un procedimiento más intuitivo para alcanzar tal grado de información específica.

<sup>11</sup> Están considerados como el rango de valores que puede tomar una variable durante la ejecución del programa (Luca Cardelli, 1985).

<sup>12</sup> Basada en la notación científica aplicada sobre todo a la CPU, consiste en la representación de números reales extremadamente grandes y pequeños de una manera eficiente y compacta.

Para la operatoria con números enteros se utiliza la función INT, mientras que para la utilización de un número real utilizaríamos los comandos o FLOAT o DOUBLE dependiendo de la precisión que estimemos en la coma flotante. Además, cabe la posibilidad de importar una serie numérica de, por ejemplo el Excel, siendo muy útil a la hora de transferir datos históricos sobre un determinado activo. A modo de ejemplo, podría resultar una declaración inicial de inputs y variables de la siguiente manera:

*Var: float AvgHighs(0), AvgLows (0), int LookBack(0);*

*Input: Price (NumericSeries);*

➤ Operadores

Una vez definidas las variables, se deberá procesar la información que almacenen. A raíz de este paso surge el concepto de operador en los lenguajes de programación, consiste en la ejecución de instrucciones mediante símbolos que representan enlaces entre cada uno de los argumentos que intervienen en una operación.

Existen operadores lógicos y operadores relacionales. Aquellos que se permiten utilizando EasyLanguage se detallan a continuación en la siguiente tabla.

OPERADORES	GRUPO	FUNCIÓN	SIMBOLO	EJEMPLO
Lógicos	Genérico	Y	AND	if Close > Close[1] AND Low < Low[1] then Alert;
		O	OR	if Close > Close[1] OR High > High[1] then Alert
Relacionales	Genérico	Igual	=	if Close = Close[1] then Value1;
		Diferente	<>	if Close <> Close[1] then Alert;
		Mayor/ menor	>/ <	if Close > Close[1] then Alert;
		Mayor/ menor o igual	>= / <=	if Close >= Close[1] then Alert;
	Otro	Cruza por encima	CROSSES ABOVE	if Close crosses above Average(Close,10) then Alert;
		Cruza por debajo	CROSSES BELOW	if Close crosses below Average(Close,10) then Alert;

Cuadro 3.2.2. Tipos de operadores que acepta EasyLanguage. Fuente: TradeStation (2014).  
Elaboración propia.

➤ Otras características

A modo explicativo, se puntualiza que EasyLanguage posee todas las funcionalidades de un lenguaje de programación, así que hemos decidido incluir información concerniente a determinadas características pese a que no las consideremos



recomendables para la creación de un sistema algorítmico de trading. Es importante recordar llegados a este punto que una estrategia debe ser sencilla porque de lo contrario aumenta la probabilidad de error.

Por un lado, se puede realizar una declaración de arrays el cual se trata de un tipo de dato estructurado que permite almacenar un conjunto de datos homogéneo, es decir, todos ellos del mismo tipo y relacionados.

*Arrays: arrayname [arraysize](initialvalue);*

Por otro lado se encuentran los bucles, cuya complicación en la implementación de esta función en un sistema de trading puede hacer colapsar la estrategia a menos que esté previsto realizar trading de alta frecuencia con un sistema muy elaborado y peligroso. En la programación, un bucle es una sentencia que se realiza repetidas veces a un trozo aislado de código, hasta que la condición asignada a dicho bucle deje de cumplirse. Entendemos que este tipo de órdenes no establecen una pauta de negociación controlable en el mercado, pueden complicar en exceso el desarrollo de la estrategia y por tanto, evitaríamos recurrir a ellas.

### **3.3. ÓRDENES DE TRADING**

Una vez asentadas las bases de la programación en general, deberemos centrarnos en las órdenes específicas que estimemos establecer en la operatoria de nuestro sistema de trading (Ruggiero, 1997). Según la plataforma que se utilice los comandos dispondrán de un nombre u otro pero en esencia realizan las mismas funciones. Dentro de TradeStation mediante el lenguaje de programación EasyLanguage se permiten numerosas maneras de comprar y vender en el mercado, por lo que se ha decidido realizar una distinción entre órdenes básicas (aquellas que ejecutan la entrada y la salida del mercado) y órdenes estratégicas (aquellas que informan cuando se procede).

Es importante tener en cuenta que la manera mediante la cual podemos confeccionar resoluciones precisas dentro del mercado es complementando las órdenes básicas con las estratégicas, de esta manera establecemos un patrón de qué se va a hacer cuando ocurra un determinado acontecimiento.

#### ➤ **ÓRDENES BÁSICAS**

##### ➤ De entrada:

- Buy: ejecuta la orden de comprar un determinado activo financiero, normalmente con la expectativa de que su valor vaya a subir, en la jerga profesional esto se conoce como añadir una “posición larga”. Cualquier posición que esté en corto<sup>13</sup> dentro de ese mercado, es decir, que estimemos que su valor vaya a bajar, será cerrada en su totalidad antes de establecer la posición larga. Por tanto, utilizando el comando “Buy” realmente puede ocurrir que estemos ejecutando dos órdenes una vez se active.
- SellShort: es la sentencia mediante la cual se puede entrar en corto dentro del mercado en cuestión. En consonancia con la coherencia de estas decisiones, al igual que el comando “Buy”, el hecho de ejecutar esta orden hará que cualquier posición larga existente sea liquidada por completo antes de

---

<sup>13</sup> Expresión habitual para referirse a la toma de acción del inversor cuando cree que la bolsa va a caer. Una forma es apalancando acciones para luego recomprarlas y sacar beneficios (Catalayud, 2007).

establecer la posición corta. Tenemos que con este comando también podríamos estar ejecutando dos órdenes una vez activada.

- De salida:
  - BuyToCover: si no existe ningún patrón de referencia en el mercado y no se define una estrategia clara a corto plazo, la manera mediante la cual cerramos una posición corta es utilizando la expresión BuyToCover, la cual literalmente significa “comprar para protegerse” cobrando sentido cuando una vez iniciada una estrategia con expectativa bajista del mercado este se comporta de forma distinta.
  - Sell: en contraste con la operativa “Buy”, este comando no abre la posición en corto, se limita a cerrar posiciones largas.
- ÓRDENES ESTRATÉGICAS
  - Next bar at Market: envía la orden de mercado en la apertura de la barra o el tick siguiente, esto quiere decir que una vez se cumpla la condición que se haya establecido en la estrategia, el autómata interactuará con el mercado en la siguiente barra que determine el mismo.
  - Next bar Stop: se trata de una orden de cierre de posición larga, definida por defecto en la plataforma TradeStation, tal como ocurre en la mayoría de plataformas virtuales. Se encarga de enviar la orden de mercado apenas se alcance el precio stop.
  - Next bar Limit: se suele utilizar para establecer un criterio de entrada en la operación, de tal forma que se trata de una orden que no es superior al precio para las compras ni tampoco inferior en el caso de las ventas. Esencialmente se trata de una orden a precio limitado en la siguiente barra si se alcanza el precio límite.

TradeStation nos permite operar teniendo en cuenta la información relativa a la posición que teníamos en el mercado hace  $T$  órdenes mediante el comando `MarketPosition(T)`. La ventaja que proporciona esta herramienta radica en que si se dispone de una estrategia que haya delimitado que cada  $N$  órdenes debemos realizar una determinada acción, se podría utilizar este código para posicionarse.

