

**CUANTIFICACIÓN DE RIESGO EN ESTRATEGIAS DE ANÁLISIS
TÉCNICO DEL MERCADO DE DIVISAS USANDO REDES
NEURONALES**

**OSCAR EDUARDO CASTELLANOS VARGAS
JORGE MARIO JARAMILLO JARAMILLO**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA**

BOGOTA D.C.

2007

**CUANTIFICACION DE RIESGO EN ESTRATEGIAS DE ANALISIS TECNICO DEL
MERCADO DE DIVISAS USANDO REDES NEURONALES**

**OSCAR EDUARDO CASTELLANOS VARGAS
JORGE MARIO JARAMILLO JARAMILLO**

**Trabajo de grado
Para optar al titulo de Ingeniero Electrónico**

**Director
Ingeniero Juan Manuel Cruz Bohórquez M.Ed.**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA**

BOGOTA D.C.

2007

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA**

RECTOR MAGNÍFICO: P. JOAQUIN EMILIO SANCHEZ, S. J.

**DECANO ACADEMICO: ING. FRANCISCO JAVIER
REBOLLEDO MUÑOZ**

**DECANO DEL MEDIO UNIVERSITARIO: P. SERGIO BERNAL
RESTREPO, S.J.**

DIRECTOR DE CARRERA: ING. JUAN CARLOS GIRALDO

DIRECTOR DE PROYECTO: ING. JUAN MANUEL CRUZ

ARTICULO 23 DE LA RESOLUCIÓN No. 13 DE JUNIO DE 1946

"La universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus proyectos de grado. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque los trabajos no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vea en ellos el anhelo de buscar la verdad y la justicia".

A nuestros padres por ser ese apoyo incondicional.

A Dios.

Jorge Mario Jaramillo

Oscar castellanos

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al ingeniero Juan Manuel cruz por su apoyo, orientación y la manera adecuada en que nos dirigió en el proyecto. A través de el conocimos un nuevo campo donde nuestros conocimientos de ingenieros electrónicos pueden ser aplicados.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	9
2. MARCO TEORICO.....	12
2.1 INDICADORES DE ANALISIS TECNICO.....	13
2.1.1 PROMEDIOS MÓVILES	14
2.1.2 ÍNDICE DE FUERZA RELATIVA (RSI).....	15
2.1.3 CONVERGENCIA/DIVERGENCIA DEL PROMEDIO MÓVIL (MACD).....	17
2.1.4 BANDAS DE BOLLINGER.....	19
2.1.5 PATRONES DE VELA	20
2.2 REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	24
2.2.1 DEFINICIÓN	25
2.2.2 APLICACIONES	25
2.2.3 CLASIFICACIÓN	25
2.2.4 RED NEURONAL PERCEPTRON MULTICAPA (MLP).....	26
2.3 CRITERIOS DE ANALISIS DE RIESGO	28
3. ESPECIFICACIONES	31
4. DESARROLLO.....	33
4.1 PROGRAMACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ANÁLISIS TÉCNICO.....	33
4.1.1 NIVELES DE RSI.....	34
4.1.2 SEÑALES DE COMPRA O VENTA EN EL MACD	35
4.1.3 SEÑALES DE CRUCE DE PROMEDIOS MÓVILES	36
4.2 TRANSFERENCIA DE DATOS	38
4.3 IMPLEMENTACION DE REDES NEURONALES.....	38
4.3.1 DISEÑO DE LA PRIMERA RED	40
4.3.2 CONJUNTO DE ENTRENAMIENTO DE LA RED 1	41
4.3.3 DISEÑO DE LAS REDES NEURONALES 2 Y 3	42
4.4 EVALUACIÓN DEL RIESGO PROBABLE	44
4.5 IMPLEMENTACION DE NUEVOS INDICADORES.....	48

5. RESULTADOS	52
6. BIBLIOGRAFIA	64
7. ANEXOS	67
7.1 GLOSARIO	67
7.2 FUNDAMENTOS BASICOS DE METATRADER 4.0.....	71

1. INTRODUCCION

El mercado de moneda extranjera (FOREX) tiene características únicas con respecto a otros, dado que está presente en cualquier lugar del mundo donde una divisa se negocie con otra (demanda de una moneda y oferta de otra), no tiene limitaciones geográficas ni horarias y es el más grande y global que existe¹, esto hace ver pequeño a cualquier mercado incluyendo el accionario.

Con el fin de estimar los movimientos futuros en el mercado de divisas y el bursátil, los analistas han implementado diversas herramientas de ayuda, para tomar posiciones de compra o venta con un mayor grado de confianza. Estas herramientas, en la actualidad, se dividen en dos métodos; el primero de ellos es el análisis técnico, que se basa en estadísticas y patrones del movimiento del precio para su estimación; el segundo es el análisis fundamental, que evalúa los factores económicos y las condiciones geopolíticas a fin de anticipar los tipos de cambio.

En la actualidad, debido al crecimiento de las herramientas computacionales, el análisis técnico se ha convertido en la herramienta esencial para cualquier persona que desee participar en el mercado de divisas. Este análisis esta conformado por indicadores técnicos que tienen como función delimitar el mercado en bandas variables (Bandas de Bollinger), suponer tendencias futuras (promedios móviles), identificar continuidad o reversión de tendencias (patrones de velas), etc.

Teniendo en cuenta que los indicadores técnicos no pueden predecir el movimiento del precio con probabilidad o certeza absoluta, una variable crucial para analizar es el riesgo, que es lo único que se puede controlar a la hora de entrar en posiciones de compra o venta.

¹ En el 2004 los volúmenes de negociación llegaron a 1.9 trillones de dólares diarios en promedio según la encuesta trienal de 2004 del Bank for International Settlements (<http://www.bis.org/publ/rpfx05t.pdf>)

Siendo el riesgo controlable se eligen criterios para su evaluación y cuantificación desde diferentes puntos de vista, por medio de la desviación estándar dinámica del mercado (Volatilidad), del uso de patrones de velas que indiquen continuidad o reversión de tendencias, de promedios móviles, de la estimación de precios de cierre o a través de otros indicadores técnicos. [10]

En la actualidad se han elaborado propuestas que intenta de una u otra forma minimizar el riesgo, como el modelo de predicción de la TRM² de Ayala y Castillo [7], el sistema experto en realizar ordenes a través de patrones de velas exclusivamente de Lee K.H. y Jo G.S [8], y el análisis de ventajas de las redes neuronales con promedio móviles de YAO y TAN [9].

A partir del conocimiento de estas soluciones, se implementa un método basado en redes neuronales de arquitectura perceptrón multicapa, que evalúa datos históricos de la relación Euro/Dólar para la estimación de movimientos futuros, los cuales están descritos por su volatilidad, su dirección e intensidad. Estos indicadores están relacionados directamente con el riesgo.

Por otra parte, el lector encontrará dentro de este documento inicialmente una breve reseña teórica tanto de los indicadores técnicos usados en el desarrollo del proyecto, como de los fundamentos de las redes neuronales; posteriormente se explican los requerimientos específicos del método implementado, luego de esto, se presenta el desarrollo del proyecto, el cual contiene la estrategia de análisis técnico programada, la implementación de las redes neuronales, la evaluación del riesgo probable y la creación de los nuevos indicadores técnicos a partir del procesamiento desarrollado en MATLAB.

² Tasa representativa del mercado del peso frente al Dólar americano

Finalmente se presentan los resultados más relevantes de la ejecución del proyecto, mostrando los correspondientes al entrenamiento de las redes neuronales, a la importancia de cada una de las entradas a las redes y la comparación del desempeño de la estrategia de análisis técnico con y sin los nuevos indicadores.

2. MARCO TEORICO

El mercado financiero es analizado por medio del análisis fundamental o con el uso de herramientas de análisis técnico, dado la cantidad innumerable de eventos que pueden afectar al mercado, se hace preciso el uso de indicadores técnicos para estudiarlo a través de sus datos históricos.

Existen múltiples herramientas tales como promedios móviles, índices de fuerza relativa (RSI), MACD, bandas de Bollinger, velas, ondas de Elliot, indicadores de momentum, índices de fuerza relativa, retrocesos de Fibonacci, etc., que son utilizadas por los traders en el momento de entrar al mercado, en este documento solo se abordan las que fueron implementadas para la estrategia de análisis técnico respectiva (ver sección 4.1). [2]

Algunas aplicaciones de las redes neuronales son las series de tiempo y la estimación de mercados financieros, por lo tanto es necesario introducir conceptos de redes neuronales como aproximadores de funciones lineales y no lineales; el comportamiento de los mercados es no lineal y es pertinente implementar aproximadores universales de funciones (Redes Back-propagation), dado que reciben la información del mercado (información clasificada en la sección 4).

La evaluación y cuantificación del riesgo son de vital importancia en el momento de entrar a un mercado que es caracterizado por los periodos de calma y de turbulencia, por lo tanto es necesario evaluar en las series de tiempo, la desviación estándar y la media, con el fin de brindar información útil al trader; a continuación ser abordan los temas mencionados con mayor detalle.

2.1 INDICADORES DE ANALISIS TECNICO

El análisis técnico de los mercados financieros es conocido como el estudio del comportamiento de dichos mercados, especialmente a través del uso de gráficas de precios vs. tiempo, con el objetivo de predecir futuras movimientos en los precios. Al predecir dichas tendencias, se podría saber, cuando el precio de una divisa va a aumentar o disminuir; dichas predicciones no tienen efectividad de 100%, pero el objetivo es comprar cuando se cree que el precio no va a seguir disminuyendo y vender cuando el precio se cree que no seguirá aumentando. El punto en el cual el precio de una divisa está en una zona muy alta se conoce como sobrecompra, por otro lado, cuando se encuentra en un punto muy bajo se considera como punto de sobreventa (Ver figura 1).

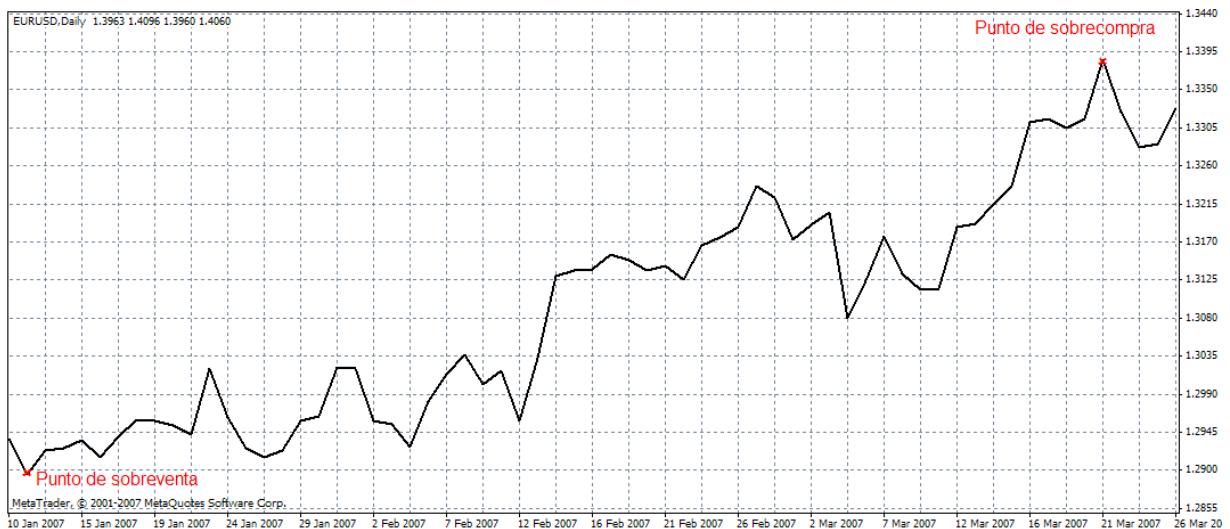


Figura 1. Puntos de sobrecompra y sobreventa

En este punto se hace énfasis en los indicadores de promedios móviles, índice de fuerza relativa (RSI) y MACD, ya que fueron éstos la base de la estrategia creada, la cual se observará en detalle en la sección de anexos.

2.1.1 PROMEDIOS MÓVILES

Los promedios móviles son indicadores de tendencias y tiene como objetivo hacer una representación de la acción del precio a través del tiempo con el fin identificar tendencias fácilmente, usualmente son utilizados como indicadores de corto plazo.

Los promedios móviles miden el precio medio de un par de divisas en cierto periodo de tiempo. Existen dos tipos de promedios móviles: simples y exponenciales. El promedio móvil simple (SMA) es la suma de los últimos precios sobre la cantidad de periodos, mientras que el promedio móvil exponencial (EMA) le brinda más importancia a los precios recientes.

Las líneas de los promedios móviles de periodos más largos son más suaves que las de los periodos más cortos, aunque estos últimos reaccionan más rápidamente al movimiento del mercado. Como posibles señales de oportunidad de entrar al mercado existen los cruces de promedios móviles de periodos largos con los de periodos cortos.

El promedio móvil simple se calcula de la siguiente manera, p.e. con los precios de cierre en un periodo de diez días.

$$SMA = \frac{p_M + p_{M-1} + \dots + p_{M-10}}{10}$$

El EMA se calcula de la siguiente forma:

$$EMA = \frac{p_1 + (1-a)p_2 + (1-a)^2 p_3 + \dots + (1-a)^{N-1} p_N}{1 + (1-a) + (1-a)^2 + \dots + (1-a)^{N-1}}$$

Donde α es el factor de suavizado o decrecimiento exponencial equivalente a:

$$a = \frac{2}{N + 1}.$$

N: numero de periodos en que se calcula la media exponencial.

p: Es el precio de la divisa en periodos anteriores en un marco de tiempo definido.

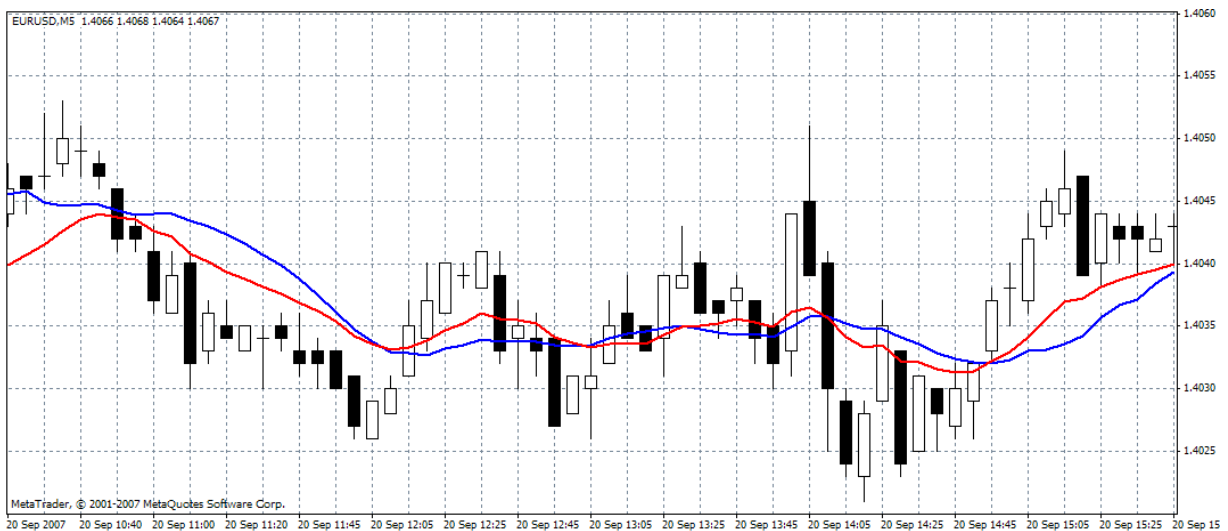


Figura 2. Promedios Móviles.

En el gráfico de velas de la figura 2 se puede apreciar un promedio móvil simple (línea azul) y un promedio móvil exponencial (línea roja), ambos de 14 periodos.

2.1.2 ÍNDICE DE FUERZA RELATIVA (RSI)

El índice RSI (conocido como Relative Strength Index en inglés) es un indicador que dentro de los osciladores de análisis técnico nos muestra si la acción del precio está en sobreventa o sobrecompra, sus posibles valores están comprendidos entre 0 y cien, oscilando por lo general dentro de un límite de sobrecompra con valor de 70 y de sobreventa con valor de 30. También se utiliza para indicar tendencias que se

están debilitando (p.e. un par de divisas alcanza un precio máximo y el RSI no lo evidencia por medio de su gráfica, generando así pérdida de fuerza en la tendencia). Con la siguiente expresión se calcula el índice de fuerza relativa (RSI), el valor del RSI oscila entre 0 y 100.

$$RSI = 100 * \frac{EMA (U)}{EMA (U) + EMA (D)}$$

Donde D es la Volatilidad a la baja y U es la volatilidad al alza de los precios de cierre. Por ejemplo:

Cuando el cierre actual es más alto que el anterior (Tendencia alcista).

$$U = CLOSE_{HOY} - CLOSE_{AYER}$$

$$D = 0$$

O si el comportamiento ha tenido tendencia a la baja.

$$U = 0$$

$$D = CLOSE_{AYER} - CLOSE_{HOY}$$

En la figura 3 se puede observar la línea azul que muestra el índice RSI abajo del grafico de velas, este indicador varia entre 0 y 100%; las líneas horizontales punteadas indican niveles de 30% y 70%, los cuales proporcionan señales de sobreventa y sobrecompra respectivamente.

