

Compra y venta de acciones utilizando un controlador Fuzzy

Federico Gonzalez*, Fabian Sanchez†, Federico Peccia‡

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Buenos Aires

Departamento de Electrónica

Email: *fedelean.gon@gmail.com, †fabianxy@gmail.com, ‡f.d.peccia@gmail.com

Resumen—En este trabajo se propone un controlador Fuzzy basado en 4 indicadores bursátiles, el cual permite predecir la acción que debería realizar un inversor un determinado día (ya sea comprar más acciones, vender las acciones que tiene en su poder o no realizar movimientos). Se destaca que este controlador no busca automatizar completamente la toma de decisiones, sino que aporta una recomendación más que el inversor debería tener en cuenta al momento de decidir que hacer con las acciones que tiene en su poder.

Index Terms—fuzzy logic, acciones, mercado, inteligencia artificial

I. INTRODUCCIÓN

El mercado de valores es el lugar mas atractivo para empresas, inversores y traders. En este lugar las empresas consiguen financiamiento barato, los inversores pueden acceder a inversiones a largo plazo y los traders pueden sacar beneficios en el corto plazo dándole liquidez al sistema. Los analistas de inversiones usan dos tipos de análisis para tomar una decisión en cuanto a una inversión. Estos son:

- Análisis fundamental: analiza fundamentos económicos a nivel mundial, a nivel país y a nivel empresa y responde a la pregunta ¿Que debo comprar?.
- Análisis técnico: El segundo se basa únicamente en el análisis de datos históricos y formulas matemáticas y responde a la pregunta ¿Cuándo debo comprar?.

Este trabajo se basa únicamente en el análisis técnico, por lo tanto, es una herramienta más para que el analista pueda determinar en el momento que operación debe realizar. Se explica con detalle el significado y cálculo de cada uno de los indicadores propuestos como entrada del controlador Fuzzy, las reglas elegidas, y las funciones de pertenencia de cada entrada y salida del controlador.

II. DESARROLLO

II-A. Entradas del controlador Fuzzy

II-A1. Moving Average Convergence Divergence (MACD): Este indicador, desarrollado en los años 70 por Gerald Appel [1], consta de 3 indicadores: el MACD propiamente dicho, la Señal y el Histograma. En la ecuación 1 se puede ver que el MACD se calcula como la diferencia entre 2 Medias Móviles Exponenciales.

$$MACD = PME(12) - PME(26) \quad (1)$$

La Señal se calcula como la Media Móvil Exponencial del MACD, como se puede ver en la ecuación 2.

$$Señal = PME(9, MACD) \quad (2)$$

El Histograma se calcula como la diferencia entre el MACD y la Señal (ecuación 3).

$$Histograma = MACD - Señal \quad (3)$$

II-A2. Relative Strength Index (RSI): Se utiliza para trazar la fortaleza o debilidad actual e histórica de una acción o mercado en función de los precios de cierre de un periodo de negociación reciente. Fue ideado por J. Welles Wilder y publicado en la revista Commodities (actualmente llamada Futures) en junio de 1978 [2].

Para el cálculo de este indicador se toman 2 componentes, que se calculan para cada día de la siguiente forma:

Si el precio de cierre de la acción es mayor al precio de cierre del día anterior:

$$U = Cierre_{hoy} - Cierre_{ayer} \quad (4)$$

$$D = 0 \quad (5)$$

Si en cambio, el precio de cierre de la acción es menor al precio de cierre del día anterior:

$$U = 0 \quad (6)$$

$$D = Cierre_{ayer} - Cierre_{hoy} \quad (7)$$

Con estos dos datos, se calcula la fuerza relativa (RS, Relative Strength) de la acción como un cociente de medias móviles ponderadas, como se puede ver en la ecuación ??.

$$RS = \frac{PME(U)}{PME(D)} \quad (8)$$

Finalmente, el indicador RSI se calcula utilizando la fórmula de la ecuación 9.

$$RSI = 100 - \left(100 * \frac{1}{RS + 1} \right) \quad (9)$$

II-A3. Stochastic Oscillator (SO): En el análisis técnico, el oscilador estocástico es un indicador de impulso que utiliza niveles de soporte y resistencia. El Dr. George Lane desarrolló este indicador a fines de la década de 1950 [3]. El término estocástico se refiere al punto de un precio actual en relación con su rango de precios durante un periodo de tiempo. Este método intenta predecir los puntos de inflexión de precios comparando el precio de cierre de un valor con su rango de precios.