El valor -1 significa que estamos/estábamos cortos, en contraposición al valor 1 que implica que estamos/estábamos largos. En caso de que el valor sea 0 implica que estamos/estábamos fuera del mercado, por ejemplo:

*if MarketPosition = 0 then Buy at next bar at Market;*

El hecho de mantener una referencia de la posición en el mercado es una ventaja que nos ofrece multitud de posibilidades para establecer parámetros de acción en función de dicha información. En este sentido, dentro de TradeStation mediante la operatoria de EasyLanguage, se nos permite programar salidas cuando el autómata detecta que la operación actual está en beneficios. Esta mecánica se procesa mediante la expresión “OpenPositionProfit” basada en la idea de establecer la primera apertura

rentable y con la capacidad de crear salidas que aumentan sustancialmente el porcentaje de trades ganadores. Un ejemplo:

*if MarketPosition = 1 AND OpenPositionProfit > 0 then Sell bar on Close;*

Por último, se destaca que también existe la posibilidad de crear salidas por temporizador utilizando como referencia el comando “BarsSinceEntry”. Este tipo de salidas resultan de mucha utilidad para aprender a salir del mercado, no obstante en la operatoria real resulta muy complicado que los patrones se repitan en barras precisas dentro de la operación y, en el caso de establecer una estrategia ganadora, la expectativa de ganancia estaría enfocada a una predicción azarosa y sin rigor científico que la avale.

*if MarketPosition = 1 AND BarsSinceEntry > 5 then Sell next bar at Market;*

### **3.4. ESTRATEGIAS DE TRADING**

A la hora de llevar a cabo una inversión, además de las expectativas y procesos que ello conlleva, se requiere de una estrategia que será el marco regulatorio mediante el cual se tomen las decisiones oportunas (Hill, 2000). Es por este motivo que el trading discrecional requiere de una fortaleza mental lo suficientemente preparada para enfrentarse al arrepentimiento del “...de haberme ceñido al plan”. En definitiva podríamos definir una estrategia de inversión como el conjunto de reglas, comportamientos y procedimientos diseñados para guiar a un inversor en la selección de una cartera de valores.

Las estrategias pivotan frente a la dicotomía riesgo-retorno de valor, en el sentido que se cumple la relación capital/tiempo en el desarrollo de las inversiones. Habrá individuos que prefieran operar con un mínimo riesgo y disfrutar de las pequeñas rentabilidades que pueda ofrecer y otros que querrán maximizar los retornos operando en activos de riesgo. La mayoría de inversores se encuentran en un punto intermedio entre los que lo arriesgan todo y arriesgan muy poco, por tanto lo que se pretende con el sistema algorítmico es optimizar el riesgo en virtud de las expectativas de los individuos.

En el trading, las estrategias se basan en indicadores referidos al análisis técnico de los mercados (Murphy, 1999). Existen multitud de indicadores que dan lugar a diversas estrategias que pueden complementarse entre sí hasta alcanzar aquella que mejor se adapte a las expectativas del inversor. Es por ello que en este trabajo se hace referencia a tres de los indicadores más utilizados: RSI, MACD y las medias móviles, con su equivalente estrategia dentro de TradeStation.

#### ➤ **RELATIVE STRENGTH INDEX (RSI)**

El RSI es un indicador muy utilizado en el análisis técnico debido a la facilidad de su interpretación porque muestra la fuerza del precio mediante la comparación de los movimientos individuales al alza o a la baja (Wilder, 1978).

Este concepto nació de un experimento mediante el cual se consideró un periodo de T=14 donde si el RSI alcanzaba el nivel del 70% se entendía que el valor en cuestión estaba sobrecomprado y, por tanto, el especulador se plantearía vender. En contraposición, si alcanzaba el nivel del 30%, ello implicaría que el activo se encontraba sobrevendido y en consonancia, el mercado se plantearía comprar. En esencia, la teoría del RSI se basa en la idea de que cuando existe una alta proporción de movimientos

diarios en una dirección esto sugiere que se alcanzará el extremo y ello se traducirá en que los precios den la vuelta hasta establecerse en niveles considerados normales.

Extrapolando las características de comportamiento de este indicador a la estrategia, tendremos que establecer el número de 14 periodos mediante el cual se hallará el RSI y a raíz de esto, cuando el valor sea inferior o igual al 30% el sistema comprará y cuando el nivel sea igual o superior al 70%, venderá. A la hora de establecer el algoritmo podemos definir qué es lo que consideraremos “sobrecomprado” y qué “sobrevendido” además de definir el número de periodos que se haya estimado.

Utilizando la lógica del trading, se puede comprender que en este sistema existirá un único trade operando en el mercado, de tal forma que si se compra, se cerrará la posición en corto que haya establecida previamente en caso de existir.

Los parámetros para utilizar una estrategia RSI se resumen en la tabla elaborada a continuación.

INPUTS	DEFINICIÓN
<b>RSIPeriod</b>	Número de barras que se tendrá en cuenta para establecer el valor del RSI.
<b>RSIOverbought</b>	El nivel de RSI para que la estrategia determine la condición de sobrecompra.
<b>RSIOversold</b>	El nivel de RSI para que la estrategia determine la condición de sobreventa.

Cuadro 3.4.1. Inputs para elaboración de estrategia referida al indicador RSI. Fuente: TradeStation (2014). Elaboración propia.

➤ **MOVING AVERAGE CONVERGENCE DIVERGENCE (MACD)**

El MACD entendido como el indicador de análisis técnico significa literalmente Convergencia/Divergencia de la media móvil y está compuesto por tres componentes: el MACD en sí, la señal y el histograma. El componente MACD es la diferencia entre dos medias móviles exponenciales de diferente longitud: un promedio rápido establecido por convenio en 12 periodos de tal forma que sea sensible a los movimientos del precio a corto plazo y un promedio más lento, establecido por un promedio de 26 periodos.

El segundo componente se trata de la Señal, que será el encargado de realizar un promedio móvil exponencial del MACD explicado anteriormente, siendo el parámetro más común para establecer esta nueva variable dentro del conjunto es de 9 periodos. El histograma es el último de los componente que interactúan dentro del indicador MACD, será el encargado de indicar si finalmente se inicia o se cierra una posición basándose en la diferencia entre el MACD y la Señal.

La interpretación en el mercado radica en la posición del MACD con respecto a la Señal, de tal forma que si el primero está por encima del segundo se entiende que la decisión deberá ser de compra y si se produce el caso contrario en el que el MACD esté por debajo de la señal, se vende. No es recomendable esperar a confirmar la señal cuando el indicador cruce la línea cero ya que esto puede derivar en una operación tardía y sin criterio dentro del mercado.

Es posible que el precio alcance máximos más altos mientras el indicador disminuye sus máximos, esto se conoce como una divergencia negativa y se relativiza dentro del contexto como que el movimiento del precio está acabando y por tanto se genera una señal de venta. Análogamente en sentido contrario, la divergencia positiva se produce cuando el precio alcanza mínimos más bajos y el indicador aumenta sus mínimos, lo que produciría una señal de compra.

INPUTS	DEFINICIÓN
<b>FastLenght</b>	Número de barras que se tendrá en cuenta para calcular la media rápida. Normalmente es 12.
<b>SlowLenght</b>	Número de barras que se tendrá en cuenta para calcular la media lenta. Normalmente es 26.
<b>MACDLenght</b>	Número de barras utilizadas para calcular la media exponencial de la MACD.

Cuadro 3.4.2. Inputs para elaboración de estrategia referida al indicador RSI. Fuente: TradeStation (2014). Elaboración propia.

#### ➤ MEDIAS MÓVILES SIMPLES

Citando la definición de José Juan Cáceres Hernández (2007: 109) donde se enuncia que “las medias móviles son medias de las observaciones de la serie para intervalos de tiempo solapados de amplitud constante de modo que cada observación original es sustituida por un promedio de las observaciones originales situadas en torno a la primera”, podemos extraer ciertos matices relevantes para la aplicación práctica de esta herramienta dentro del análisis técnico.