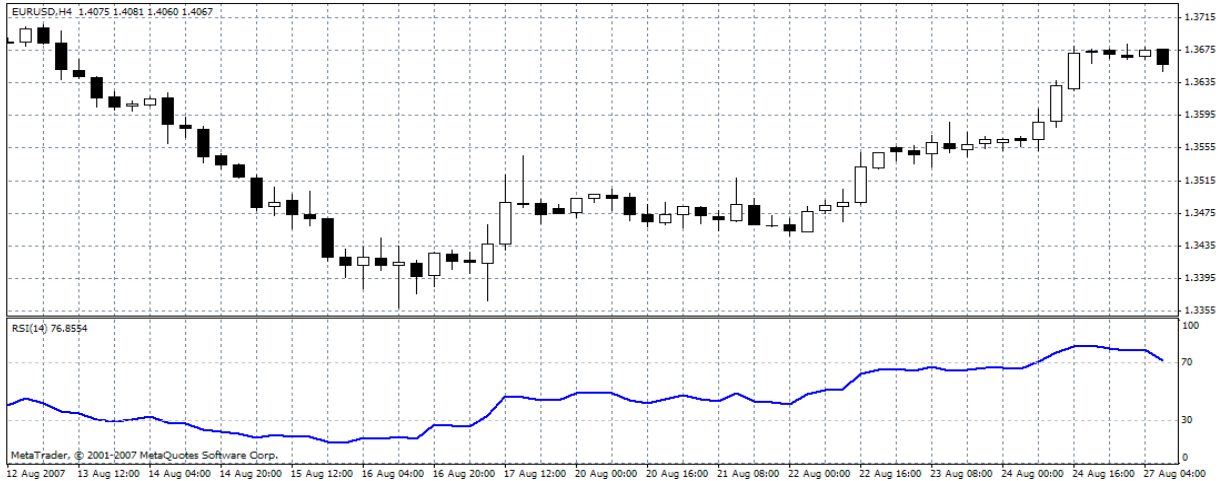


Figura 3. Índice de fuerza relativa (RSI)

El índice RSI funciona mejor cuando el mercado se mueve dentro de unos parámetros determinados; en otras palabras, cuando se espera que el mercado simplemente oscile entre un nivel superior e inferior sin mucha volatilidad.

2.1.3 CONVERGENCIA/DIVERGENCIA DEL PROMEDIO MÓVIL (MACD)

El MACD es un oscilador que indica el impulso actual del mercado con relación a su historia reciente, con este se hace seguimiento a las tendencias mediante las medias móviles exponenciales; que pueden utilizarse tanto en mercados de alta volatilidad como en aquellos que se mueven dentro de un límite determinado.

Este indicador se compone de tres elementos: el MACD, la línea de señal y el histograma. El MACD es la resta entre dos promedios móviles exponenciales (EMA) de diferentes periodos, la diferencia que más se utiliza esta entre los promedios de 12 y 26 periodos; el primero es el rápido, que es más sensible a los movimientos del precio en el corto plazo y el segundo es de mediano plazo; estos valores se pueden cambiar, aunque lo habitual es utilizar los valores mencionados anteriormente. Su formula viene dada por:

$$MACD = EMA(12 \text{ periodos}) - EMA(26 \text{ periodos})$$

El segundo componente es la línea de señal, ésta corresponde al promedio móvil simple de 9 periodos del MACD calculado anteriormente y se usa como señal para abrir o cerrar una posición. Su formula es:

$$\text{Señal} = \text{EMA}(\text{MACD}, 9 \text{ periodos})$$

El tercer componente es el Histograma, que es la diferencia entre el MACD y la línea de Señal, dependiendo de su valor puede informar cuando abrir o cerrar una posición. Su formula es:

$$\text{Histograma} = \text{MACD} - \text{Señal}$$

En la figura 4 se puede observar los parámetros más importantes de este indicador, la línea roja es la línea de señal y la línea azul es el MACD, cuando estas dos se cruzan, el histograma se hace cero.

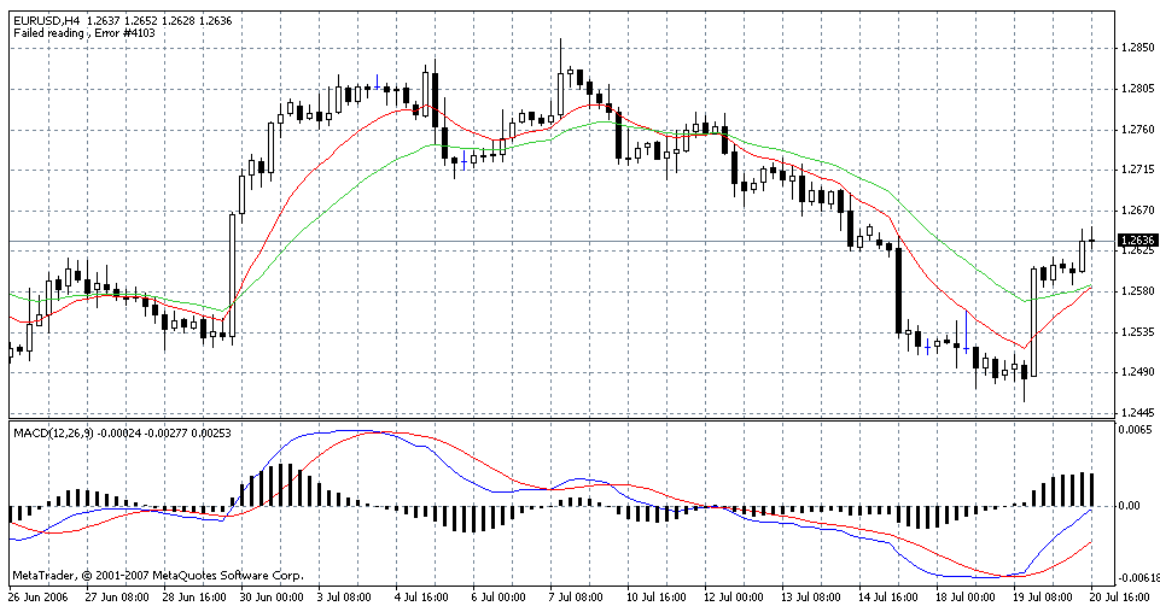


Figura 4. Línea de MACD, señal e histograma

2.1.4 BANDAS DE BOLLINGER

Este indicador permite fijar órdenes de compra y ventas independientemente de la tendencia y del momento, al igual que encontrar niveles de soporte y resistencia variables.

Las Bandas de Bollinger dan límites variables dentro de los cuales se mueve el mercado. La distancia entre bandas varía según la volatilidad presentada en los movimientos del precio.

Las Bandas de Bollinger están compuestas de dos líneas: una superior y otra inferior, estas reflejan la volatilidad del precio en los últimos n-periodos, adicionalmente existe un promedio móvil entre estas dos, para mostrar la tendencia del mercado.

Las bandas de Bollinger se componen específicamente de:

- Una línea intermedia, la cual es un promedio móvil de periodo N.
- Una línea superior, que corresponde a la suma del promedio móvil y K veces la desviación estándar del precio en el mismo intervalo.
- Una línea inferior, que se calcula con la diferencia entre del promedio móvil y K veces la desviación estándar del precio

Los valores habituales para N y K son 20 y 2 respectivamente, en la grafica de la figura 5 se puede observar las bandas de bollinger en el grafico del par EUR/USD.

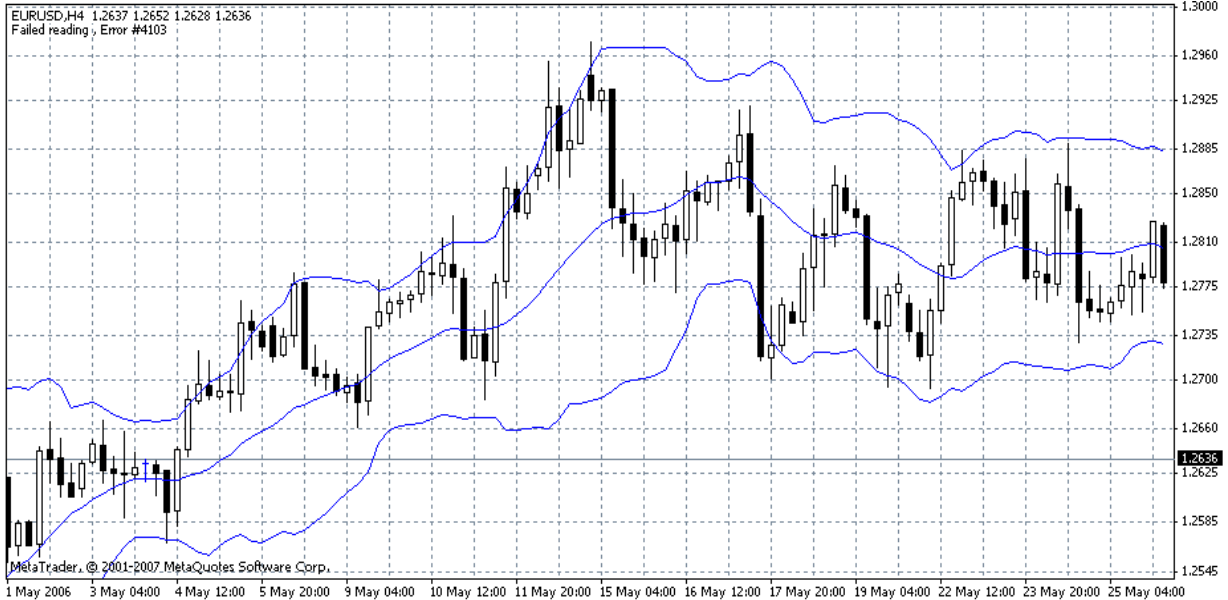


Figura 5 Bandas de Bollinger

Cuando mayor es la volatilidad que se presenta en el mercado, mayor es la desviación estándar y así las bandas serán más amplias, y viceversa, cuando la amplitud de la banda es menor a lo observado históricamente es señal de que se aproxima un movimiento importante en los precios.

2.1.5 PATRONES DE VELA

Una técnica comúnmente utilizada para graficar el precio de un par de divisas son los gráficos de velas [10]; éstos ofrecen información acerca del comportamiento o del movimiento del precio de un par de divisas a lo largo de un determinado período de tiempo. Cada vela contiene cuatro atributos: precio de apertura, precio de cierre, precio máximo y precio mínimo, en la figura 6 se puede observar en detalle estos atributos.

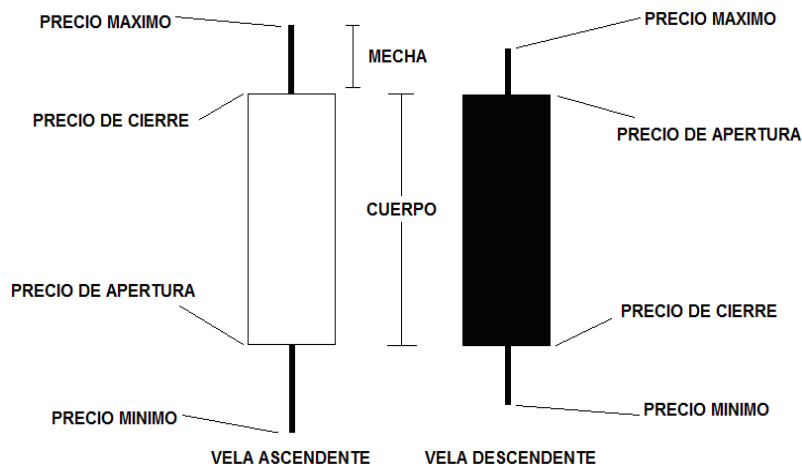


Figura 6. Atributos de gráficos de velas

Las velas ascendentes se caracterizan por tener un precio de cierre más alto que el precio de apertura, a diferencia de las velas descendentes en las cuales el precio de cierre es más bajo que el de apertura; En un gráfico diario, cada vela representa un período de 24 horas; en un gráfico por hora cada vela representa una hora, y así sucesivamente de modo que al observar un gráfico de velas se pueda observar rápidamente si el precio de la divisa subió o bajó en un determinado periodo; adicionalmente cuando una vela es larga, es decir, que el precio del par de divisas varió en un rango amplio, se dice que el mercado tuvo una amplia volatilidad.

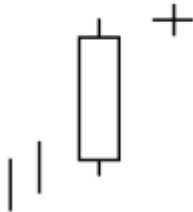
Los patrones de velas son combinaciones de tres o cuatro velas, que se presentan en ciertas ocasiones informando posibles cambios de tendencias, estos patrones se pueden utilizar en conjunto con otros indicadores para informar posibles cambios en el comportamiento del precio, reflejados en oportunidades de compra o venta. A continuación se presentan los patrones más utilizados en el análisis técnico y los que fueron utilizados en el desarrollo de este proyecto:

a) Estrella Doji alcista



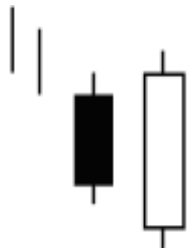
- El primer periodo es una larga vela negra.
- El segundo periodo es una doji en dirección de la tendencia previa.
- Las mechas de la doji no deberán ser largas.

b) Estrella Doji Bajista



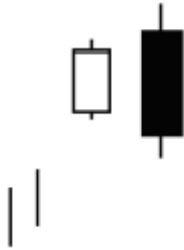
- El primer periodo es un largo periodo blanco.
- El segundo periodo es una doji en dirección de la tendencia previa.
- Las mechas de la doji deberán ser cortas.

c) Envolverte alcista



- El primer periodo es una larga vela negra
- El segundo periodo es una vela blanca que envuelve completamente al cuerpo del primer periodo

d) Envolvente bajista



- El primer periodo es una larga vela negra
- El segundo periodo es una vela blanca que envuelve completamente al cuerpo del primer periodo

e) Martillo



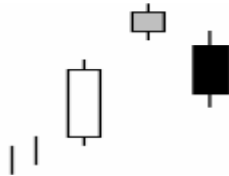
- Es un cuerpo pequeño
- La mecha inferior es por lo menos el doble que su cuerpo
- Nada o casi nada de mecha superior

f) Hombre colgado



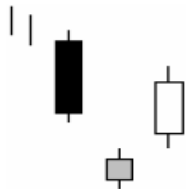
- Un cuerpo pequeño al final de una tendencia alcista
- La mecha inferior es al menos dos veces el largo del cuerpo
- Nada o casi nada de mecha superior

g) Estrella del Atardecer Bajista



- El primer periodo es una larga vela blanca
- La segunda es una vela negra de cuerpo pequeño
- El tercer periodo es una larga vela negra

h) Estrella Diurna Alcista



- El primer periodo es una larga vela negra
- El segundo periodo es una vela blanca de cuerpo pequeño
- La tercera es una larga vela blanca

Para una información más detallada del contexto de este tema, referirse al anexo correspondiente [10].

2.2 REDES NEURONALES ARTIFICIALES

En esta sección se exhiben algunos conceptos de las redes neuronales artificiales, los cuales fueron relevantes para el desarrollo del proyecto realizado. Para una información más detallada acerca del tema en referencia puede consultar en la bibliográfica [5].

2.2.1 DEFINICIÓN

Las redes neuronales son una forma de modelar computacionalmente el sistema nervioso humano, inspirado básicamente por estructuras neuronales del cerebro, las cuales están comprendidas de unidades de procesamiento interconectados que envían señales a otros y que pueden activarse o desactivarse dependiendo de la suma de sus señales de entrada. Básicamente están compuestas por tres tipos de capa: capa de entrada, capas ocultas y capa de salida [3].

2.2.2 APLICACIONES

Las RNA poseen características apropiadas para aquellas aplicaciones en las que no se dispone de un modelo identificable que pueda ser programado, debido a que son altamente robustas y de fácil implementación en paralelo; se incluyen aplicaciones como problemas de clasificación y reconocimiento de patrones de voz, imágenes, señales, etc. De la misma forma, se han utilizado para encontrar patrones de fraude económico, hacer predicciones en el mercado financiero, al igual que predicciones de tiempo atmosférico, etc.; también se pueden utilizar cuando no existen modelos matemáticos precisos o algoritmos con complejidad razonable.