II-A4. Average directional movement index (ADX): El índice de movimiento direccional promedio (ADX) fue desarrollado en 1978 por J. Welles Wilder [4] como un indicador de la fuerza de la tendencia en una serie de precios de un instrumento financiero.

II-B. Funciones de pertenencia propuestas

Tomando como referencia el trabajo de Acheme [5], se proponen las siguientes funciones de pertenencia para las entradas y la salida del controlador.

II-B1. Histograma del MACD: EL primer indicador utilizado como entrada es el Histograma del MACD. Dado que este valor varía dependiendo del valor de cada acción, se necesita una forma de limitar el valor de este indicador a un intervalo conocido. Para lograr esto se normaliza el Histograma del MACD respecto del precio de la acción el mismo día.

Con el intervalo limitado del Histograma, se diseña la función de pertenencia presentada en la figura 1, con las siguientes consideraciones:

- Un Histograma mayor a cero se toma como un valor ALTO.
- Un Histograma menor a cero se toma como un valor BAJO.

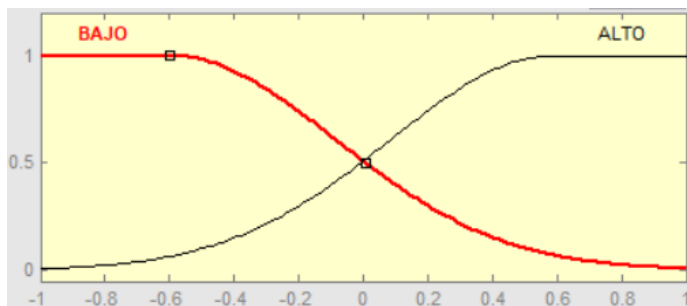


Figura 1: Función de pertenencia del Histograma del MACD

II-B2. RSI: Para este indicador, se tuvieron las siguientes consideraciones:

- Un RSI mayor a 0.7 se toma como un valor ALTO de RSI.
- Un RSI entre 0.3 y 0.7 se toma como un valor MEDIO de RSI.
- Un RSI menor a 0.3 se toma como un valor BAJO de RSI.

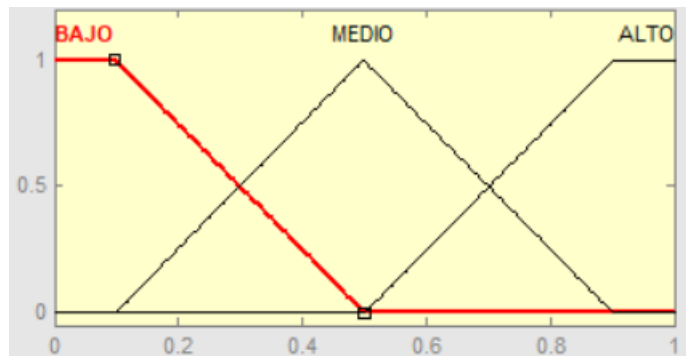


Figura 2: Función de pertenencia del RSI

II-B3. SO: Para este indicador, se tuvieron las siguientes consideraciones:

- Un SO mayor a 0.8 se toma como un valor ALTO de SO.
- Un SO entre 0.2 y 0.8 se toma como un valor MEDIO de SO.
- Un SO menor a 0.2 se toma como un valor BAJO de SO.