Por un lado, la manera más intuitiva de analizar un conjunto de datos que van evolucionando a lo largo de una serie temporal es mediante el cálculo de las medias móviles, las cuales tal como su nombre indica, se tratan de una media sobre un conjunto de valores que tiene la particularidad que su cálculo se efectúa sobre un número concreto de datos (t días) que marcan el periodo. En este sentido, a medida que se incorpora un nuevo dato desaparece el primero, de esta forma se mantiene siempre este periodo de cálculo.

Son utilizadas para identificar la tendencia de un mercado, de tal manera que prestando atención a la dirección en la que se mueve el promedio y a la posición relativa entre los precios y las medias móviles podemos definir una tendencia alcista cuando la dirección y la posición aumenten sus valores, y una tendencia bajista en caso contrario.

Con una media se obtiene una suavización de los precios, lo que permite disminuir el ruido y tener una visión más clara de la dirección de los mismos a costa de retrasar la actuación del mercado. Este retraso y la suavización se acentúan al incrementar los periodos de cálculo de las medias. En algunos mercados y situaciones se deberá trabajar con períodos muy cortos para seguir muy de cerca el precio.

Cabe resaltar que la media móvil no anticipa nada puesto que no se trata de un indicador líder, se trata de un seguidor de la tendencia ya que una vez ésta ha sido modificada será cuando el indicador avise del cambio. Con las formaciones de precios

chartistas se podría intentar predecir el comportamiento futuro de los precios, aunque obviamente este método posee bastante riesgo y margen de error.

INPUTS	DEFINICIÓN
<b>Price</b>	Valor de referencia para el cálculo de las medias móviles.
<b>Lenght</b>	Número de barras que se tendrá en cuenta para el cálculo de la media.

Cuadro 3.4.3. Inputs para elaboración de estrategia referida al indicador medias móviles.

Fuente: TradeStation (2014). Elaboración propia.

El método que más se utiliza dentro del ámbito de estudio que estamos analizando es el cruce de dos medias móviles simples de distinto periodo, una corta y una larga. El tipo de medias que se pueden utilizar también es variable, pueden ser las dos o tres simples, ponderadas o exponenciales, o bien combinaciones de los distintos tipos. Sea cual sea la técnica empleada, la forma de identificar las señales y actuar es la misma, la determinación dependerá como siempre de la experiencia de cada cual.

En el cruce doble se emplean dos medias de distintos periodos, una larga de más de 20 días, y otra corta de menos de 15 días, aunque estos periodos son meramente indicativos. Según lo estime el trader, se podrá utilizar cualquier longitud siempre y cuando tengan una separación en el periodo entre ambas medias, es decir que no coincidan. En el método de cruce doble se producen las señales de venta cuando la media corta cruza hacia abajo la media larga. En contraposición, la señal de compra se activará cuando la media corta cruza hacia arriba la media larga.

Este método permite estar siempre en el mercado ya sea en una posición larga (compradora) o en una posición corta (vendedora). Las señales que produce están un poco retrasadas respecto a la utilización de una única media, pero se reducen de forma muy considerable las señales falsas.

Utilizando una combinación entre la estrategia MACD y la del cruce doble de medias móviles simples se ha establecido la estrategia de elaboración propia.

#### **4. ELABORACIÓN PROPIA DE UN SISTEMA DE TRADING**

A principios de año empecé a participar en el programa ROBOTRADER 2014 impartido por la Universidad Politécnica de Madrid. Se trata de una competición entre sistemas algorítmicos de trading en los mercados financieros que incluye un periodo formativo para sus participantes. Mi idea era descubrir más sobre el universo bursátil y comprenderlo, es por ello que me decanté por esta opción ante la lista de temas disponibles para la elaboración del Trabajo de Fin de Grado.

Asistí a las conferencias virtuales, me leí los libros más recomendados y poco a poco fui formándome en aspectos técnicos del trading, en la comprensión de las diferentes estrategias, de las pruebas a las cuales se debían someter mediante BackTesting los distintos procedimientos que se acometían. Tras la elección de la plataforma TradeStation y conseguir las claves de acceso gracias a la organización del programa, empecé con la operatoria en trading discrecional mediante simulación. En la

Universidad de La Laguna, con la ayuda del tutor, recurrimos a un permiso especial para poder acceder al mercado desde la red universitaria puesto que utiliza puertos específicos que no están habilitados para el alumnado dentro del recinto.

A medida que iba descubriendo la cantidad de estrategias predefinidas que tenía el programa, más complicado parecía elaborar una propia y aún menos que fuese ganadora. Partiendo de la base que no poseía conocimientos de programación, la idea de enfrentarme a toda la operatoria resultó alarmante. Afortunadamente, entre los manuales, los seminarios y la guía propia de la plataforma conseguí poseer nociones de EasyLanguage suficientes para acometer el proyecto que se iba formando.

La ambición por realizar una estrategia fiable y ganadora siempre estuvo presente mientras elaboraba este trabajo, por este motivo finalmente no presenté el producto final dentro de esta edición del programa ROBOTRADER aunque probablemente, en el caso de volver a tener la oportunidad, presente un sistema competitivo en futuras ediciones.

Con mucho esfuerzo y salvando diversos obstáculos, finalmente elaboré junto con la inestimable colaboración de mi tutor una estrategia distinta a las que estaban disponibles en TradeStation.

#### **4.1 ESTRATEGIA DEL CRUCE DE DOS MEDIAS EXPONENCIALES**

Las críticas dirigidas a las medias simples están enfocadas a dos defectos: se basa en un periodo determinado de cotizaciones independientemente de los valores que le hayan precedido y al hecho de asignar la misma importancia a todas las cotizaciones del periodo. Con respecto a este último motivo, es necesario hacer referencia a que las opiniones de algunos analistas se establecen en la idea de que las últimas cotizaciones deberían tener mayor importancia.

La evolución natural de las investigaciones derivó en la utilización de medias móviles ponderadas para solventar el problema de dotar con mayor importancia relativa a las últimas cotizaciones. Incluso se desarrolló una media móvil triangular más compleja fundamentada en asignar la ponderación con mayor peso a la cotización central del periodo de tiempo establecido e ir disminuyendo simétricamente dicha ponderación hacia los extremos del periodo.

Aún quedaba por resolver el aspecto referido a la independencia de las cotizaciones en el periodo concreto establecido, es a raíz de la búsqueda de solución de esta cuestión por la cual entra en escena dentro del análisis técnico la media móvil exponencial. Está basada en la ponderación de los datos que la compone y tiene en cuenta todos los datos disponibles del valor que intervienen en el cálculo, de esta manera se encuentra una medida para salvar los inconvenientes que poseían tanto la media simple como la ponderada. Por tanto, esta técnica será más eficiente a la hora de adaptar rápidamente el valor de la predicción a fluctuaciones en los datos recientes.

Se ha realizado una gran cantidad de estudios con ordenadores y procesos de optimización para procurar establecer cuál es la media móvil que devuelve mejores resultado sobre la operatoria, sin embargo no se ha podido demostrar que sea la media móvil exponencial pese a ser aquella a la cual aparentemente se le han corregido los defectos otorgados por la crítica. Se ha llegado a la conclusión que las medias móviles responderán mejor a según qué valores llegando incluso a ajustarse más posibles

combinaciones de estas medias para adaptarse con mayor criterio a las tácticas de inversión.

La estrategia más común basada en la operativa con medias móviles exponenciales se fundamenta en el cálculo con el cierre del día y el cierre del valor en el gráfico, en el caso de que los precios se muevan por encima de la media, se activará la señal de compra, de igual manera si los precios se mueven por debajo de la media, se activará la señal de venta. La forma mediante la cual el trader procura evitar las señales falsas es esperando a que la media tenga la misma dirección que el cruce del precio para confirmar la señal.