2.2.3 CLASIFICACIÓN

La clasificación de las diferentes arquitecturas de las redes neuronales se pueden distinguir usando varios criterios: según el número de capas (monocapa y multicapa), el tipo de conexiones (recurrentes y no recurrentes) y según el tipo de aprendizaje (supervisadas y auto-organizadas).

Al clasificarlas por el número de capas, las redes monocapa son las que tienen una sola capa oculta, mientras que las redes multicapa se caracterizan por tener una o más capas ocultas; todas las redes neuronales tienen una sola capa de entrada y una sola capa de salida.

La clasificación por el tipo de conexión se hace en que las redes recurrentes son aquellas en las cuales las capas se conectan con capas anteriores a la misma, formando así una red retroalimentada, mientras que las redes no recurrentes todas las capas apuntan a las capas sucesoras o de salida.

Al hacer la clasificación en el tipo de aprendizaje, las redes supervisadas necesitan un conjunto de datos previamente clasificado o cuya respuesta objetivo (target) se conoce, mientras que en las redes autoorganizadas se busca solamente que la red examine parámetros en el conjunto de datos de entrada.

2.2.4 RED NEURONAL PERCEPTRON MULTICAPA (MLP)

La red neuronal perceptrón multicapa es un tipo de red no retroalimentada, que esta compuesta de una capa de entrada, una de salida y también posee al menos una capa oculta; también se le denomina Red Feed-Forward.

En la figura 7 se puede observa la estructura típica de una red perceptrón multicapa y la función de transferencia utilizada habitualmente a la salida de cada capa.

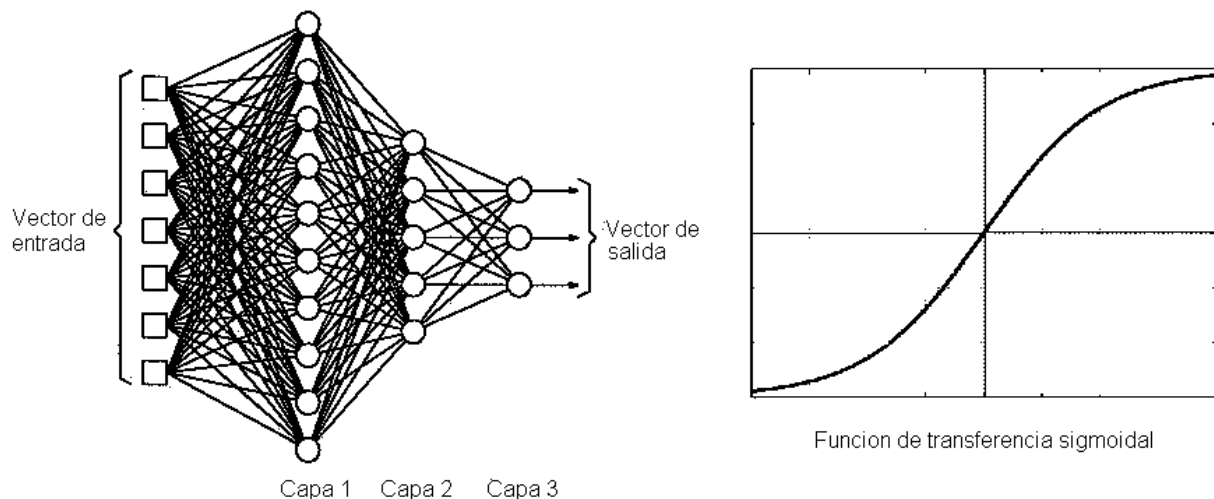


Figura 7. Estructura típica de las redes MLP y función de transferencia usada.

La arquitectura perceptrón multicapa es una red que usualmente tiene un entrenamiento supervisado por medio de un algoritmo conocido como retropropagación de errores o Backpropagation (BP). En varias ocasiones a la unión de la arquitectura perceptrón multicapa junto con el aprendizaje de propagación hacia atrás se le conoce como red de retropropagación o simplemente Feedforward Backpropagation [5].

Este tipo de redes usan una variedad de técnicas de entrenamiento, la más popular es el aprendizaje de propagación hacia atrás (Backpropagation), en éste, los valores de salida se comparan con la respuesta correcta para calcular los valores de alguna función de error predefinida, por medio de varios métodos el error es retroalimentado a través de la red; usando esta información, el algoritmo ajusta los pesos de cada conexión para reducir el valor de la función de error en una pequeña cantidad.

Después de repetir este procedimiento por una gran cantidad de ciclos de entrenamiento, la red usualmente converge a un estado donde el error de los cálculos es pequeño; en ese caso se puede decir que la red ha aprendido una cierta función objetivo.

El algoritmo de aprendizaje Levenberg-Marquardt es un método de segundo orden que minimiza el error por medio del uso del gradiente de la superficie de error; (con el cual se obtiene la dirección de máxima pendiente esta superficie $E(w)$), de la misma forma utiliza la segunda derivada del error con respecto a los pesos (Cambio de ritmo de la pendiente), es una técnica más robusta que el algoritmo de Back-propagation y puede acelerar en uno o dos ordenes de magnitud la convergencia.

2.3 CRITERIOS DE ANALISIS DE RIESGO

En los mercados de divisas la evaluación del riesgo en el momento de entrar al mercado se puede caracterizar por medio de distribuciones de probabilidad; esta caracterización se lleva a cabo debido a la incertidumbre que normalmente existe en su evaluación, el propósito es observar el riesgo como un indicador para abrir una orden de compra o venta.

La función comúnmente usada y aconsejable para modelarlo es la función gaussiana conocida también como distribución normal de probabilidad, que se utiliza en entornos donde se presenta una gran cantidad de datos que varían de forma aleatoria a lo largo del tiempo; esta función de distribución normal se ha utilizado en análisis de mercados financieros, evaluación de vida de proyectos, análisis económico, entre otros.

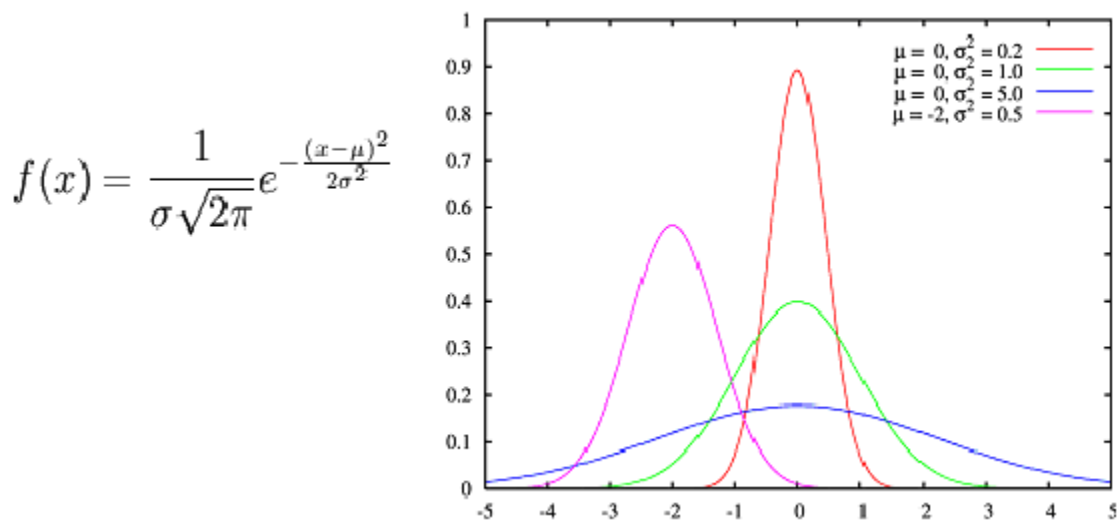


Figura 8. Función de densidad de distribución normal.

La distribución normal tiene un papel importante en cualquier campo de la estadística, y en particular, en la medición de riesgos en finanzas; los parámetros

más importantes que la caracterizan son la media y la desviación estándar, donde la media se define como:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Así mismo, la desviación estándar se define como:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [P_i - \mu]^2}{n-1}}$$

La volatilidad como parámetro de estimación de riesgo en los mercados financieros, se puede representar como la desviación estándar, ésta se presenta en las series de tiempo donde hay periodos de calma y turbulencia (baja y alta volatilidad respectivamente), en la siguiente gráfica de METATRADER se puede observar la volatilidad según la altura de las velas (Diferencias entre precios máximos y mínimos). [1]

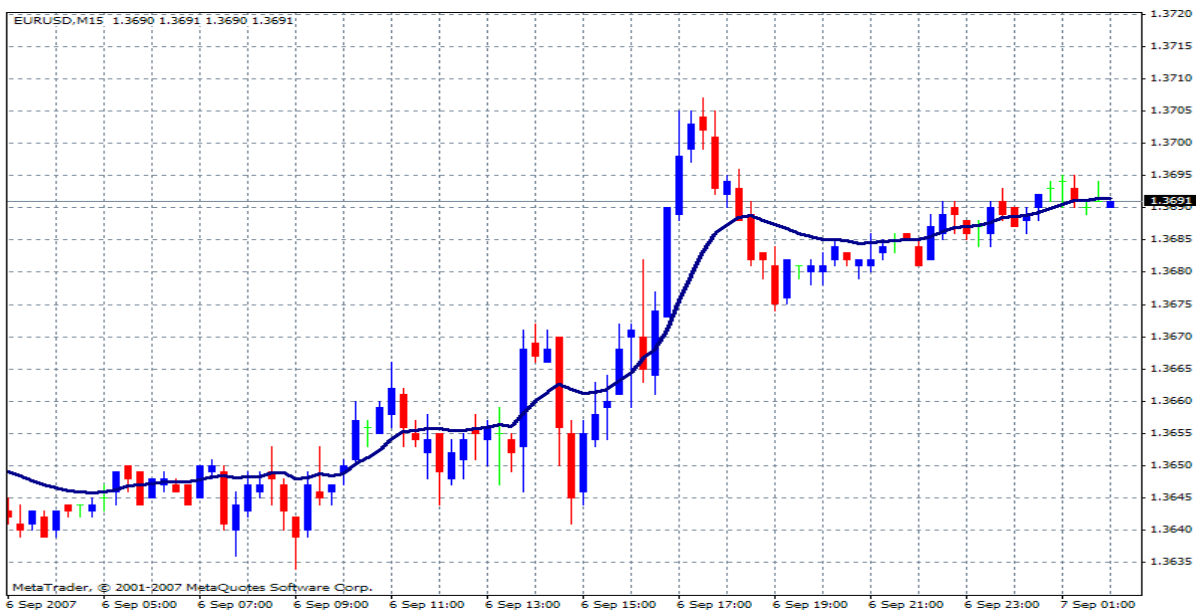


Figura 9. Gráfico de velas EUR/USD, las velas largas indican una volatilidad alta

Para que la desviación estándar refleje las variaciones fuertes del mercado es necesario utilizar promedios móviles exponenciales para tener mejores pronósticos en periodos donde exista una amplia volatilidad

Dado el entorno en el que se trabaja existen periodos de alta y baja volatilidad, lo cual implica una desviación estándar variable con el tiempo. Una alternativa ha sido el método de Arch o Garch, dichos métodos están diseñados especialmente para modelar y pronosticar volatilidad; el método de Arch o Garch esta basado fundamentalmente en los procesos auto-regresivos y promedios móviles (ARMA) los cuales son ampliamente utilizados en la modelación y estimación de series de tiempo [1].

Los patrones de velas pueden utilizarse para identificar cambios potenciales en las tendencias del mercado, especialmente cuando se utiliza en conjunto con otros indicadores. Estas forman patrones que si coinciden con otros indicadores tales como medias móviles y osciladores, informan de oportunidades de compra o venta. La función principal de los patrones es identificar la reversión en las tendencias (alcistas o bajistas) y la perdida de fuerza de las mismas.

3. ESPECIFICACIONES

El sistema solamente captura la información del par de divisas EUR/USD a través de un servidor de datos de mercado Forex, realizado por la herramienta METATRADER 4.0 por medio de un archivo de texto, que contiene los precios de cierre, apertura, máximo y mínimo correspondientes al periodo seleccionado.

La estrategia programada en la plataforma de trading cuenta con el uso de los indicadores MACD, Índice de fuerza relativa (RSI) y promedios móviles, limitándose al uso de datos históricos durante su ejecución, su funcionamiento no se realiza en tiempo real.

El programa que se encarga de implementar las redes neuronales y analizar los datos provenientes desde METATRADER es MATLAB, que adapta los datos para que entren de forma paralela a la red neuronal y los escaliza en el rango de la función de activación tangencial *tansig* (-1 a 1).

Las redes neuronales están en capacidad de procesar datos de tiempos anteriores (Back-testing) después de ser entrenadas y solo reciben como entrada la información de cuatro velas consecutivas. La evaluación del riesgo probable se implemento con base a las bandas de Bollinger.

Los datos resultantes del procesamiento de las redes neuronales en MATLAB en la cuantificación del riesgo arrojan tres vectores, los cuales son almacenados en archivos de texto de formato TXT o CSV para su posterior uso como indicadores técnicos.

Los valores resultantes del indicador basado en patrones oscilan entre 0 y uno, los que corresponden a la intensidad varían entre -4 y 4, y los de volatilidad varían entre 0 y 1. En la figura 10 se puede observar en detalle el diagrama de bloques del proyecto.

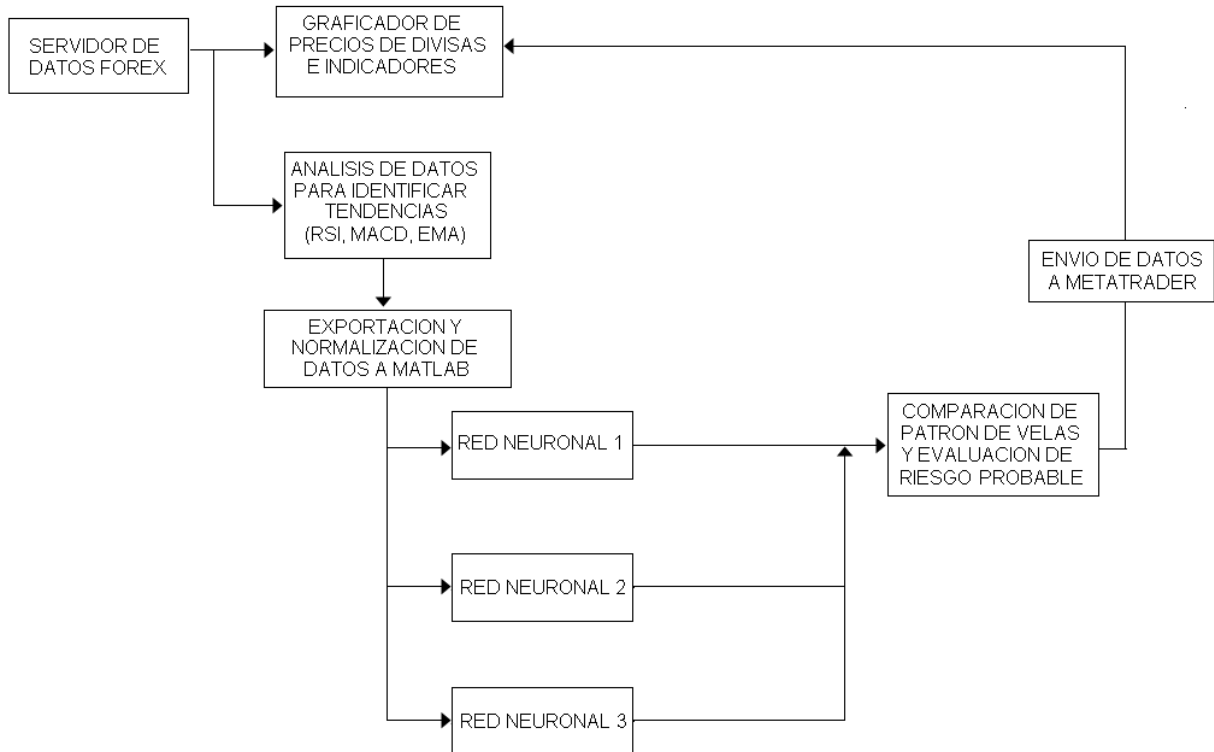


Figura 10. Diagrama de bloques detallado

4. DESARROLLO

En esta sección se presentan los temas más relevantes en la consecución de actividades para el desarrollo del proyecto, principalmente se nombran los aspectos más importantes de la estrategia de análisis técnico realizada en METATRADER 4.0, seguido de esto se muestra la interacción de las dos plataformas, posteriormente se explica la implementación de las redes neuronales en MATLAB y por ultimo los detalles de la evaluación del riesgo probable desde las bandas de Bollinger.

4.1 PROGRAMACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ANÁLISIS TÉCNICO

METATRADER 4.0 posee una herramienta de programación de estrategias e indicadores técnicos que permiten abrir órdenes de compra, venta, modificación o cierre, su uso se caracteriza por ser un software de libre uso sin costos por licencia. Esta herramienta incluye un lenguaje de programación conocido como MQL4 similar a C++, con funciones adicionales del mercado de divisas, la cual brinda la posibilidad de importar y exportar datos en formatos TXT y CSV, con el objetivo de establecer un enlace con otras plataformas, como en el caso de MATLAB 7.