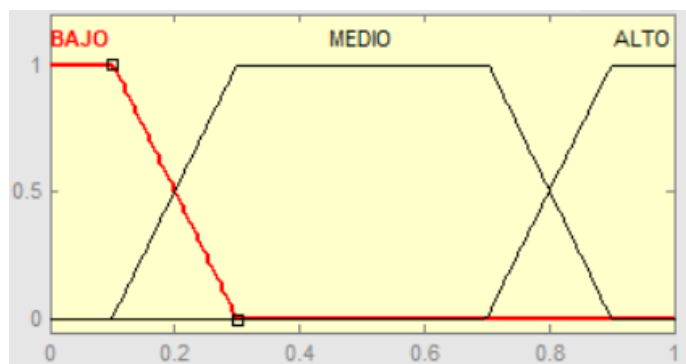


Figura 3: Función de pertenencia del SO

II-B4. ADX: Para este indicador, se tuvieron las siguientes consideraciones:

- Un ADX mayor a 0.4 se toma como un valor ALTO de ADX.
- Un ADX menor a 0.4 se toma como un valor BAJO de ADX.

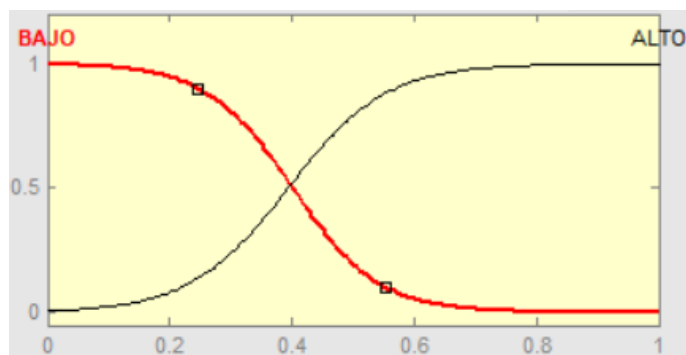


Figura 4: Función de pertenencia del ADX

II-B5. Salida del controlador: La salida del controlador se encuentra dividida en 5 señales, como se puede ver en la figura 5.

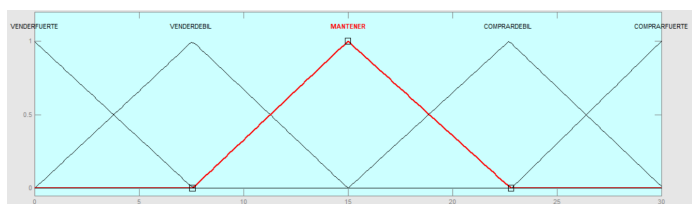


Figura 5: Función de pertenencia de la salida

II-C. Reglas del controlador Fuzzy

Tomando en cuenta las funciones de pertenencia propuestas en II-B, y la salida propuesta para el controlador en II-B5, se definieron las siguientes reglas para el controlador:

1. Si el MACD es ALTO y el ADX es BAJO, entonces **COMPRARFUERTE**. La interpretación comercial de esta regla es la siguiente: un MACD ALTO indica un cambio de tendencia positivo, mientras que un ADX BAJO indica una tendencia débil a mantener el precio. Por lo tanto, el experto supone que el precio de la acción va a subir, y por eso se decide tomar la acción de comprar acciones.
2. Si el MACD es BAJO y el ADX es BAJO, entonces **VENDERFUERTE**. La interpretación comercial de esta regla es la siguiente: un MACD BAJO indica un cambio de tendencia negativo, mientras que un ADX BAJO indica una tendencia débil a mantener el precio. Por lo tanto, el experto supone que el precio de la acción va a bajar, y por eso se decide tomar la acción de vender acciones.
3. Si el ADX es ALTO, entonces **MANTENER**. La interpretación comercial de esta regla es la siguiente: un ADX ALTO indica que existe una tendencia fuerte a mantener el precio de la acción, por lo tanto el experto decide que no debe tomarse ninguna acción.
4. Si el RSI es BAJO y el SO es BAJO y el ADX es BAJO, entonces **COMPRARFUERTE**. La interpretación comercial de esta regla es la siguiente: un RSI BAJO indica que el mercado se encuentra sobrevendido, al igual que un SO BAJO. Combinando esa información con el ADX BAJO (que indica una tendencia débil a mantener el precio), el experto decide que se debe tomar la acción de comprar acciones.
5. Si el RSI es ALTO y el SO es ALTO y el ADX es BAJO, entonces **VENDERFUERTE**. La interpretación comercial de esta regla es la siguiente: un RSI ALTO indica que el mercado se encuentra sobrecomprado, al igual que un SO ALTO. Combinando esa información con el ADX BAJO (que indica una tendencia débil a mantener el precio), el experto decide que se debe tomar la acción de vender acciones.
6. Si el MACD es BAJO y el RSI es MEDIO y el SO es MEDIO y el ADX es BAJO, entonces **VENDERFUERTE**.