Utilizar una media a muy corto plazo<sup>14</sup>, entre 4 y 10 días, presenta la ventaja que el precio es seguido muy de cerca por la media y por lo tanto esto generará muchos cruces. Esta manera de proceder puede llevar a estar continuamente efectuando operaciones con señales falsas con un alto coste de comisiones y deslizamientos, aunque cuando se entre en una buena tendencia ésta rentabilizará prácticamente desde el principio y se obtendrán muy buenos beneficios. La solución en estos casos es encontrar un periodo de compromiso en el que la media siga los precios bastante de cerca, es decir sea lo suficiente sensible, y a la vez no esté demasiado afectada por el ruido aleatorio de los precios.

Los profesionales del trading establecen filtros de señal para evitar la excesiva operatividad que incrementa los gastos debido a las comisiones (Bernstein, 2008). Estas técnicas pueden tener diversos tipos de referencia: el establecimiento de un determinado porcentaje a partir del cual una vez se cruce la media dé validez a la señal, que el cruce del precio sobre la media se produzca en toda la gama de precios del día, en la creación de bandas de volatilidad, etcétera.

La utilización conjunta de más de una media móvil dará lugar a un nuevo conjunto de métodos y técnicas que pretenden precisamente establecer un filtro de señales para evitar aquellas que sean falsas y será en estas técnicas en las que finalmente se haya basado el sistema algorítmico de trading elaborado.

## **4.2. DATOS DESCRIPTIVOS**

La media móvil exponencial al tratarse de un indicador de tipo tendencial llevó nuestra investigación a centrarse en los mercados más volátiles para aprovechar las fluctuaciones del precio y establecer posiciones que consiguieran un beneficio fruto de estos movimientos. Por esta razón, finalmente se optó por penetrar en el mercado de acciones y más específicamente focalizar la estrategia de inversión en la cotización concerniente a las acciones de la empresa Google, cuya nomenclatura bursátil responde a las siglas “GOOG” y su descripción específica es “Google Inc Cl C Capital Stock”.

El periodo mediante el cual se realizó el backtesting de la estrategia abarcan dos años que van desde el lunes 25 de junio de 2012 hasta el miércoles 25 de junio del año 2014 ambos cerrados a las 21:00 pm, por lo que realmente no habría podido entrar en el mercado hasta el día 27 de junio del 2012 debido a que sigue la lógica del “next bar at

---

<sup>14</sup> En un mercado que esté con un rango de precios amplio, pero moviéndose lateralmente, será mejor utilizar medias cortas, ya que permitirán aprovechar más favorablemente las oscilaciones.



market” en caso de cumplirse la condición. De cualquier forma, el primer trade que emitió el sistema tuvo fecha 10 de octubre del año 2012.

Frente a la disyuntiva de realizar las operaciones intra-diarias o que los periodos fuesen diarios se optó por la última opción respondiendo a la lógica de que si el sistema opera en el mercado durante un 93,31 % <sup>15</sup> debido a que prácticamente siempre posee posiciones abiertas y que las medias exponenciales son susceptibles de cruzarse en la dinámica de intra-día entonces la mejor solución era centrarnos en la operativa diaria.

El capital inicial mediante el cual el sistema podría empezar a operar es de 50.000 euros<sup>16</sup> con trades limitados a un volumen de 100 acciones. Para la elección de este parámetro se realizó un proceso de adaptación a la realidad en el sentido de determinar la capacidad de una persona o un grupo para establecer un esfuerzo patrimonial relativamente asequible y que le resultase llamativo.

Debido a que se trata de un experimento simulado en el histórico no se le ha aplicado comisiones ni deslizamientos, en la realidad los gastos que se llevan debido a estos factores son importantes y es necesario considerarlos para una gestión eficiente del capital. En el sistema actual teniendo en cuenta que realiza un total de 21 operaciones disponiendo de 100 contratos en cada una de ellas, unas comisiones de 3 \$ que es lo estipulado para las acciones de Google, se habrían traducido en 6.300 \$ de gastos acumulados que habrían afectado a los resultados del sistema.

### **4.3. PROGRAMACIÓN DE LA ESTRATEGIA**

#### **4.3.1. Inputs**

La referencia principal del sistema será el precio, por ello es el primer componente que se declara dentro de la consola de composición del algoritmo, entre paréntesis se especifica “close” debido a que tomará un valor concreto en un momento preciso.

A continuación se declaran los periodos mediante los cuales definiremos la capacidad de establecer una media rápida y una más lenta. En este sistema se ha optado por establecer una rápida de 9 días y la lenta de 18.

Por último se define la cantidad de acciones mediante la nomenclatura Cts las cuales se negociarán en cada operación que se pretenda realizar, se ha establecido una cantidad de 100 acciones, con un precio unitario que ronda durante el periodo analizado entre los 350 € y los 580 €. Las recomendaciones están basadas en realizar una operación máxima del 6 % del capital disponible (Elder, 1993), es decir de 1200 € en este caso, pero debido a que este tipo de estrategias se utilizan cuando se diversifica en distintos mercados, en esta ocasión doblamos lo correcto.

#### **4.3.2. Variables**

Atendiendo a las especificaciones declaradas en los inputs y persiguiendo el objetivo final del sistema, las variables serán por tanto las medias móviles exponenciales tanto a corto como a largo plazo. La expresión que recoge el promedio

---

<sup>15</sup> El 6,69 % restante del tiempo que no operó en el mercado se corresponde con el tiempo que tardó en establecer la primera operación, una vez dentro siempre que cierra una posición ha abierto otra.

<sup>16</sup> Aunque se opere en mercados americanos y los resultados se expresen en dólares, el capital inicial está referenciado al valor de la divisa nacional vigente, que en este caso es el euro.

móvil ponderado exponencialmente de los precios en los últimos compases de longitud se define en EasyLanguage como “XAverage” (Kaufman, 1980).

Con estas reglas definimos las funciones:

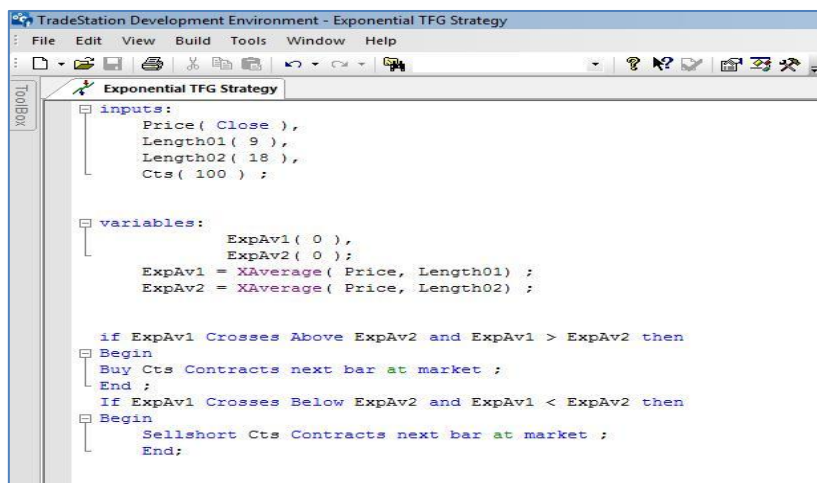
$ExpAv1 = XAverage(Price, Length01)$ ; para referirnos a la media rápida referida a 9 periodos y

$ExpAv2 = XAverage(Price, Length02)$ ; para contemplar la media más lenta con 18 periodos de estudio.