A partir de la herramienta de programación de METATRADER se elaboró una estrategia para abrir posiciones de compra o venta, la cual tiene en cuenta los indicadores de análisis técnicos más usados en el mercado (RSI, MACD, EMA), esta lleva a cabo órdenes de compra o venta y elección del número de lotes para abrir una posición, teniendo en cuenta los criterios de cada indicador y el análisis resultante de las redes neuronales tal como se muestra a continuación; para observar la estrategia detalladamente, hacer referencia a los anexos.

4.1.1 NIVELES DE RSI

En la estrategia implementada se requiere abrir una posición de compra cuando este indicador sobrepase un límite que puede estar entre 30 y 25 durante un movimiento bajista del RSI, posteriormente la posición debe cerrarse cuando el RSI alcanza un valor intermedio entre los límites superior e inferior cercano a 50.

Análogamente, se abre una posición de venta cuando el RSI sobrepasa un límite que esta entre 75 y 70 durante un incremento en este indicador, se cierra la misma orden cuando el RSI alcanza un valor intermedio alrededor de 50.

Los niveles de sobrecompra y sobreventa se calculan usando la regla del 5% en el cual a partir de una muestra de 200 velas anteriores, se toman el máximo y mínimo del 5% de los valores extremos [2].

En la figura 11, se muestra una grafica del par de divisas EUR/USD en velas de cuatro horas, allí se puede observar los niveles de sobrecompra y sobreventa del indicador RSI, así como también los puntos cercanos en los cuales se deben cerrar las ordenes de compra o venta.

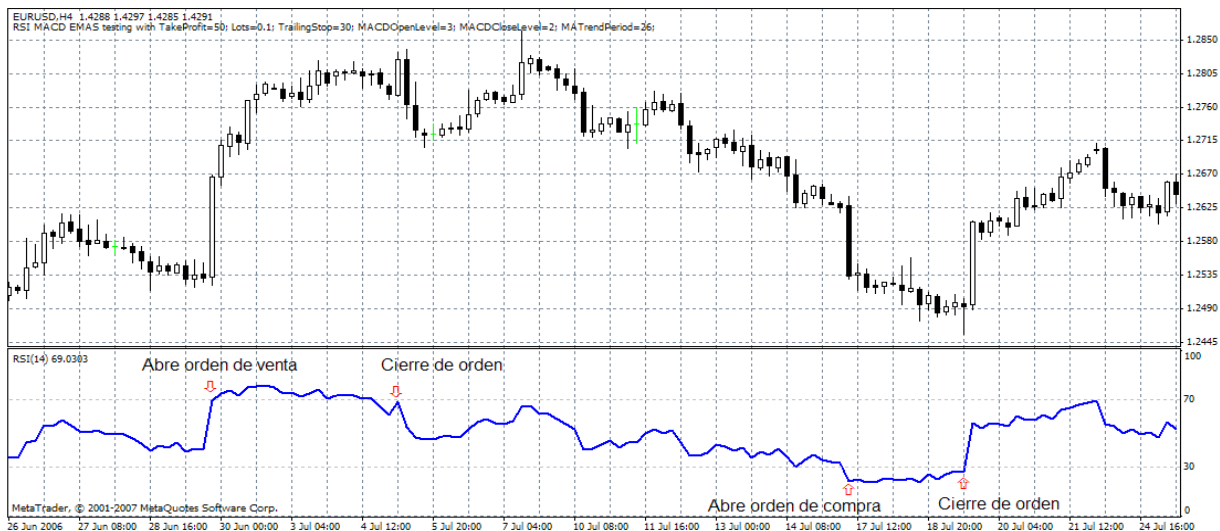


Figura 11. Puntos de apertura y cierre de órdenes en RSI

4.1.2 SEÑALES DE COMPRA O VENTA EN EL MACD

La estrategia implementada tiene en cuenta los siguientes parámetros para abrir y cerrar órdenes de compra o venta con este indicador:

- Cuando la línea MACD (azul) cruza hacia arriba la línea de señal (línea roja) se produce una señal de compra; la posición se cierra cuando el MACD corta la señal hacia abajo si la orden se encuentra abierta.
- Cuando la línea MACD (azul) cruza hacia abajo la línea de señal (línea roja) se produce una señal de venta; la posición se cierra cuando el MACD corta la señal hacia arriba si la orden se encuentra abierta.
- Si el histograma empieza a caer cuando el precio continúa subiendo, existe una divergencia negativa y esto da una señal de venta.
- Asimismo, si el histograma empieza a subir cuando el precio continúa descendiendo, existe una divergencia positiva y esto da una señal de compra.

En la figura 12 se muestran los criterios de órdenes explicados anteriormente.

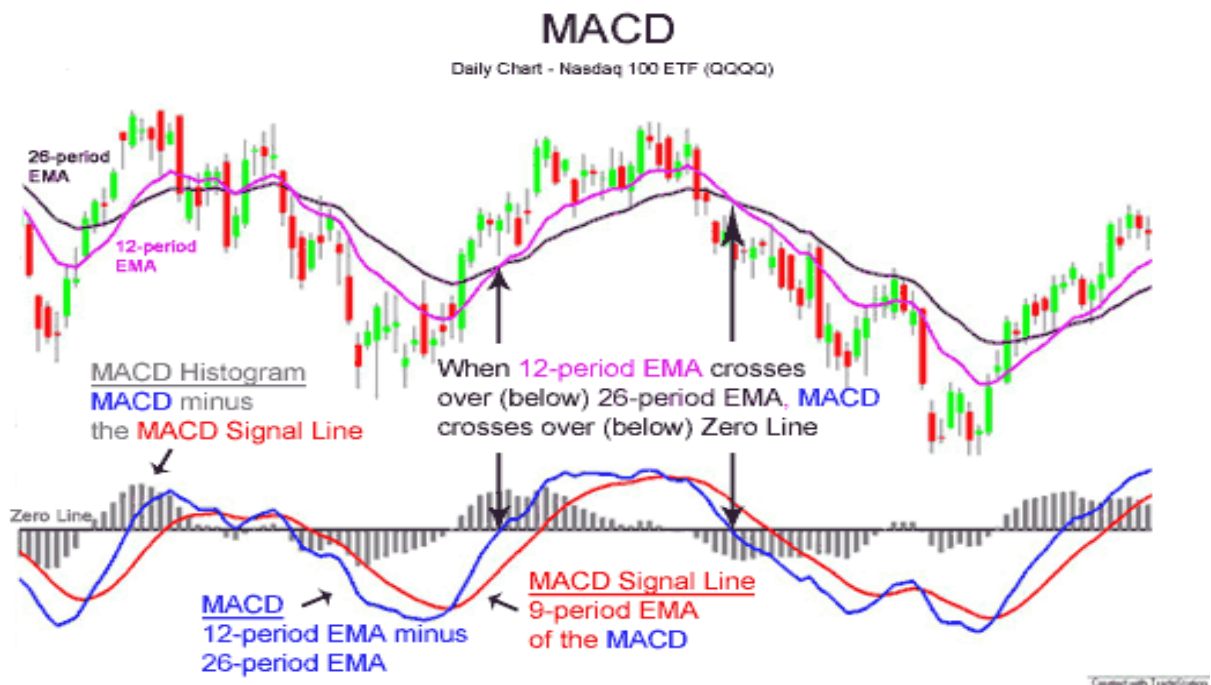


Figura 12. Señales de compra y venta en el MACD

4.1.3 SEÑALES DE CRUCE DE PROMEDIOS MÓVILES

La estrategia tiene en cuenta el cruce de los promedios móviles largo y corto, ante un cruce se tiene en cuenta la dirección del corto, se ejecuta una orden de venta ante su movimiento alcista y de venta ante su movimiento bajista. En la figura 13 se muestra la forma en que actúa la estrategia haciendo uso de medias móviles.

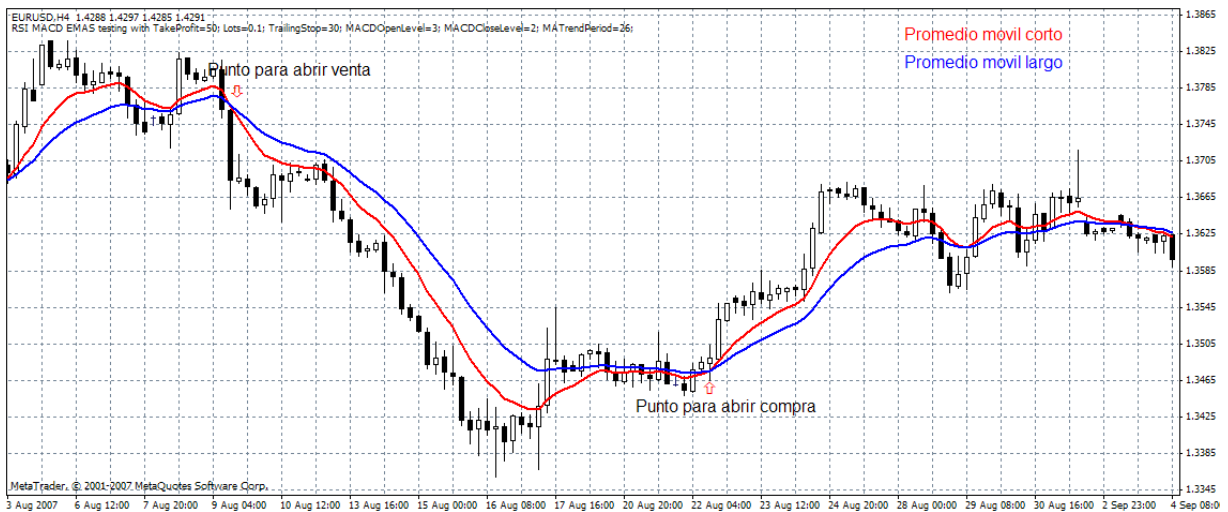


Figura 13. Señales de compra y venta con cruces de promedios móviles

Los tres indicadores técnicos actúan conjuntamente de la siguiente manera:

- 1) Se verifican las condiciones del mercado para abrir una orden de compra, en caso de presentarse un nivel cercano a 30 en RSI, un cruce de las líneas de MACD y señal, y por ultimo un cruce de promedios móviles de 12 y 26 periodos.
- 2) Se verifica el estado del mercado para buscar una oportunidad de venta, esto se refleja en un nivel cercano a 70 en el RSI, un nivel incremental y cercano a cero en el histograma del MACD, y por ultimo un cruce de promedios móviles de 12 y 26 periodos.

Cuando las ordenes se abren se fijan los limites de take profit y stop loss con el fin de evitar un alto riesgo al presentarse un movimiento no deseado en el precio; esos límites se fijan como se muestra en la figura 14, en este caso se desea abrir una orden de venta, cuando se cree que el precio en un instante puede alcanzar un máximo ó empezar a caer.

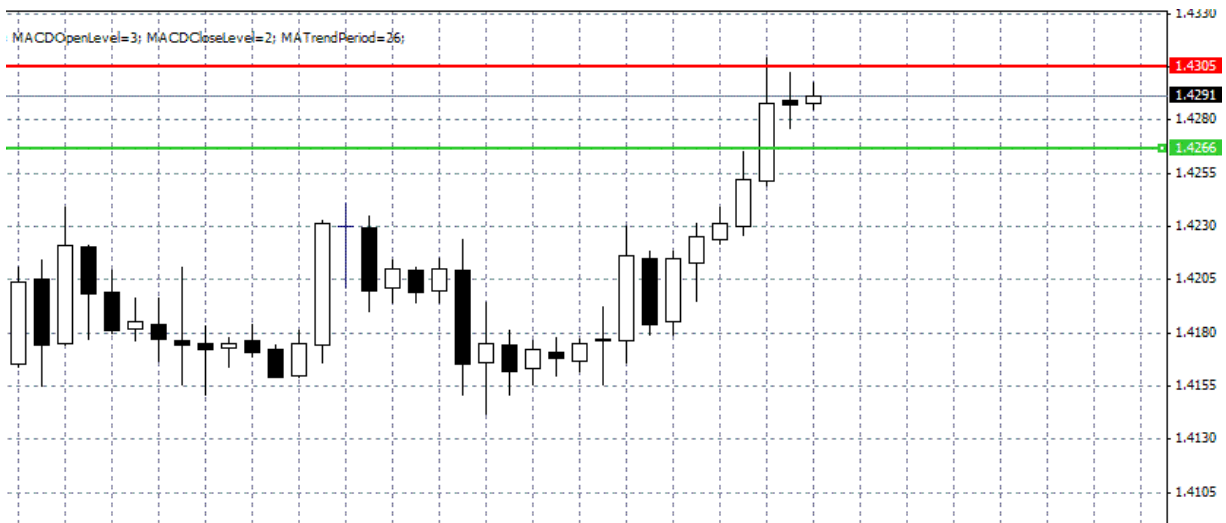


Figura 14. Fijación de take profit (verde) y stop loss (rojo) en una orden de venta

Mientras las órdenes se van abriendo, se verifica que el mercado no muestre señales para cerrarlas, en caso de que ello ocurra, las órdenes son cerradas con base a los indicadores; estas órdenes también se cierran cuando el precio alcanza el límite de take profit o stop loss establecidos al momento de abrir las ordenes.

El objetivo principal de la estrategia implementada es comparar su efectividad tanto con el uso de los indicadores mencionados como con nuevos indicadores basados en redes neuronales.

4.2 TRANSFERENCIA DE DATOS

La estrategia previamente programada tiene la posibilidad exportar datos de gráficos de velas (apertura, alto, bajo y cierre) de la relación del par de divisas EUR/USD a través de archivos de texto que pueden ser adquiridos en periodos de 5 minutos hasta periodos mensuales, estos datos son capturados por medio de MATLAB desde el cual se lleva a cabo un proceso de normalización, almacenamiento en vectores, y procesamiento de datos³.

Después de que los datos son procesados en las redes neuronales implementadas en MATLAB, se realiza la exportación de nuevos datos a METATRADER por medio de otro archivo de texto; estos valores pueden ser leídos como un indicador y ser tenidos en cuenta desde la estrategia desarrollada. El resultado final del análisis de las redes neuronales también puede ser observado de forma grafica.

4.3 IMPLEMENTACION DE REDES NEURONALES

La implementación de las redes neuronales se diseñó básicamente con el fin de detectar patrones de velas, y analizar patrones tanto de tendencias como volatilidades existentes en el movimiento del mercado.

La primera red se encarga de la identificación de patrones de velas preestablecidos en la bibliografía consultada, la segunda y tercera cumplen la tarea de evaluar los

³ Para el desarrollo del proyecto se escogió un valor intermedio del rango que corresponde a intervalos de 4 horas, las tramas de 1min, 5min, 15min, 30min y 1H fueron descartadas dado que el sistema no funciona en tiempo real; las velas de 1D y 1 semana no fueron tenidas en cuenta dado que la información que contienen es bastante resumida, perdiendo los movimientos que indican alta volatilidad entre estos periodos.

datos anteriores a cada patrón con el objetivo de identificar posibles movimientos futuros.

Los resultados de las redes 1, 2 y 3 se envían a un sistema que se encarga de la estimar el riesgo en forma estadística, este genera archivos de texto los cuales son enviados a METATRADER con el objetivo de que los datos sean interpretados como indicadores técnicos⁴. (Ver figura 15).

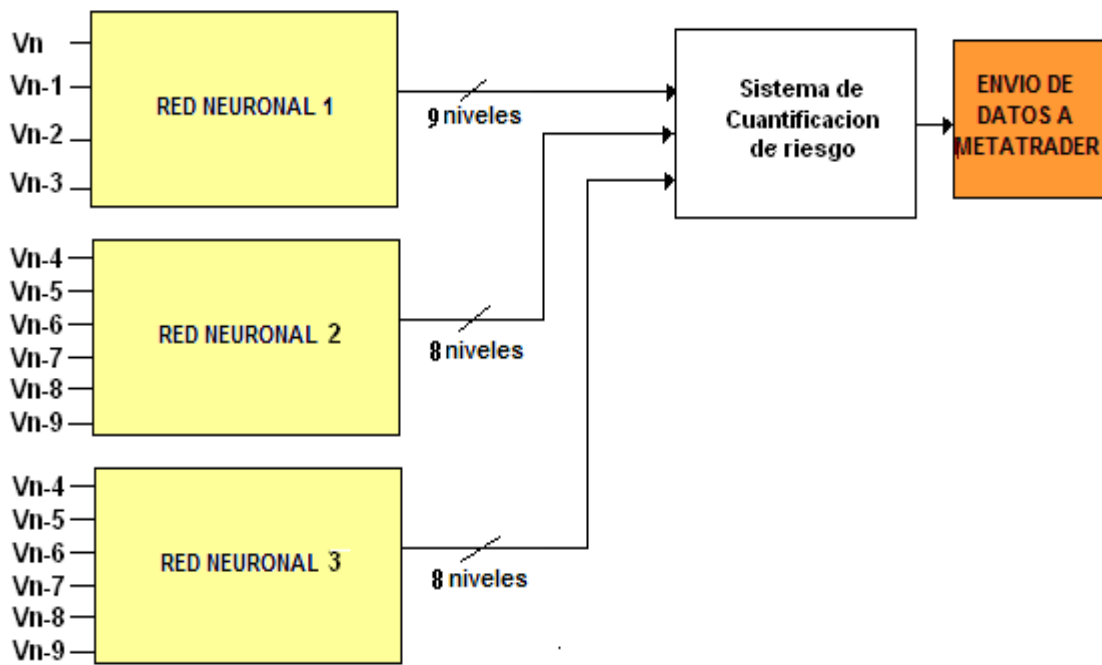


Figura 15. Diagrama de bloques de salidas y entradas de las redes neuronales.