La interpretación comercial de esta regla es la siguiente: dado que un RSI MEDIO y un SO MEDIO no brindan suficiente información para tomar una acción, se decide vender solo si el MACD es BAJO (el cual indica un cambio de tendencia negativo) y el ADX es BAJO (indica una tendencia débil a mantener el precio).

7. Si el MACD es ALTO y el RSI es MEDIO y el SO es MEDIO y el ADX es BAJO, entonces **COMPRARFUERTE**. La interpretación comercial de esta regla es la siguiente: dado que un RSI MEDIO y un SO MEDIO no brindan suficiente información para tomar una acción, se decide comprar solo si el MACD es ALTO (el cual indica un cambio de tendencia positivo) y el ADX es BAJO (indica una tendencia débil a mantener el precio).

III. RESULTADO

Con el fin de poder medir la calidad de esta implementación se eligieron deliberadamente un grupo de activos que no guardan correlación entre sí, para que de esta manera no influyan los activos que se utilizaron al momento de parametrizar los indicadores y reglas, entre ellas se encuentran YPF (Petrolera argentina con baja correlación con el mercado local), Barrick Gold (Minera de oro), Pampa Energía (Empresa eléctrica altamente correlacionada con el mercado local), General Motors (Automotriz extranjera) y criptomonedas. Se ejecutaron dos algoritmos de compra-venta de la acción, ambos partiendo con el mismo capital inicial: el controlador Fuzzy con las reglas definidas por el experto, y un algoritmo que decide al azar cuando comprar y vender. Los resultados se pueden apreciar en la tabla I, siendo el rendimiento el porcentaje de capital ganado o perdido al final del período analizado, siempre referenciado al capital inicial. La columna „Azar” muestra el promedio de 1000 iteraciones del algoritmo que compra y vende acciones al azar.

Activo	Controlador Fuzzy [%]	Azar [%]
YPF	285.51	83.21
Bitcoin	2272.80	726.15
Barrick Gold	132.23	97.03
MinexCoin	134.20	200.35
Pampa Energía	232.06	140.71
GM	112.44	120.23

Cuadro I: Comparación de rendimientos

IV. CONCLUSIONES

En conclusión, se demostró que un controlador Fuzzy configurado por un experto se puede utilizar como un indicador más para ayudar a un analista técnico a tomar la decisión de comprar o vender una determinada acción.

REFERENCIAS

- [1] G. Appel, “Technical analysis power tools for active investors.” *Financial Times Prentice Hall*. p. 166. ISBN 0-13-147902-4, 2005.
- [2] J. W. Wilder, *New Concepts in Technical Trading Systems*, 1978.
- [3] G. C. Lane, *Lane’s Stochastics, Technical Analysis of Stocks Commodities*, 1984.
- [4] W. Wilder, *New Concepts in Technical Trading Systems*, 1978.
- [5] D. Acheme, O. Vincent, O. Folorunso, and O. Isaac, “A predictive stock market technical analysis using fuzzy logic,” *Computer and Information Science*, vol. 7, 07 2014.