### 4.3.3. Funcionamiento

Si la media exponencial rápida cruza por encima la media lenta y por tanto es mayor entonces se emitirá la orden de compra de 100 contratos de acciones en la siguiente barra del mercado después de que se cumpla esa condición. En el caso contrario, que la media exponencial rápida cruce por debajo la media lenta y por tanto sea menor entonces el sistema entrará en corto con 100 contratos de acciones en la siguiente barra del mercado.

Al tratarse de dos mecanismos que no es posible que cumplan las condiciones al mismo tiempo, la salida de la operación se producirá cuando se active la orden complementaria.



```
TradeStation Development Environment - Exponential TFG Strategy
File Edit View Build Tools Window Help
Exponential TFG Strategy
inputs:
  Price( Close ),
  Length01( 9 ),
  Length02( 18 ),
  Cts( 100 );
variables:
  ExpAv1( 0 ),
  ExpAv2( 0 );
  ExpAv1 = XAverage( Price, Length01 );
  ExpAv2 = XAverage( Price, Length02 );
if ExpAv1 Crosses Above ExpAv2 and ExpAv1 > ExpAv2 then
  Begin
  Buy Cts Contracts next bar at market ;
  End ;
if ExpAv1 Crosses Below ExpAv2 and ExpAv1 < ExpAv2 then
  Begin
  Sellshort Cts Contracts next bar at market ;
  End;
```

Cuadro 4.3.3.1. Estrategia del Cruce Doble Exponencial. Elaboración propia.

Debido a que dentro de la plataforma no existía el indicador que reflejara sobre la gráfica las medias exponenciales que se habían definido en la estrategia, también se llevó a cabo la programación del mismo para visualizar dentro del histórico el comportamiento real del sistema.

El proceso de desarrollo incluye especificar los inputs y variables que han sido declarados también en la estrategia y el comportamiento del mismo estableciendo alertas cuando se crucen las medias. Los colores elegidos para la representación es el rojo para la media rápida y el azul para la lenta.

```

TradeStation Development Environment - Mov Avg 2 Exponential TFG
File Edit View Build Tools Window Help
Mov Avg 2 Exponential TFG
inputs:
  Price( Close ),
  FastLength( 9 ),
  SlowLength( 18 ),
  Displace( 0 );
variables:
  ExpAv1( 0 ),
  ExpAv2( 0 );
  ExpAv1 = XAverage( Price, FastLength );
  ExpAv2 = XAverage( Price, SlowLength );
  if Displace >= 0 or CurrentBar > AbsValue( Displace ) then
  begin
    Plot1[Displace]( ExpAv1, "ExpAv1" );
    Plot2[Displace]( ExpAv2, "ExpAv2" );
  end;
  { Alert criteria }
  if Displace <= 0 then
  begin
    if ExpAv1 crosses over ExpAv2 then
      Alert( "Bullish alert" );
    else if ExpAv1 crosses under ExpAv2 then
      Alert( "Bearish alert" );
    end;
  end;
end;

```

Cuadro 4.3.3.2. Indicador del Cruce Doble Exponencial. Elaboración propia.

#### 4.4 RESULTADOS

Observamos en el gráfico 4.4.1. cómo habría funcionado el sistema durante los dos años de estudio que hemos establecido. Las medias exponenciales están representadas tal y como se han definido en la programación del punto anterior y las flechas rojas señalan las entradas en corto mientras que las azules señalan las entradas en largo. Para que el sistema salga de una operación, se debe activar una entrada.



Gráfico 4.4.1. Estrategia Cruce Doble Exponencial aplicada a cotización diaria de GOOG (25/06/2012-25/06/2014). Fuente: TradeStation. Elaboración propia.

Antes de analizar los parámetros de bondad del sistema creado, se presentan a continuación los resultados de las 21 operaciones ya terminadas y de la posición de la vigésima segunda que aún estaba abierta cuando se cerró la investigación del trabajo. Es posible observar que 14 de las 21 operaciones terminaron arrojando pérdidas, sin embargo el beneficio reportado por el resto de trades ha provocado que la media se haya establecido en los 1.000 \$.

Observando estos datos en el gráfico 4.4.2. podemos destacar que el sistema controla relativamente las pérdidas en las operaciones y aprovecha el recorrido del beneficio para salir de la posición con unos resultados lo suficientemente favorables para compensar la operación, sobre todo en el trade número 18.

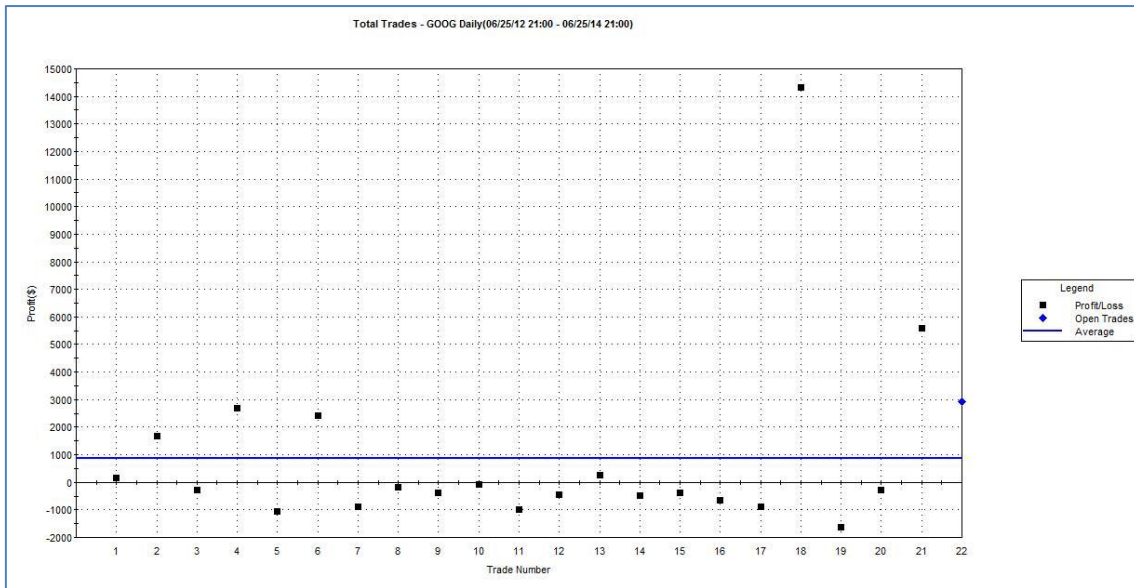


Gráfico 4.4.2. Resultados obtenidos por cada trade utilizando la estrategia del Cruce Doble Exponencial en el mercado de acciones de Google. Fuente: TradeStation. Elaboración propia.

Con el objetivo de establecer una relación entre los componentes explicados en el marco teórico del presente trabajo se va a proceder mediante la técnica de BackTesting a analizar el sistema elaborado atendiendo a los parámetros mediante los cuales consideramos la robustez de un sistema algorítmico de trading: la eficiencia, la fiabilidad y la estabilidad.