⁴ Aclaración: Cada señal que evalúa una característica del riesgo (volatilidad, intensidad de movimiento o confirmación de patrón de velas) tiene una red neuronal asociada la cual permite llevar a cabo la estimación, en total son tres redes las que evalúan dichas características.

4.3.1 DISEÑO DE LA PRIMERA RED

La primera red tiene como entradas cuatro velas que representan el patrón a ser reconocido, cada vela esta conformada por cuatro datos (HIGH, LOW, CLOSE y OPEN) teniendo de esta manera un total de 16 datos de entrada, la salida esta compuesta por ocho bits que informan el tipo de patrón encontrado y un bit que indica si existe o no un patrón como se muestra en la figura 16.

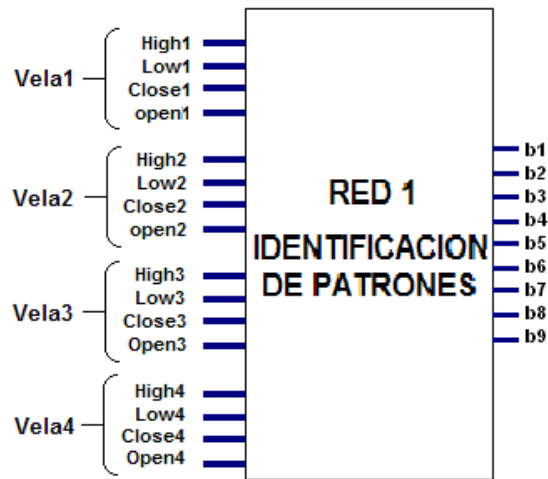


Figura 16. Esquema de entradas y salidas de la primera red neuronal

En la tabla 1 se muestra en detalle las salidas asignadas a cada uno de los patrones analizados en la primera red; la estimación del movimiento futuro se realiza por la medio de las redes 2 y 3.

PATRON	Resultado
Patrón no encontrado	000000001
Envolvente alcista	000100000
Envolvente bajista	000000010
Martillo	010000000
Hombre colgado	000001000
Doji alcista	001000000
Doji bajista	000000100
Estrella alcista	100000000
Estrella bajista	000010000

Tabla 1. Detalles de salidas de la primera red neuronal

4.3.2 CONJUNTO DE ENTRENAMIENTO DE LA RED 1

Los datos que se encargan de entrenar y probar las redes son de periodos de una hora y están compuestos por 2000 velas con su respectiva información (High, Low, Open y Close), El conjunto de entrenamiento esta conformado por 1500 velas y es clasificado en un archivo de Excel por los patrones encontrados y la ausencia de ellos como se describe en la siguiente tabla.

PATRONES DE 4 VELAS				ID PATRON																		
V1	V2	V3	V4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	→ No existe patron	
V2	V2	V4	V5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	→ Existe patron (Envolvente Alcista)	
V3	V4	V5	V6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	→ Existe patron (Estrella Alcista)	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
V1497	V1498	V1499	V1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	→ Existe patron (Estrella Bajista)

Tabla 2, Conjunto de entrenamiento de la primera red neuronal

El conjunto de prueba es formado por las 500 velas restantes de los datos como se muestra a continuación.

PATRONES DE 4 VELAS				ID PATRON												
V1501	V1502	V1503	V1504	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	} Se determina de la misma manera que el conjunto de entrenamiento
V1502	V1503	V1504	V1505	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
V1503	V1504	V1505	V1506	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪		
▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪		
▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪		
▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪		
V1997	V1998	V1999	V2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		

Tabla 3. Conjunto de prueba de la primera red neuronal

4.3.3 DISEÑO DE LAS REDES NEURONALES 2 Y 3

Los datos de entrada a estas redes neuronales son las cuatro velas anteriores al precio de cierre actual, estas brindan suficiente información de cómo se encuentra el mercado pasado y hacia donde puede ir. Las salidas estiman la volatilidad, la intensidad y dirección del movimiento futuro como se muestra en la grafica 17. El conjunto de entrenamiento esta compuesto por 1500 datos para el aprendizaje y 500 para la prueba para ambas redes⁵.

⁵ Una alternativa útil para el aprendizaje de las redes neuronales es el desplazamiento del conjunto de entrenamiento en el total de los datos, por ejemplo, si se tienen 2000, el conjunto puede estar entre 1 y 1500, o entre 251 y 1751; generando así una ventana de longitud de 1500 datos con el fin de encontrar que conjunto de entrenamiento es el mas apropiado para la estimación.

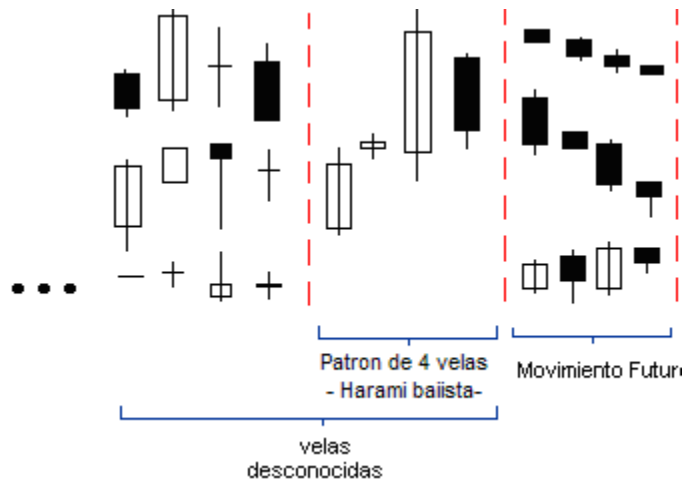


Figura 17. Esquema de velas en una serie de tiempo

La red 2 se encarga de estimar la volatilidad futura a partir del uso de bandas de Bollinger y medias exponenciales móviles, esta red tiene 8 niveles que estiman el grado de volatilidad futura con respecto al movimiento del mercado en el pasado⁶, estos niveles están comprendidos entre un valor máximo y un valor mínimo (movimiento futuro fuerte y movimiento futuro leve respectivamente). Ver figura 18.

NIVEL	RESPUESTA								INTERPRETACION
1	0	0	0	0	0	0	0	1	Muy baja volatilidad
2	0	0	0	0	0	0	1	0	•
3	0	0	0	0	0	1	0	0	•
4	0	0	0	0	1	0	0	0	•
5	0	0	0	1	0	0	0	0	•
6	0	0	1	0	0	0	0	0	•
7	0	1	0	0	0	0	0	0	•
8	1	0	0	0	0	0	0	0	Muy alta volatilidad

Tabla 4. Salida red neuronal 2

La red 3 se encarga de estimar la intensidad del movimiento por medio de valores máximos y mínimos encontrados en precios de cierre de las seis velas posteriores al patrón.

⁶ Se aclara que la salida puede obtener una mayor resolución si se incrementa el número de bits, también se puede hacer uso de una conversión decimal-binaria BCD para disminuir el número de bits de salida o con el objetivo de no perder información implementar una red neuronal a la salida con función de transferencia lineal.

La salida de la red 3 indica la posible dirección y fuerza del movimiento futuro, esta constituida por ocho bits, donde los primeros cuatro se refieren al movimiento bajista y los cuatro restantes al movimiento alcista, la fuerza de cada movimiento se indica con distintos niveles los cuales se determinaron de forma heurística a partir de la observación. (Ver figura 19).

RESPUESTA								INTERPRETACION
0	0	0	0	0	0	0	1	Fuerte
0	0	0	0	0	0	1	0	Normal
0	0	0	0	0	1	0	0	Debil
0	0	0	0	1	0	0	0	Muy Debil
0	0	0	1	0	0	0	0	Muy Debil
0	0	1	0	0	0	0	0	Debil
0	1	0	0	0	0	0	0	Normal
1	0	0	0	0	0	0	0	Fuerte

Tabla 5. Salida red neuronal 3

Las redes neuronales fueron implementadas con una sola capa oculta y el algoritmo de aprendizaje utilizado fue Levenberg-Marquardt conocido también como TRAINLM, ya que éste tuvo una convergencia rápida con la cantidad de pesos que tuvieron las redes, la selección de este algoritmo se realizó mediante prueba y error con otros algoritmos de entrenamiento que tiene el toolbox de redes neuronales de MATLAB. El criterio de selección fue minimizar el error cuadrático medio (LMS) en el proceso de entrenamiento y de prueba [6].

4.4 EVALUACIÓN DEL RIESGO PROBABLE

Los precios de cierre para diferentes marcos de tiempo no tuvieron una buena similitud con las distribuciones gaussianas, que son las recomendadas para analizar mercados financieros. Debido a la limitación por la cantidad de datos adquiridos no se pudo hacer uso del teorema del límite central, donde el modelo podría acercarse a uno Gaussiano. A continuación se muestran las distribuciones obtenidas con marcos

de tiempo de cuatro horas y una hora de los precios de cierre para un histórico de 2000 velas.

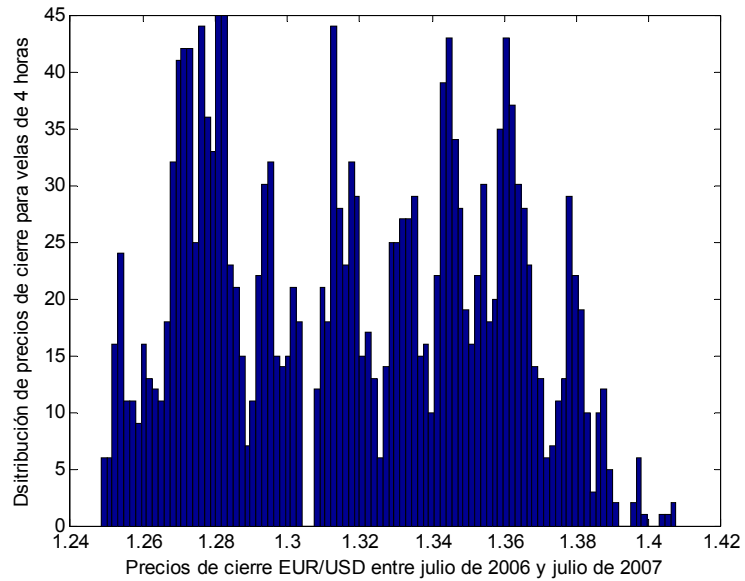


Figura 18. Distribución de precios de cierre para velas de cuatro horas

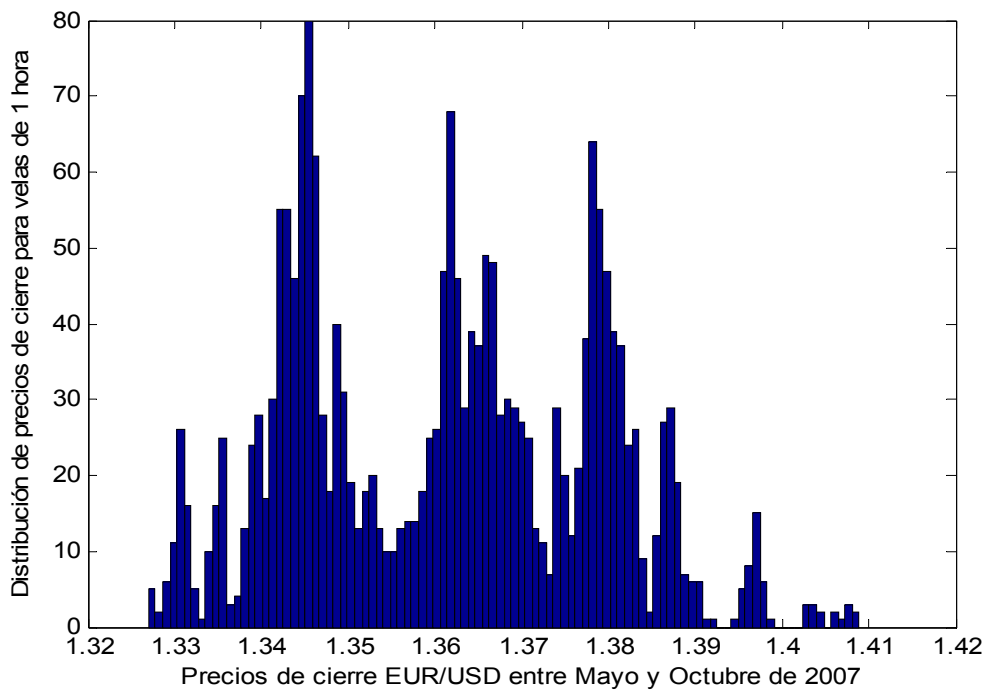


Figura 19. Distribución de precios de cierre para velas de una hora

A partir de las distribuciones obtenidas se observa que el precio varía entre 1.25 y 1.41 durante un año para la relación EUR/USD, con los resultados obtenidos se puede observar que existen diferentes picos en las graficas, indicando una alta dispersión en las distribuciones.

Debido a lo anterior, se decidió analizar el movimiento futuro del precio a través de seis velas que se hayan presentado después del patrón conocido y se clasifica con criterios de volatilidad, de dirección y de fuerza como se explica a continuación.

La clasificación tiene en cuenta los precios de cierre de las seis velas siguientes al momento donde exista un patrón conocido. La primera clasificación de los movimientos se realiza con base a la dirección e intensidad del movimiento por medio de la búsqueda de valores máximos y mínimos posteriores al precio actual.

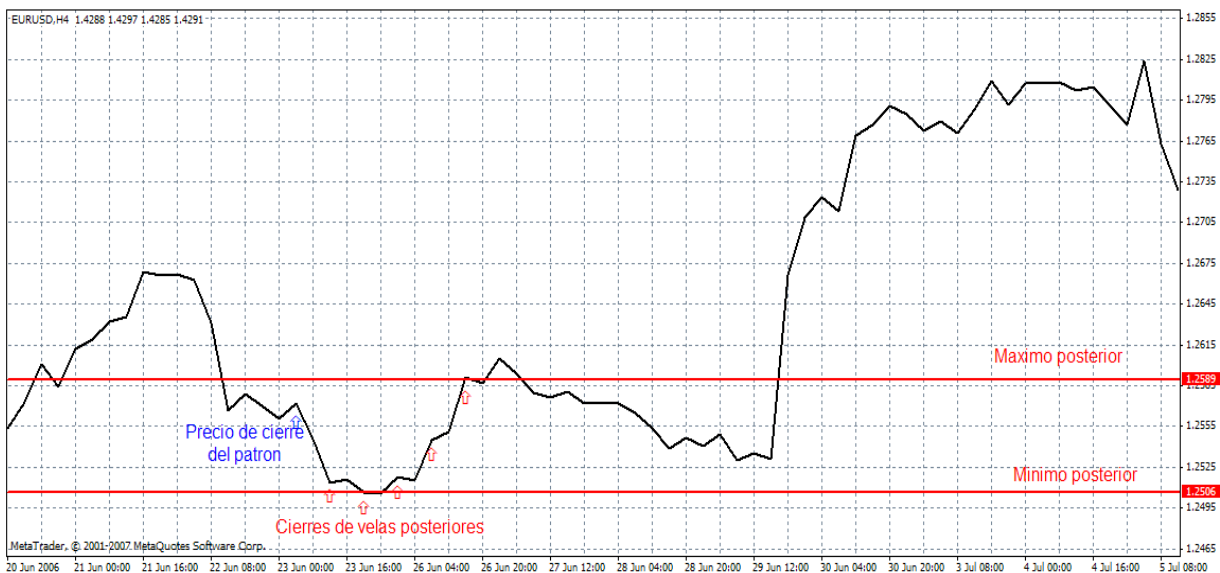


Figura 20. Obtención de máximos y mínimos posteriores al cierre de la vela del patrón encontrado.

Estos niveles extremos son utilizados para calcular la diferencia con respecto a la información de la vela actual, de esta manera se calcula la diferencia tanto con el

valor máximo como con el mínimo; luego la relación de estas dos variaciones clasifica la intensidad del movimiento y la dirección, se calcula de la siguiente manera:

$$Grado = \frac{(\max.p - pr.act)}{(pr.act - \min.p)}$$

Esta ecuación genera posibles valores entre 0 e infinito, cuando un movimiento esta en dirección a la baja, los valores de la relación estarán entre 0 y 1, de lo contrario el movimiento es considerado alcista. En la tabla 6 se muestra la clasificación de la intensidad dependiendo del valor de la relación.

Niveles	Movimiento	Intensidad	Target								
Grado=0	Bajista	Muy alta	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0<Grado<=0,25		Alta	0	0	0	0	0	0	1	0	
0,25<Grado<=0,5		Media	0	0	0	0	0	1	0	0	
0,5<Grado<=1		Baja	0	0	0	0	1	0	0	0	
1<Grado<=2	Alcista	Muy alta	0	0	0	1	0	0	0	0	
2<Grado<=4		Alta	0	0	1	0	0	0	0	0	
4<Grado<=8		Media	0	1	0	0	0	0	0	0	
Grado>8		Baja	1	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 6 Clasificación de relación entre máximos y mínimos posteriores

La segunda clasificación se encarga de analizar la volatilidad, ésta se calcula por la diferencia de las bandas superior e inferior de Bollinger, promediadas a través de una media móvil exponencial. Se hallan dos volatilidades, la primera esta conformada por el patrón conocido y el movimiento (diez velas), y la segunda se

constituye por las diez velas que anteceden al patrón, estas dos volatilidades se relacionan para informar como estará probablemente la tendencia futura.

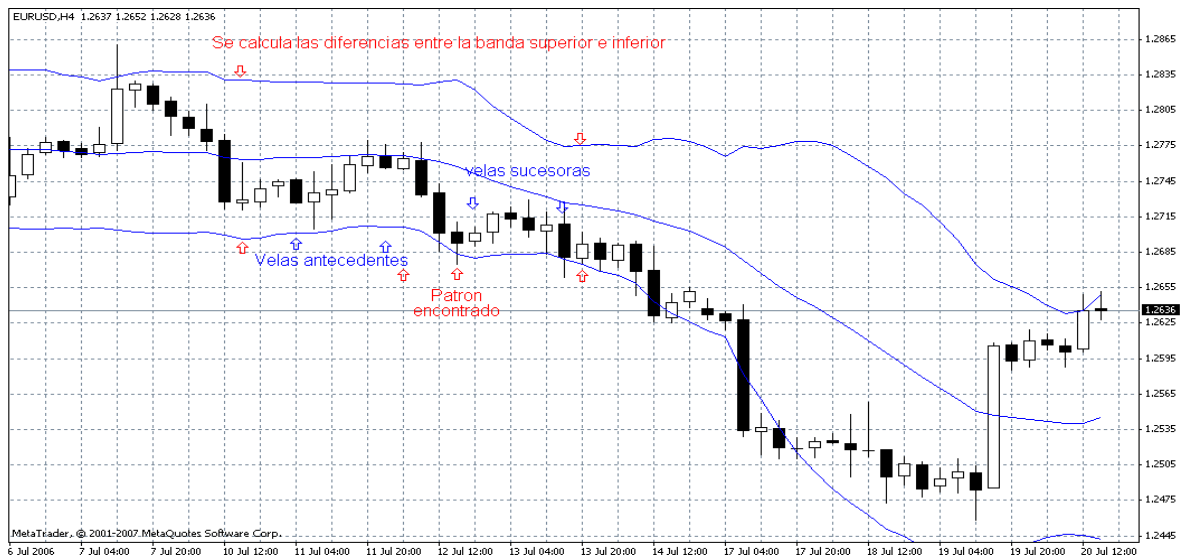


Figura 21. Cálculo de volatilidades a través de las bandas de Bollinger.

A partir de los análisis de volatilidad e intensidad se calculan los targets del conjunto de entrenamiento y de prueba de las redes 1 y 2.

4.5 IMPLEMENTACION DE NUEVOS INDICADORES

Luego de la implementación de las redes se procede a hacer uso de ellas, se elabora un programa en MATLAB que se encarga de leer el archivo de velas generado por metatrader, para su posterior procesamiento en las redes que estiman con un nivel de certeza volatilidad e intensidad de movimiento, luego se interpretan las salidas como niveles de riesgo como se muestra a continuación.

Niveles de riesgo	Salida red intensidad de movimiento							
-4	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Interpretación salida red intensidad de movimiento

Niveles de riesgo	Salida de la red de volatilidad							
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 8. Interpretación salida red volatilidad

Los niveles de riesgo son enviados a Metatrader en archivos de texto, estos se interpretan como indicadores técnicos en modo grafico como se observan en las figura 22 y 23.

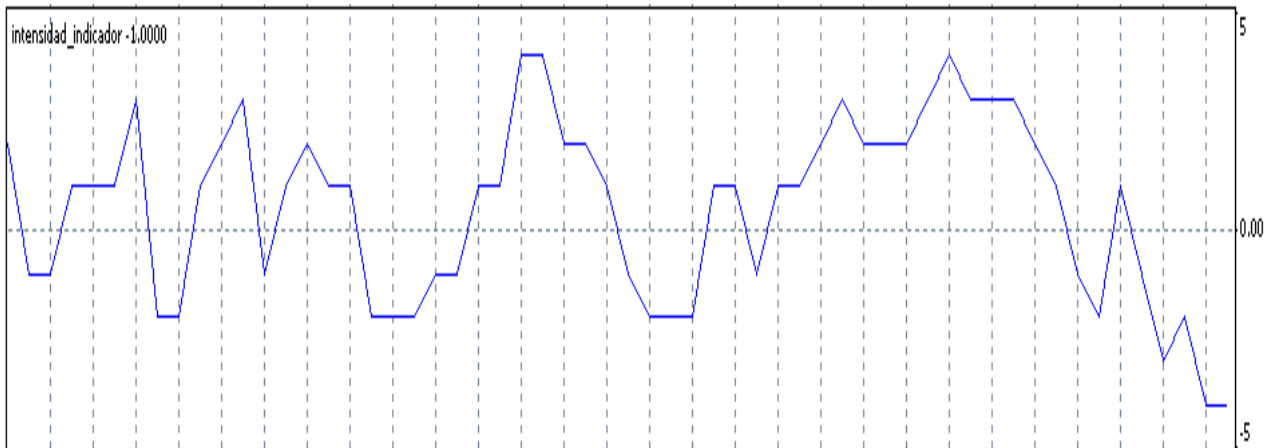


Figura 22. Grafica indicador técnico Intensidad de movimiento.

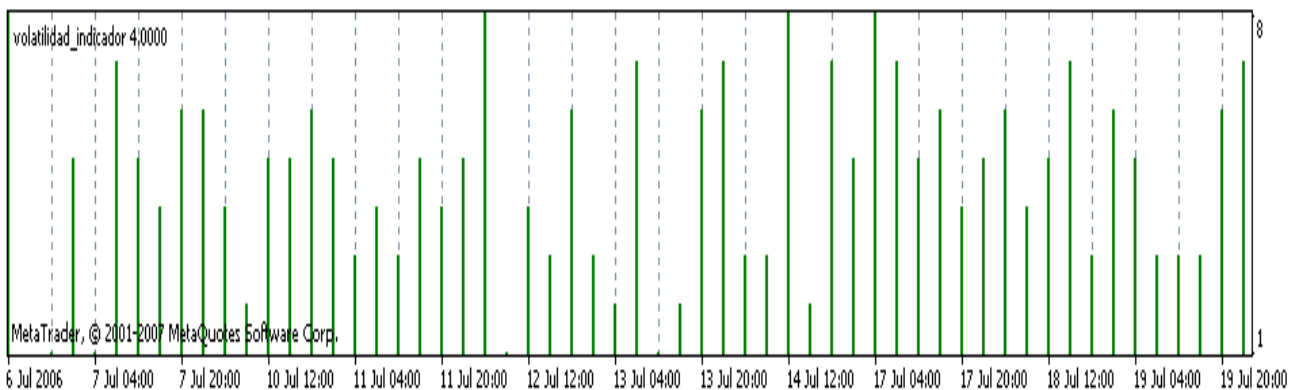


Figura 23. Grafica indicador técnico Volatilidad.

Después de la creación de esto indicadores en Metatrader se procede a ser uso de estos en la estrategia previamente programada, como información adicional para tomar decisiones de entrada al mercado. En la figura 24 se muestra el diagrama de

flujo correspondiente a la estrategia de análisis técnico realizada teniendo en cuenta los nuevos indicadores.

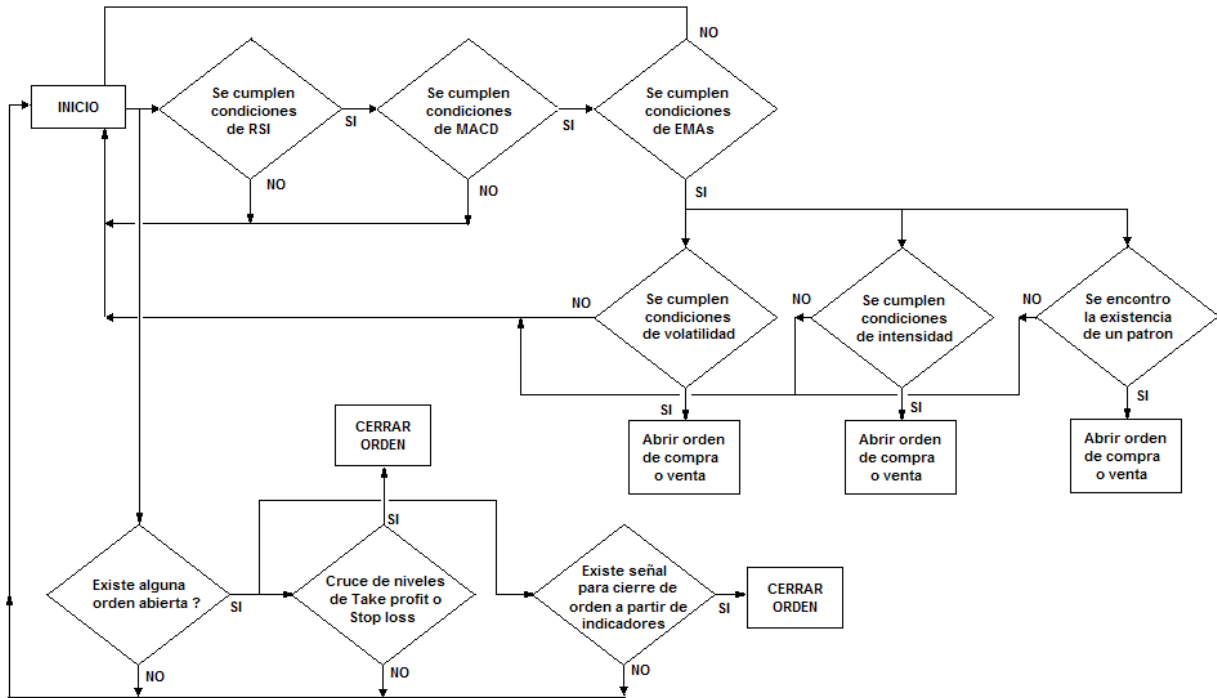


Figura 24. Diagrama de flujo de la estrategia implementada con nuevos indicadores.

5. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados más relevantes del proyecto, en primera instancia se exhiben los correspondientes al proceso de entrenamiento de las redes neuronales, luego se muestra la importancia de las entradas en las redes de volatilidad e intensidad, posteriormente se realizó el cálculo de la eficiencia de la red de volatilidad; y por último se muestran los diferentes resultados de las estrategias de análisis técnico comparando el desempeño de estas con y sin el procesamiento de los nuevos indicadores basados en las redes neuronales.

Entrenamiento de la red de patrones de velas

La arquitectura de la red tiene 16 neuronas en la capa de entrada y nueve de salida, cantidades que permanecen constantes a través del entrenamiento realizado, se utilizó funciones de activación sigmoideal (tansig para las capas de entrada y oculta, logsig para la capa de salida), a continuación se muestra los resultados donde se escogió una arquitectura lo más pequeña posible con un error de entrenamiento adecuado para una buena generalización.

Neuronas de capa oculta	Error de entrenamiento	Error de aciertos (%)	Tiempo de entrenamiento (min.)
7	0,0078	17,14	6
8	0,0067	14,28	8
9	0,0053	12,85	8
10	0,0041	15,71	9
11	0,0038	11,74	8
12	0,0033	7,14	13
13	0,00023	1,42	15
14	0,000241	2,8	18
15	0,000167	1,42	20
16	0,000153	1,42	24
17	0,000124	2,8	28
18	0,000119	1,42	31

Tabla 9. Resultados del entrenamiento de la red de patrones de velas

Entrenamiento de las redes de volatilidad e intensidad

El conjunto de entrenamiento tuvo un tamaño de 1551 velas con intervalos de cuatro horas, las cuales contienen la información de un año del par de divisas EUR/USD, el conjunto de prueba fue de 449 velas que corresponden a los primeros meses del siguiente año. Se definió un número constante de neuronas de capa de entrada y de salida (16 y 8 neuronas respectivamente), lo cual implicaba que solo variaba el número de neuronas de la capa oculta con el fin de encontrar el mínimo error de aciertos en una arquitectura pequeña (Ver tablas 10 y 11), las funciones de activación de cada capa tiene la misma estructura que la red de patrones.

Neuronas de capa oculta	Error de entrenamiento	Error de aciertos (%)	Tiempo de entrenamiento (min.)
7	0,078	24,82	27
8	0,067	19,24	36
9	0,053	18,11	49
10	0,041	18,11	64
11	0,038	17,66	79
12	0,033	16,95	96
13	0,035	15,86	108
14	0,0167	9,671	126
15	0,0241	8,252	129
16	0,0153	9,213	167
17	0,0214	10,767	183
18	0,0389	11,025	207

Tabla 10. Resultados del entrenamiento de la red de volatilidad

Neuronas de capa oculta	Error de entrenamiento	Error de aciertos (%)	Tiempo de entrenamiento (min.)
10	0,08741	31,270	32
11	0,07856	29,271	49
12	0,06987	28,110	71
13	0,05642	26,467	87
14	0,04963	23,146	115
15	0,04682	21,276	129
16	0,03945	20,438	146
17	0,03154	17,537	163
18	0,02564	15,280	189
19	0,02114	12,185	212
20	0,02235	12,960	265
21	0,02136	13,217	304

Tabla 11. Resultados del entrenamiento de la red de intensidad

A través de la estimación de la volatilidad e intensidad se obtuvo la importancia de los datos que entran a cada red, dicha importancia se observó teniendo en cuenta la sumatoria de los pesos sinápticos que conectaban cada entrada con la primera capa, esta relevancia se calculó de la siguiente forma:

$$relevancia(input_r) = \sum_{n=1}^S |W_{nr}|$$

Para graficar estos datos se hizo necesario normalizar la relevancia, haciendo uso de la siguiente expresión:

$$relevN(Input_r) = \frac{relevancia(Input_r)}{\sum_j relevancia(Input_j)}$$

Las siguientes tablas muestran el grado de importancia de cada entrada para las redes de volatilidad e intensidad, organizadas de mayor a menor como se muestra a continuación.