- Con respecto a la eficiencia:

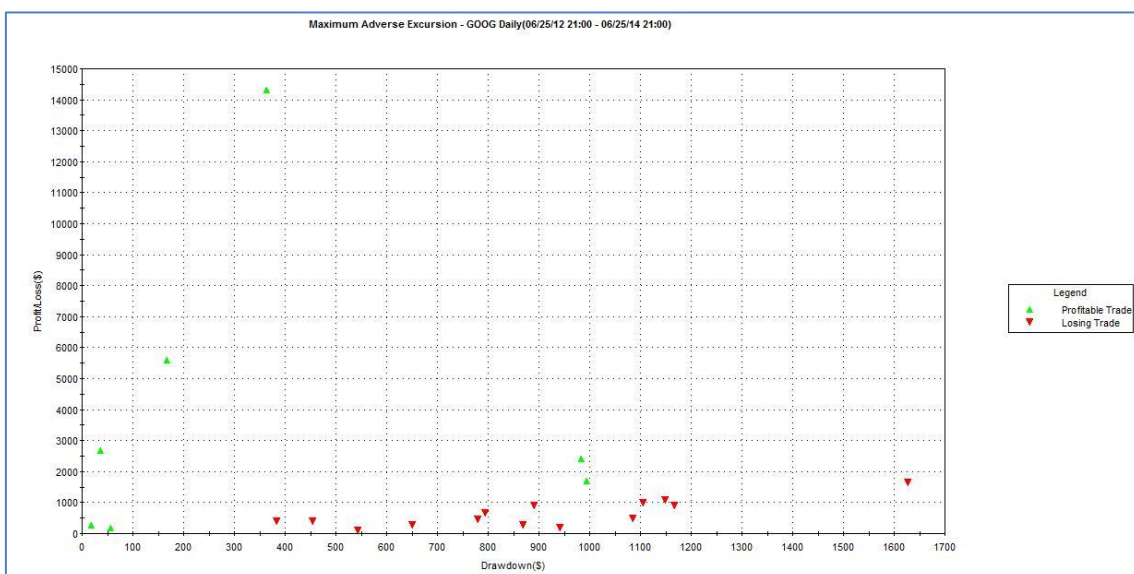


Gráfico 4.4.3 Maximun Adverse Excursion de la Estrategia Cruce Doble Exponencial. Fuente: TradeStation. Elaboración propia.

Recordemos que el MAE representa la peor posición en la que podríamos haber salido a lo largo de la operativa. En la gráfica 4.4.3 se establece la relación entre el drawdown al que se sometió cada trade y el resultado que finalmente obtuvo de tal manera que los triángulos inversos rojos representan las pérdidas y los verdes los beneficios en el eje de abscisas.

Analizamos las operaciones más destacables, señalamos que un trade obtuvo una ganancia de 14.000 dólares pese a que estuvo dentro de la operatoria en un punto en el que, de haber salido, habría obtenido pérdidas de casi 400 dólares. Por otro lado, una operación que llegó a encontrarse en el punto de perder 16.000\$ finalmente rebajó sus pérdidas a menos de 2.000 dólares, que pese a continuar siendo pérdidas, son sustancialmente menores que el resultado anterior.

Por ello, podemos concluir en base a esto que se trata de un sistema eficiente en el sentido de gestionar su peor excursión dentro de la operatoria porque ha sido capaz de obtener beneficios de operaciones que de haber salido habrían estado en pérdidas.

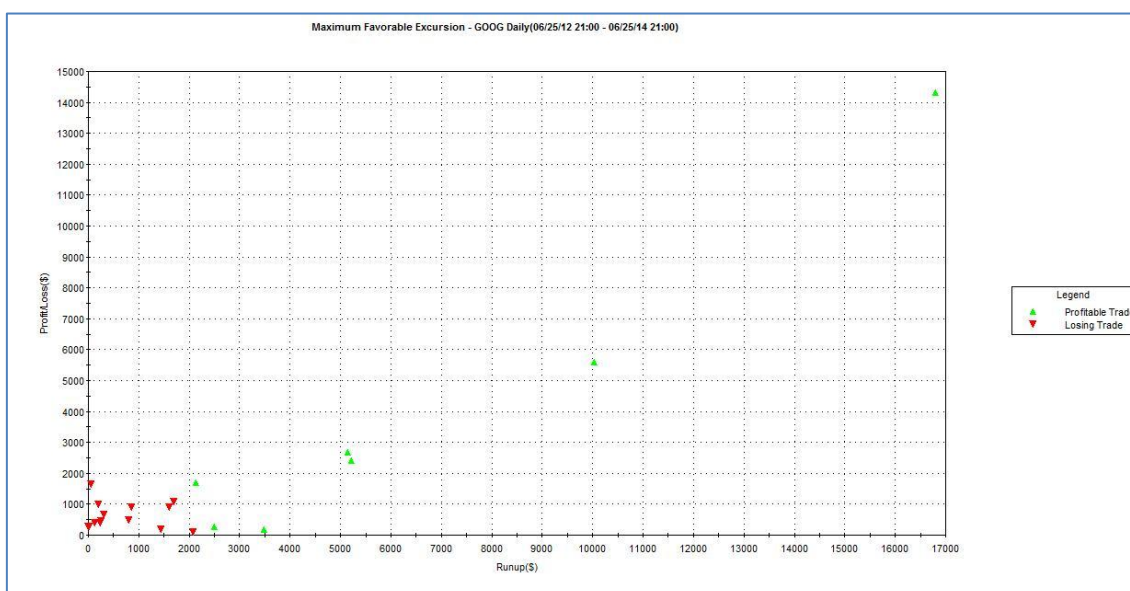


Gráfico 4.4.4. Maximun Favorable Excursion de la Estrategia Cruce Doble Exponencial.  
Fuente: TradeStation. Elaboración propia.

La MFE que se representa en el gráfico 4.4.4. representa la mejor posición en la que podríamos haber salido a lo largo de la operativa y responde a la misma lógica con respecto a las variables dentro del gráfico.

Destacamos que el sistema ha conseguido concentrar los trades que entraron en beneficios y terminaron con pérdidas menores a los 1.000 dólares excepto por un único trade del cual su run-up no fue especialmente significativo.

Por otra parte, una operación que podría haber obtenido prácticamente 17.000 dólares finalmente cerró con 14.000 lo cual dentro de los datos que hemos ido observando entre el MAE y el MFE resulta un riesgo aceptable la pérdida ficticia de 3.000 dólares por no haber podido aprovechar la oportunidad de negocio.

En resumen se presenta el porcentaje de eficiencia que ha obtenido cada trade dando una media negativa situada en torno al 15%. Esto indica que el sistema elaborado

no resulta eficiente en el sentido de rentabilizar la cantidad invertida en términos generales.

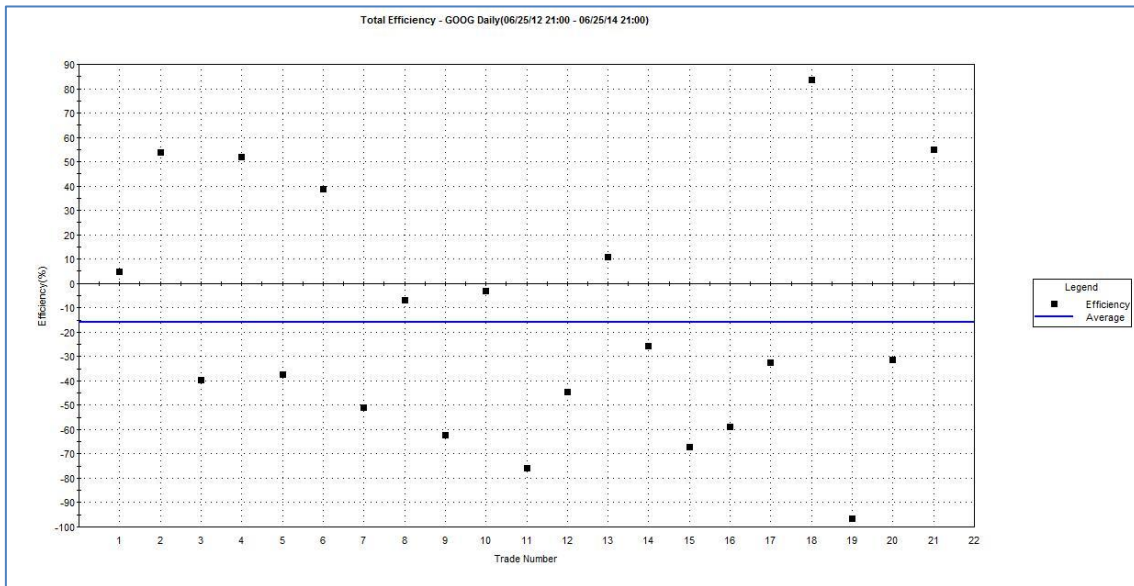


Gráfico 4.4.5. Porcentaje de eficiencia por trade de la Estrategia Cruce Doble Exponencial.  
Fuente: TradeStation. Elaboración propia.