Datos	Volatilidad	Datos	Volatilidad	Datos	Volatilidad	Datos	Volatilidad
Close4	210,388	Open3	166,447	High1	136,173	Low2	114,668
Close3	195,713	Open4	155,615	High3	131,283	Low4	106,870
Close2	184,159	High2	143,492	Open2	128,935	Low1	96,021
Open1	178,581	High4	139,666	Close1	124,916	Low3	93,767

Tabla 12. Relevancia de las entradas para la red de volatilidad

Datos	Intensidad	Datos	Intensidad	Datos	Intensidad	Datos	Intensidad
Open1	164,628	low5	134,078	Open3	125,849	Open4	111,339
Low2	158,560	Low4	134,075	High2	119,789	High3	107,168
Close3	150,400	High4	132,601	Low3	115,243	Open2	103,130
Close5	141,567	Close2	130,466	High5	112,944	Low1	102,960
High1	137,158	Close4	129,251	Open5	112,340	Close1	69,237

Tabla 13. Relevancia de las entradas para la red de intensidad de movimiento

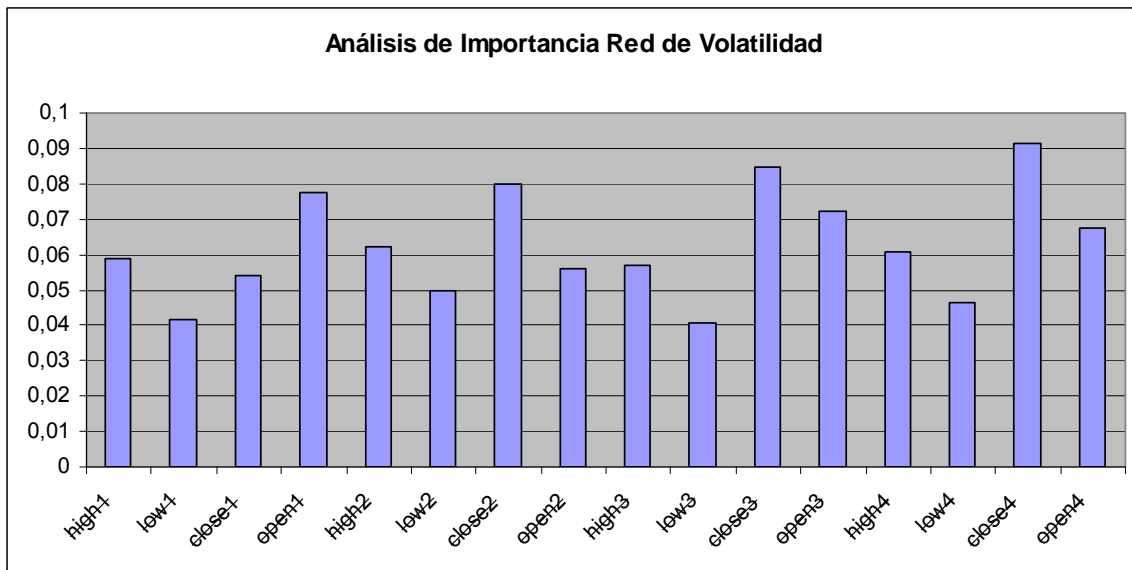


Figura 25. Análisis de importancia normalizada para la red de volatilidad

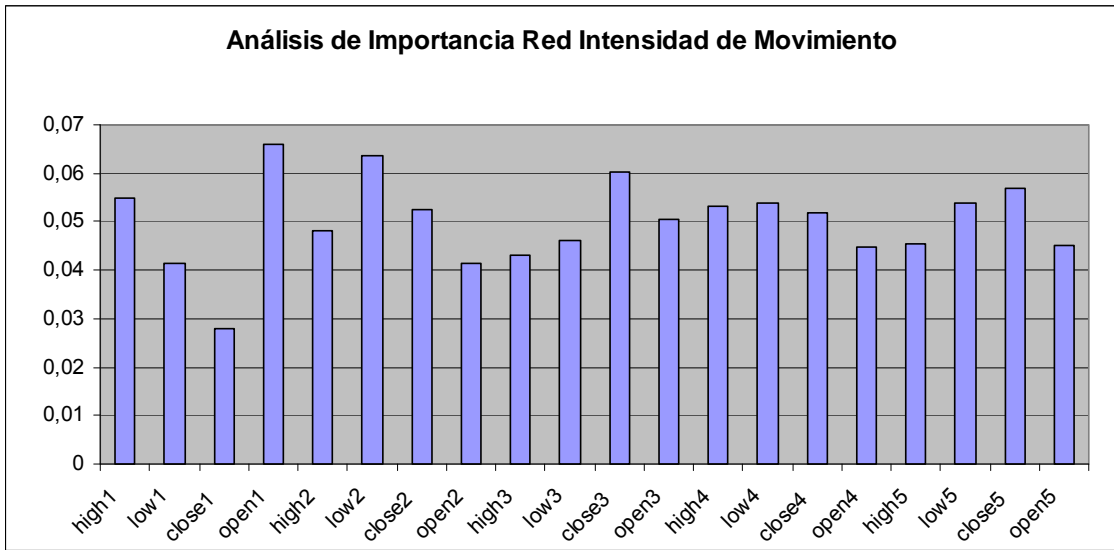


Figura 26. Análisis de importancia normalizada para la red de intensidad de movimiento

A continuación se muestra la estimación de la red de intensidad de movimiento con un conjunto de prueba. El porcentaje error de estimación de la red es calculado con las 30 velas pasadas a la actual como se muestra en la grafica que esta a continuación.

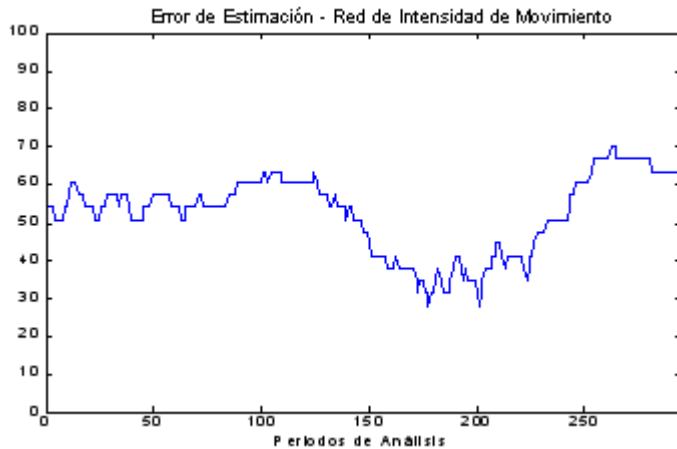


Figura 27. Porcentaje de error de estimación de la red de intensidad

Esta grafica indica que la eficiencia para la estimación fue entre el 50 y 40 % para un intervalo, y entre 60% y 70 % para otro.

La prueba final de desempeño de las redes tiene como objetivo implementarlas en la estrategia elaborada con indicadores técnicos, con y sin el uso de redes neuronales. A continuación se muestran las graficas de balance de las órdenes generadas en un intervalo de tiempo comprendido entre enero de 2005 y enero de 2007; el depósito inicial de la simulación fue de 10.000 USD. Además se dan detalles de la estrategia en cuanto al numero de ordenes, posiciones de compra y venta, así mismo como las posiciones ganadoras y perdedoras, al igual que el drawdown⁷.

Simulando la estrategia previamente implementada sin los indicadores nuevos se obtiene un balance final de \$11389.14 USD y un drawdown máximo de \$1253 USD, este resultado se exhibe el la figura 28.

Symbol	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Period	4 Hours (H4) 2005.01.03 00:00 - 2007.01.01 00:00 (2005.01.01 - 2007.01.01)		
Model	Every tick (based on all available least timeframes with fractal interpolation of every tick)		
Parameters	TakeProfit=40; Lots=0.1; TrailingStop=10;		
Bars in test	5304 Ticks modelled	2468039 Modelling quality	90.00%
Initial deposit	10000.00		
Total net profit	1389.14 Gross profit	12918.26 Gross loss	-11529.12
Profit factor	1.12 Expected payoff	2.83	
Absolute drawdown	260.54 Maximal drawdown	1253.72 (10.14%)	Relative drawdown 10.14% (1253.72)
Total trades	490 Short positions (won %)	245 (77.96%) Long positions (won %)	245 (53.06%)
	Profit trades (% of total)	321 (65.51%)	Loss trades (% of total) 169 (34.49%)
	Largest profit trade	46.24	loss trade -197.32
	Average profit trade	40.24	loss trade -68.22
	Maximum consecutive wins (profit in money)	15 (620.02)	consecutive losses (loss in money) 5 (-572.84)
	Maximal consecutive profit (count of wins)	620.02 (15)	consecutive loss (count of losses) -572.84 (5)
	Average consecutive wins	3	consecutive losses 2



Figura 28. Estrategia implementada sin indicadores nuevos

⁷ El Drawdown es la magnitud de la disminución del valor de una cuenta, ya sea en porcentaje o en términos de dólares, medida desde el punto máximo hasta el siguiente mínimo. Por ejemplo, si la cuenta de un operador aumenta de valor de \$10,000 a \$20,000, y después baja a \$15,000, y nuevamente se incrementa ahora a \$25,000, ese operador tuvo un máximo drawdown de \$5,000.

La figura 29 muestra el resultado final de la estrategia ejecutada con el indicador de volatilidad, el balance final estuvo cerca al de la estrategia anterior; donde no se tuvo en cuenta ningún indicador nuevo, el balance final fue de \$11267 USD con 492 ordenes abiertas y un drawdown máximo de \$1240 USD.

Symbol	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Period	4 Hours (H4) 2005.01.03 00:00 - 2007.01.01 00:00 (2005.01.01 - 2007.01.01)		
Model	Every tick (based on all available least timeframes with fractal interpolation of every tick)		
Parameters	TakeProfit=40; Lots=0.1; TrailingStop=10;		
Bars in test	5304 Ticks modelled	2468039 Modelling quality	90.00%
Initial deposit	10000.00		
Total net profit	1267.92	Gross profit 12921.38	Gross loss -11653.46
Profit factor	1.11	Expected payoff 2.58	
Absolute drawdown	402.08	Maximal drawdown 1240.72 (10.14%)	Relative drawdown 10.14% (1240.72)
Total trades	492	Short positions (won %) 246 (78.05%)	Long positions (won %) 246 (52.44%)
		Profit trades (% of total) 321 (65.24%)	Loss trades (% of total) 171 (34.76%)
	Largest profit trade	46.24	loss trade -198.32
	Average profit trade	40.25	loss trade -68.15
	Maximum consecutive wins (profit in money)	15 (620.02)	consecutive losses (loss in money) 5 (-574.84)
	Maximal consecutive profit (count of wins)	620.02 (15)	consecutive loss (count of losses) -574.84 (5)
	Average consecutive wins		3 consecutive losses 2

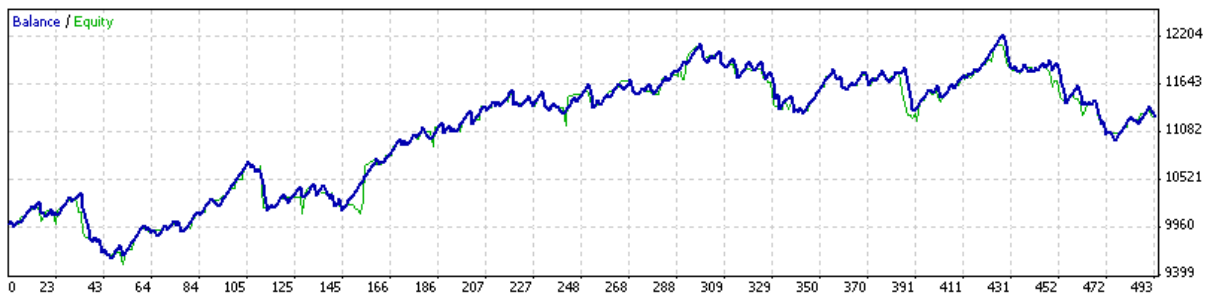


Figura 29. Balance de estrategia con indicador de volatilidad

En la figura 30 al tener en cuenta el indicador de volatilidad y suprimiendo el índice de fuerza relativa RSI de la estrategia. La respuesta no fue la más conveniente en cuanto a ganancia ya que el balance final fue de \$3681 USD con 268 órdenes abiertas y un drawdown máximo de \$11155 USD.

Symbol	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Period	4 Hours (H4) 2005.01.03 00:00 - 2007.01.01 00:00 (2005.01.01 - 2007.01.01)		
Model	Every tick (based on all available least timeframes with fractal interpolation of every tick)		
Parameters	TakeProfit=40; Lots=0.1; TrailingStop=10;		
Bars in test	5304 Ticks modelled	2468039 Modelling quality	90.00%
Initial deposit	10000.00		
Total net profit	-5628.96	Gross profit 5600.00	Gross loss -11228.96
Profit factor	0.50	Expected payoff	-21.00
Absolute drawdown	5628.96	Maximal drawdown 11155.96 (71.85%)	Relative drawdown 71.85% (11155.96)
Total trades	268	Short positions (won %) 204 (38.24%)	Long positions (won %) 64 (96.88%)
		Profit trades (% of total) 140 (52.24%)	Loss trades (% of total) 128 (47.76%)
	Largest profit trade	40.00	loss trade -105.96
	Average profit trade	40.00	loss trade -87.73
	Maximum consecutive wins (profit in money)	109 (4360.00)	consecutive losses (loss in money) 127 (-11155.96)
	Maximal consecutive profit (count of wins)	4360.00 (109)	consecutive loss (count of losses) -11155.96 (127)
	Average consecutive wins	70	consecutive losses 64

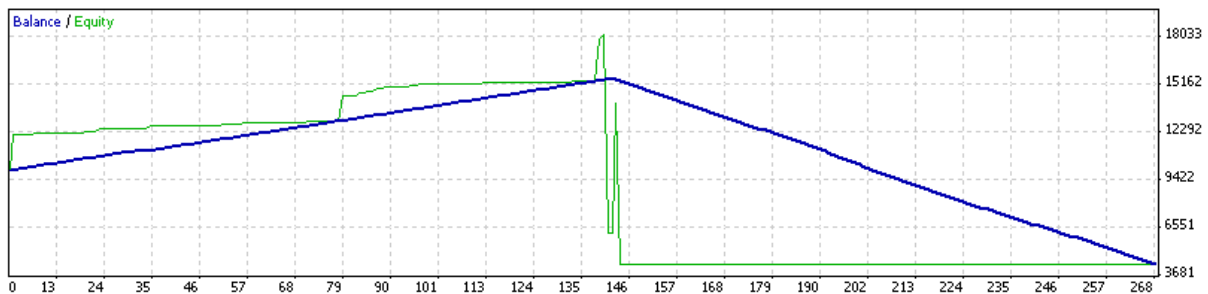


Figura 30. Balance de estrategia sin indicador de volatilidad sin RSI

Al implementar en la estrategia el indicador de intensidad y omitiendo el RSI, el resultado fue neutral ya que el balance final fue de \$10575 USD, teniendo un drawdown máximo de \$444 USD y un total 24 ordenes abiertas como se observa en la figura 31.

Symbol	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Period	4 Hours (H4) 2005.01.03 00:00 - 2007.01.01 00:00 (2005.01.01 - 2007.01.01)		
Model	Every tick (based on all available least timeframes with fractal interpolation of every tick)		
Parameters	TakeProfit=150; Lots=0.1; TrailingStop=10;		
Bars in test	5304 Ticks modelled	2468039 Modelling quality	90.00%
Initial deposit	10000.00		
Total net profit	575.44 Gross profit	1525.22 Gross loss	-949.78
Profit factor	1.61 Expected payoff	23.98	
Absolute drawdown	63.00 Maximal drawdown	444.14 (4.09%) Relative drawdown	4.09% (444.14)
Total trades	24 Short positions (won %)	12 (58.33%) Long positions (won %)	12 (25.00%)
	Profit trades (% of total)	10 (41.67%) Loss trades (% of total)	14 (58.33%)
	Largest profit trade	159.88 loss trade	-146.48
	Average profit trade	152.52 loss trade	-67.84
	Maximum consecutive wins (profit in money)	4 (608.58) consecutive losses (loss in money)	6 (-444.14)
	Maximal consecutive profit (count of wins)	608.58 (4) consecutive loss (count of losses)	-444.14 (6)
	Average consecutive wins	2 consecutive losses	2

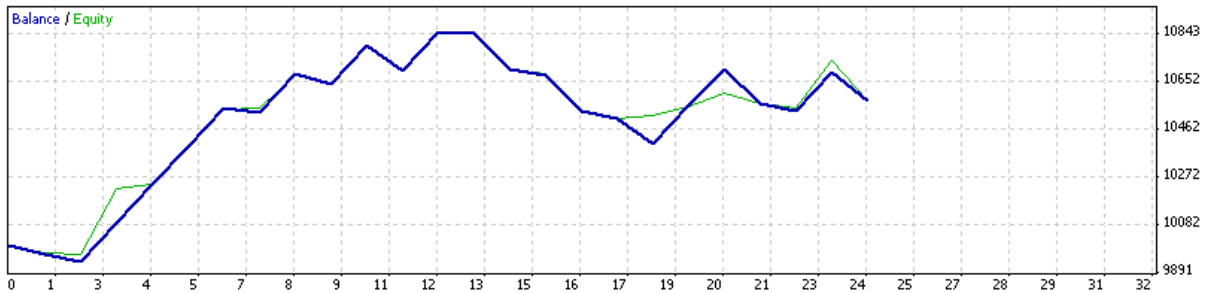


Figura 31. Balance de estrategia sin indicador de intensidad sin RSI

Al simular con el indicador de intensidad teniendo en cuenta el índice de fuerza relativa, el balance final fue de \$7355 USD, con un total de 492 ordenes abiertas y un drawdown máximo de \$7506 USD siendo este un resultado no beneficioso (ver figura 32).

Symbol	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Period	4 Hours (H4) 2005.01.03 00:00 - 2007.01.01 00:00 (2005.01.01 - 2007.01.01)		
Model	Every tick (based on all available least timeframes with fractal interpolation of every tick)		
Parameters	TakeProfit=150; Lots=0.1; TrailingStop=10;		
Bars in test	5304 Ticks modelled	2468039 Modelling quality	90.00%
Initial deposit	10000.00		
Total net profit	-2745.42	Gross profit 23915.86	Gross loss -26661.28
Profit factor	0.90	Expected payoff	-5.58
Absolute drawdown	4493.14	Maximal drawdown 7506.14 (57.68%)	Relative drawdown 57.68% (7506.14)
Total trades	492	Short positions (won %) 246 (41.87%)	Long positions (won %) 246 (22.76%)
		Profit trades (% of total) 159 (32.32%)	Loss trades (% of total) 333 (67.68%)
		Largest profit trade 171.32	loss trade -209.20
		Average profit trade 150.41	loss trade -80.06
		Maximum consecutive wins (profit in money) 9 (1422.80)	consecutive losses (loss in money) 12 (-1192.96)
		Maximal consecutive profit (count of wins) 1422.80 (9)	consecutive loss (count of losses) -1291.26 (10)
		Average consecutive wins	2 consecutive losses 4

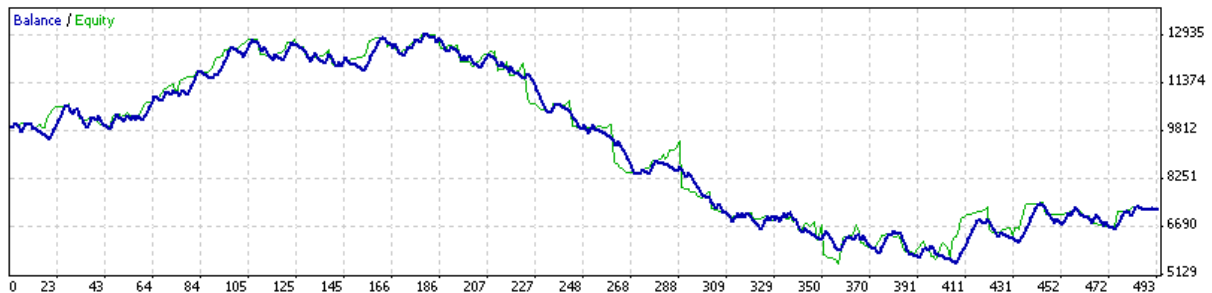


Figura 32. Balance de estrategia con indicador de intensidad con RSI

Por ultimo se ejecuta la estrategia con la implementación de la red neuronal de patrones de vela, el balance final es de \$11270 similar al de la figura 29, un total de 492 órdenes abiertas y un drawdown máximo de \$1241 USD.

Symbol	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Period	4 Hours (H4) 2005.01.03 00:00 - 2007.01.01 00:00 (2005.01.01 - 2007.01.01)		
Model	Every tick (based on all available least timeframes with fractal interpolation of every tick)		
Parameters	TakeProfit=40; Lots=0.1; TrailingStop=10;		
Bars in test	5304 Ticks modelled	2468039 Modelling quality	90.00%
Initial deposit	10000.00		
Total net profit	1267.92 Gross profit	12921.38 Gross loss	-11653.46
Profit factor	1.11 Expected payoff	2.58	
Absolute drawdown	402.08 Maximal drawdown	1240.72 (10.14%) Relative drawdown	10.14% (1240.72)
Total trades	492 Short positions (won %)	246 (78.05%) Long positions (won %)	246 (52.44%)
	Profit trades (% of total)	321 (65.24%) Loss trades (% of total)	171 (34.76%)
	Largest profit trade	46.24 loss trade	-198.32
	Average profit trade	40.25 loss trade	-68.15
	Maximum consecutive wins (profit in money)	15 (620.02) consecutive losses (loss in money)	5 (-574.84)
	Maximal consecutive profit (count of wins)	620.02 (15) consecutive loss (count of losses)	-574.84 (5)
	Average consecutive wins	3 consecutive losses	2



Figura 33. Balance de estrategia con indicador de patrones de vela

6. CONCLUSIONES

El entrenamiento de la red de volatilidad mostró una mayor dependencia a los precios de cierre anteriores a la actual. Por otro lado, en la red de intensidad de movimiento hubo mayor influencia del precio de apertura actual, seguida del precio mínimo anterior y de los precios de cierre correspondientes a dos y cuatro periodos anteriores al actual.

La importancia que dan a los datos las redes de volatilidad e intensidad de movimiento permite confirmar que la información histórica no tiene la misma relevancia en lo que se refiere a la estimación, por lo tanto los indicadores técnicos como el SMA no son la mejor opción para el pronóstico de tendencias, siendo necesario la implementación de promedios móviles ponderados que den un nivel de importancia a los datos de entrada según el momento en que ocurran.

Los nuevos indicadores deben trabajar en conjunto con los tradicionales para obtener resultados favorables, si la estrategia solo implementa los indicadores obtenidos por las redes neuronales se obtendrán balances no deseados.

La estimación de los nuevos indicadores con las redes Feed-forward Backpropagation y el algoritmo de entrenamiento **trainlm** no permiten que se lleve a cabo la actualización de los pesos sinápticos en el tiempo de ejecución, perdiendo de esta manera la información actual del mercado, siendo necesaria la implementación de nuevas redes que tengan en cuenta dicho factor para futuros alcances.

Para trabajos futuros alrededor de este tema se sugieren algunas recomendaciones:

- Evaluar el riesgo por medio de redes neuronales auto-organizadas como es el caso de la arquitectura de Kohonen⁸; que permite el reconocimiento de patrones desconocidos (característica útil para el mercado de divisas).
- Implementar arquitecturas de redes que modifiquen sus pesos sinápticos en el tiempo para capturar el movimiento del mercado actual (entrenamiento recurrente).
- Por último, la creación de redes neuronales directamente desde el editor de código MQL4 o realizando la interfaz de METATRADER con un software gratuito que tenga implementadas las redes neuronales.
- Implementar nuevos métodos para la estimación, que se adapten a los datos históricos del mercado; por otro lado se sugiere la elección de otros criterios para la evaluación del riesgo basados en otros indicadores técnicos o herramientas matemáticas avanzadas.

⁸ La red de Kohonen realiza tareas de clasificación, de esta forma se garantiza que las neuronas topológicamente próximas sean sensibles a entradas físicamente similares; por esta causa la red es especialmente útil para establecer relaciones desconocidas previamente entre conjuntos de datos [6].

7. BIBLIOGRAFIA

Textos

[1] DE LARA, Alfonso. Medición y control de riesgos financieros. México D.F.: Limusa Noriega editores, 2007. ISBN: 978-968-18-6444-6

[2] ELDER, Alexander. Trading for a living. John Wiley & Sons Inc, 1993. ISBN: 0-471-59224-2.

[3] HILERA, José R. Redes neuronales artificiales: fundamentos, modelos y aplicaciones. Wilmington, Delaware: Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. ISBN: 0-201-87895-X.

[4] REUTERS. Introduction to Technical Analysis. John Wiley, 1999. ISBN: 0471831271.

[5] MARTIN, Bonifacio; SANZ, Alfredo. Redes Neuronales y sistemas difusos. México D.F. Alfaomega Ra-Ma, 2002. ISBN: 958-68-2442-X

[6] MARTIN, Hagan; DEMUTH, Howard, BEALE, Mark. 'Neural Network Design'. Boston, Massachusetts. PWS Publishing Company. 1996. ISBN 0-534-94332-2.

Artículos

[7] AYALA, Mauricio; CASTILLO, Rubén; 'Un modelo de predicción para el valor TRM: Un acercamiento desde las redes neuronales artificiales'. Revista electrónica de investigación de Matemáticas, Universidad Sergio Arboleda, Cali, Colombia. 2005.

[8] Lee K.H.; Jo G.S. 'Expert system for predicting stock market timing using a candlestick chart'. Expert systems with applications, Vol 16 (1999) 357-364.

[9] YAO, Jingtao; TAN, Chew Lim. 'A case study on using neural networks to perform technical forecasting of forex' Neurocomputing, 34 (2000) 79-98.

Enlaces web

[10] http://www.tradersedgeindia.com/docs/candlestick_primer.pdf

[11] <http://www.metaquotes.net>

[12] <http://spanish.fxstreet.com/brokers/glosario/>

8. ANEXOS

8.1 GLOSARIO

Análisis Fundamental

Es el análisis detallado de los factores económicos, sociales y políticos con el fin de determinar los futuros movimientos del precio en un mercado financiero.

Análisis técnico

Es el análisis que intenta hallar señales de compra o venta de divisas siguiendo el estudio de cotizaciones y volúmenes negociados. Trata de identificar tendencias en el movimiento y su herramienta principal son los gráficos.

Ask Price (Precio del vendedor)

Es el precio más bajo que un inversionista acepta comprar una divisa.

Bearish (Bajista)

Persona que especula con la tendencia a la baja de los precios.

Bid price (Precio del comprador)

Es el precio más alto que un inversionista puede vender una divisa.

Broker

Es un ente intermediario que ejecuta órdenes de los inversionistas para comprar y vender divisas a cambio de una comisión o de un margen (Spread).

Bullish (Alcista)

Persona que especula con la tendencia al alza de los precios.

Currency (Divisa)

Dinero o moneda de curso legal en un país. Puede ser cambiada por otras divisas en el mercado de divisas, de tal modo que cada divisa tenga un valor con relación a la de otra.

Drawdown

Es la pérdida consecutiva en operaciones de mercado y su impacto potencial en la cuenta de resultados, generalmente evaluada dentro de un examen de posibilidades o análisis estadístico de fiabilidad de un sistema de operaciones [1].

Forex Deal (Operación de Forex)

Compra o venta de divisas a cambio de la compra o venta de otras. El tiempo máximo de una orden se define al abrirla; la operación puede cerrarse en cualquier momento hasta la fecha y hora de vencimiento. Por motivos técnicos, una operación no puede cerrarse durante los primeros 3 minutos.

Lote

Unidad que define cierta cantidad de dinero en una divisa dada, suele ser un valor constante. (p.e. 1 lote = \$1000 USD)

Orden

Una orden es una instrucción impartida al Broker por un cliente para que éste realice operaciones. Puede colocarse una orden a un precio determinado o al precio de mercado. Asimismo, puede ser válida hasta que se ejecute o hasta que se cierre la jornada de operaciones.

Par

Es el valor nominal de un instrumento financiero, por ejemplo el par de divisas EUR/USD

Metatrader 4.0™

Es una plataforma online de negociación y comercio de uso libre, diseñada para instituciones financieras que negocian con Forex y mercados futuros.

Pip

Es el término utilizado en el mercado de divisas para representar el incremento más pequeño que puede hacer un tipo de cambio. Según el contexto, por lo general es un punto básico (0,0001 en el caso de EUR/USD, GBP/USD, USD/CHF y 0,01 en el caso de USD/JPY).

Take-profit (Limite de ganancia)

Una orden para cerrar una posición cuando se alcanza un precio particular para garantizar un beneficio.

Spread (Margen)

Es la diferencia entre el precio de venta (bid) y de compra (Ask), generalmente corresponde a la comisión que los brokers cobran por cada transacción.

Stop Loss (Pérdida limitada)

Es una orden para cerrar una posición cuando el precio de mercado llegue a un cierto nivel preestablecido. Sirve para minimizar las pérdidas en caso de un movimiento no deseado en el precio.

Tendencia

Término que hace referencia a la evolución que mantiene el precio de una divisa en el mercado, se clasifican en alcistas, bajistas y oscilatorias.

Timeframe

Es el periodo de tiempo en el cual el mercado muestra actualizaciones de su comportamiento, los más usados son de un día, cuatro horas y una hora.

Volatilidad

Es una medida estadística del movimiento del mercado o del precio de un título a lo largo del tiempo y se calcula utilizando una desviación estándar. Un alto nivel de volatilidad implica un mayor grado de riesgo.

8.2 FUNDAMENTOS BASICOS DE METATRADER 4.0

Esta plataforma es una terminal que negocia a través del mercado de Forex y otros. Es la herramienta conveniente y ajustable del comerciante activo. Las diversas funciones y opciones de este sistema permiten gran flexibilidad para negociar. La supervisión constante del mercado permite el programar estrategias que negocian de forma automática, además de la posibilidad de adquirir cuentas gratuitas para negociar en tiempo real e históricamente, en la figura x se muestra la interfaz grafica de esta plataforma

METATRADER 4 contiene un editor de lenguaje de programación llamado MQL4 y en él, existen tres tipos de archivos que pueden facilitar la automatización de la negociación de divisas: scripts, estrategias e indicadores, En la figura y se puede observar la interfaz grafica del editor de programación de METAQUOTES

Estrategia de trading

Es un programa que puede registrar información o negociar por uno mismo, se pueden programar acciones que se ejecutan cada vez que se produce un tick en las negociaciones trazadas, verificar condiciones para abrir posiciones de compra o venta, fijar precios de cierre, cambiar niveles de stop loss y take profit, etc.

Indicadores

Los indicadores usan líneas, flechas y otros símbolos de diferentes colores y formas para brindar una correcta información acerca de las negociaciones, estos indicadores se pueden programar con base a los precios de cierre, apertura, máximo y mínimo, también se puede tener en cuenta el volumen de las divisas negociadas.



Figura 34. Interfaz grafica del Terminal de METATRADER

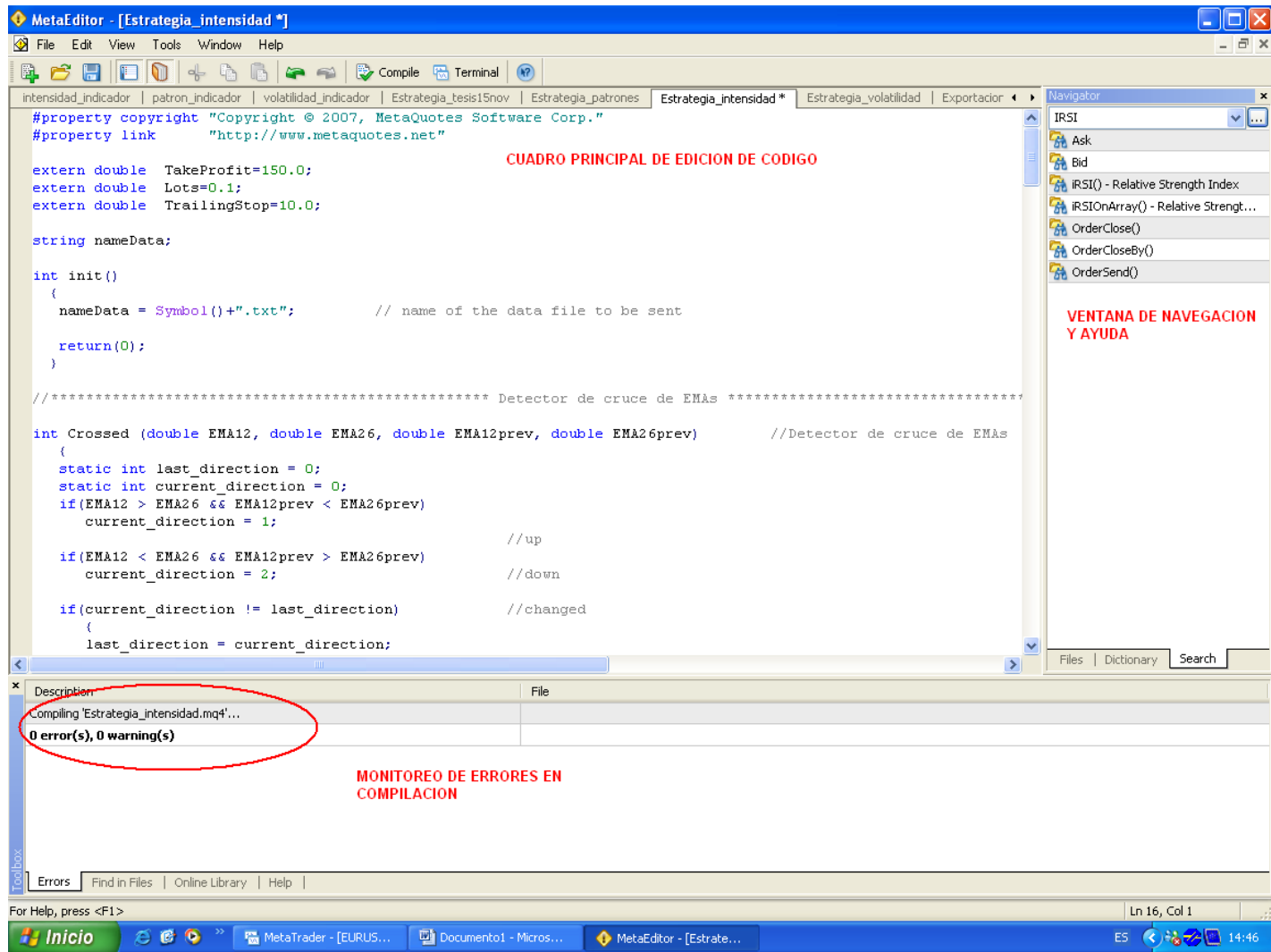


Figura 35. Editor de lenguaje de programación MQL4