- Con respecto a la fiabilidad:

Para analizar este factor tenemos en cuenta el win ratio tal y como hemos mencionado anteriormente:

$$\text{Win ratio} = \left( \frac{\text{Ganadoras}}{\text{Total}} \right) \times 100 = \left( \frac{7}{21} \right) \times 100 = 35 \%$$

Es importante recordar que el nivel mínimo para considerar la fiabilidad de un sistema se encuentra en torno al 60-65 % y la Estrategia del Cruce Doble Exponencial ha sido capaz de obtener apenas un 35 % de operaciones favorables con respecto al total efectuado.

Es posible que la estrategia termine siendo vencedora pese a que haya obtenido un bajo porcentaje de trades que hayan terminado generando beneficios. Esta situación se ve reflejada en el sistema que estamos exponiendo ya que las 7 operaciones ganadoras han obtenido unos beneficios sustancialmente mayores que los restantes 14 trades perdedores. Aún así no se trata de un sistema fiable dentro de este mercado.

- Con respecto a la estabilidad:

Como se puede apreciar en el gráfico 4.4.6 el máximo Drawdown se disparó a los 1.600\$ de posibles pérdidas, una cantidad excesiva para un trade teniendo en cuenta que nuestro capital disponible era de 20.000 euros. Llama la atención que fuera el trade número 19 debido a que la operación anterior fue la que obtuvo más beneficios dentro de la vida del sistema.. En general la media se encuentra en los 700 \$ por lo que el sistema se considera más o menos estable en este sentido.

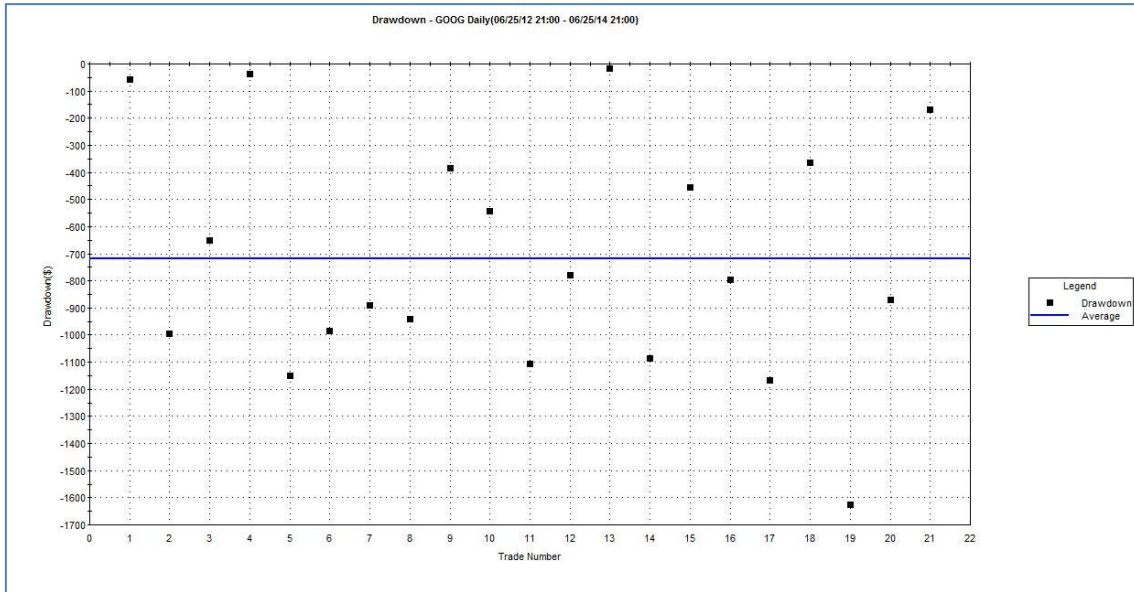


Gráfico 4.4.6. Drawdown por trade de la Estrategia Cruce Doble Exponencial.

Fuente: TradeStation. Elaboración propia.

En la gráfica 4.4.7 se refleja la evolución de los beneficios derivados del capital a lo largo de la vida del sistema, es reseñable destacar que jamás entró en pérdidas pese a que en el trade número 17 estuvo a punto de perder todos los beneficios que el sistema había conseguido hasta entonces. La recuperación instantánea que se produjo a partir de ahí es una buena forma de comprender las ventajas de los sistemas algorítmicos de trading: mediante el trading discrecional, una racha de malas operaciones que están reflejadas entre la operación número 13 hasta la 17 pocos inversores la habrían conseguido encajar psicológicamente hasta el punto de seguir apostando por este sistema. La disciplina de la automatización dio sus frutos en el trade 18, justo en el momento en el que el sistema parecía estar en fase de declive.

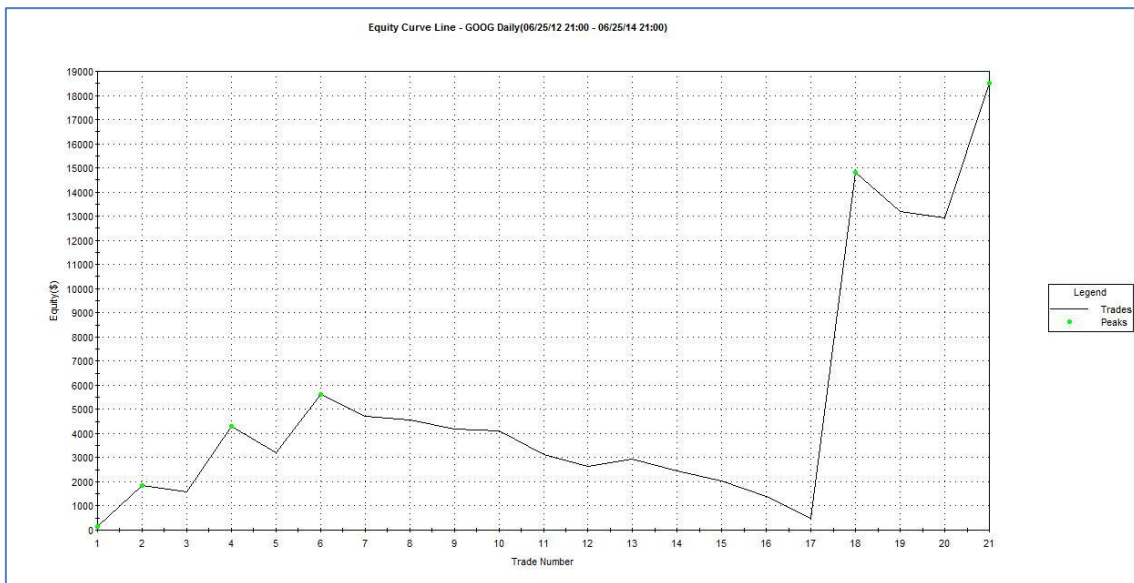


Gráfico 4.4.7 Equity Curve de la Estrategia Cruce Doble Exponencial.

Fuente: TradeStation. Elaboración propia.

## 5. CONCLUSIONES

En este apartado reflejamos las principales conclusiones y propuestas que se derivan del desarrollo de los objetivos mediante los cuales decidimos acometer nuestro trabajo de investigación. Debido a la complejidad del trabajo se ha optado por hacer una distinción entre las conclusiones específicas de los sistemas de trading algorítmicos en los mercados financieros, expresando su significado y repercusión en el panorama internacional, y las referidas a la estrategia elaborada del Cruce Doble Exponencial. En este sentido, las propuestas estarán dirigidas a la elaboración por parte del inversor de un sistema automático de trading.

### ➤ Con respecto al trading algorítmico

La evolución del análisis técnico ha permitido establecer ciertos patrones conductuales en el comportamiento de los mercados financieros. Los indicadores disponibles, pese a que ninguno establece una predicción estable en términos absolutos, sí que permiten establecer estudios de los que se pueden extraer ratios financieros importantes que justifiquen la toma de decisiones por parte de los inversores.

Las herramientas tecnológicas enfocadas a la operatoria transaccional bursátil, a base de un proceso evolutivo que ha ido de la mano con el desarrollo sectorial, van proporcionando facilidades para acceder a todo tipo de datos además de ofrecer una interfaz de visualización más intuitiva para los traders.

La convergencia de los avances tecnológicos junto con los indicadores desarrollados en el análisis técnico invita a los inversores a un nuevo tipo de dinámica más automática y disciplinada que la anterior conocida como trading discrecional. Incluso dentro del trading automático, se ha creado una especialidad denominada trading de alta frecuencia que operan en segundos dentro del mercado emitiendo rapidísima órdenes si se cumplen condiciones, de esta forma se aprovechan todas las oportunidades de negocio que se ofrecen.

Es importante hacer énfasis en que las estrategias conocidas utilizadas en el desarrollo de los sistemas automáticos de trading han tenido fechas de vencimiento. Por lo cual no existe una fórmula mágica que te garantice ganar dinero indefinidamente en los mercados financieros. Esto implica que el estudio de estrategias e implementación automática supone de un proceso constante de investigación que no acaba cuando se consigue un sistema robusto que proporcione buenos resultados.

### ➤ Con respecto a la Estrategia del Cruce Doble Exponencial

Incluso aunque una estrategia no cumpla los niveles ideales de eficiencia, fiabilidad y estabilidad como es el caso de la que hemos elaborado nosotros, es posible que, pese a todo, resulte ganadora. De igual forma, el hecho de cumplir los índices establecidos no asegura por completo que finalmente se trate de un sistema ganador.



Prevenimos del tipo de estrategias que realizan muchas operaciones en el mercado debido al gasto que suponen las comisiones en los deslizamientos. En este sentido, es recomendable establecer estrategias a largo plazo que no precisen realizar demasiados trades y que se protejan entrando o saliendo del mercado según determinados límites establecidos por objetivos más que por reacciones.

✓ Propuestas

Para establecer medidas de seguridad con el objetivo de mejorar el sistema realizado resulta conveniente diversificar los mercados en los cuales va a operar ésta. Además sería interesante realizar pruebas con distintas estrategias dentro de los mismos mercados y analizar el sistema atendiendo a otros periodos para saber si devuelve resultados similares a los estudiados.

Por último, será imprescindible dotar la programación con un componente de gestión de capital potente en el sentido de establecer dinámicas de objetivos para entrar y salir del mercado y utilizando los beneficios obtenidos de un trade positivo en virtud de disminuir el riesgo real en la siguiente operación destinando para ella más recursos.

## **6. AGRADECIMIENTOS**

La realización de este documento no habría sido posible sin las personas adecuadas que, de una manera u otra, han ido sumando conocimientos y emociones en mi persona. Estas experiencias han convergido en el punto que a día de hoy me encuentro firmando un trabajo final de un grado universitario.

Es imprescindible agradecer a mi tutor, D. Javier Giner Rubio, por la ilusión que le ha impregnado al proceso de elaboración del presente trabajo además de aportarme su compromiso desinteresado. La colaboración y el apoyo que me ha proporcionado mediante recursos técnicos y logísticos han servido de puente entre lo desconocido y lo apasionante.

Igualmente, agradecer a la organización del programa ROBOTRADER por impartir formación gratuita a los alumnos de todas las universidades dentro del territorio nacional. Me es obligatorio por lo relevante, hacer mención especial dentro de los ponentes del programa a los trabajadores de SERSAN SISTEMAS S.L. los cuales también me han ayudado a despejar dudas conceptuales.

A título más personal, por un lado quiero expresarle mi gratitud a Araceli porque sin su presencia en mi vida habría quedado ausente de inspiración y ganas y, por otro lado, quiero darle las gracias a quienes siempre me han guiado y procurado aquello que mejor me convenía destinando todos sus recursos sin escatimar en la grandeza de los sueños: mis padres.

## 7. REFERENCIAS

BERNSTEIN, W. (2008): "A Splendid Exchange: How Trade Shaped the World". Nueva York. Grove Press.

CÁCERES, J. J. (2007): "Conceptos básicos de estadística para ciencias sociales". Delta Publicaciones.

CARDELLI, L. y WEGNER, P. (1985): "On Understanding Types, Data Abstraction, and Polymorphism". Computing Surveys.

CATALAYUD, F. (2007): "Ponerse corto, abrir corto, cerrar corto" recuperado de: <http://www.rankia.com/blog/fernan2/364450-ponerse-corto-abrir-cortos-cerrar>

CESARI, A.; ESPENLAUB, S.; KHURSHED, A. y SIMKOVIC, M. (2010): "The effects of ownership and stock liquidity on the timing of repurchase transactions" Paolo Baffi Centre Research Paper.

ELDER, A. (1993): "Trading for a living". John Wiley & Sons.

FITSHCHEN, K. (2013): "Building reliable trading systems" Nueva Jersey. John Wiley & Sons.

FRAGA, U. (2011): "Métodos de gestión de capital" recuperado de: <http://www.novatostradingclub.com/formacion/metodos-de-gestion-de-capital/>

HAMELINK, F. y HOESLI, M. (2003): "The Maximun Drawdown as a Risk Measure: The Role of Real Estate in the Optimal Portfolio Revisited". Working paper.

HILL, J.; PRUITT, G. and HILL, L. (2000): "The ultimate trading guide". John Wiley & Sons.

HOLLAND, M. (2013): "Issues related to Back Testing" recuperado de: <http://www.financialtrading.com/issues-related-to-back-testing/>

JONES, R. (1999): "The trading game: playing by the numbers to make millions". Jon Wiley & Sons.

KAUFMAN, P.J. (1980): "The new commodity trading systems and methods" Nueva York. John Wiley & Sons.

MURPHY, J. J. (1999): "Technical Analysis of the Financial Markets" Nueva York. New York Institute of Finance.

ROBOTRADER (2014): “Robotrader 2013-2014” recuperado de:  
<http://www.robotrader.es>

RUGGIERO JR., M. A. (1997): “Cibernetica trading strategies: developing a profitable trading system with State-of-the-Art technologies”. John Wiley & Sons.

INTERACTIVE BROKERS (2014): “Trader WorkStation” recuperado de:  
<https://www.interactivebrokers.com/en/index.php?f=1537>

TRADE2WIN (2014): “Maximum Adverse Excursion” recuperado de:  
[http://www.trade2win.com/traderpedia/Maximum\\_adverse\\_excursion](http://www.trade2win.com/traderpedia/Maximum_adverse_excursion)

TS PLATFORM HELP (2014): “Software con licencia de TradeStation Group Inc.”

WAGNER, J. (2013): “What is a good win ratio?” recuperado de:  
<http://finance.yahoo.com/news/good-win-ratio-185300182.html>

WILDER, J. W. (1978): “New Concepts in Technical Trading Systems”. Commodities.