

Metodología de

Creación de Asesores

Expertos

mediante

Lenguaje MQL4

Autor: Héctor Sánchez Martín

Grupo: 50 de Ing. Informática-ADE

Contenido

1- INTRODUCCIÓN.....	11
1.1- Agradecimientos	11
1.2 - Presentación del problema	12
1.3- ¿Qué es el “trading algorítmico”?.....	14
1.3.1- Ventajas y desventajas del trading algorítmico	15
1.3.2- ¿Cómo construimos un algoritmo de trading?	17
Figura 1: Interfaz principal de MetaTrader4	17
Figura 2: Interfaz principal del MetaEditor	18
1.3.3 ¿Por qué el mercado de divisas (Forex Trading)?	20
1.4- Gestión del proyecto software	21
Figura 3: Modelo de ciclo de vida en cascada	22
Figura 4: Modelo de ciclo de vida en espiral	22
Figura 5: Modelo de ciclo de vida iterativo	23
2- OBJETIVOS.....	24
2.1- Estructura de un algoritmo de trading.....	24
2.2- Definiciones e introducción a los conceptos de trading	25
2.3 Interpretar gráficas	28
Figura 6: Grafico de barras de MetaTrader4	28
Figura 7: Ejemplo de gráfico de barras	28
Figura 8: Ejemplo de gráfico de candelabros	29
Figura 9: Ejemplo de Media Móvil Simple	30
Figura 10: Ejemplo de cruce de MMS	30
Figura 11: Posiciones a abrir en los diferentes casos de intersección	31
2.4 Salir de una posición	32
2.5 Estudio de la viabilidad del sistema (EVS).....	33
Figura 12: Actividades del Estudio de Viabilidad del Sistema según Métrica v.3	33
2.5.1 Establecimiento del Alcance del Sistema.....	33
2.5.2 Identificación del Alcance del Sistema.....	35
2.5.3 Especificación del Alcance del EVS.....	35
3- ESTADO DEL ARTE	37
3.1 Detalles del problema	37
3.1.1 Determinación de la volatilidad (ADE)	37

Figura 13: Rango Verdadero en gráfico de candelabros	37
3.1.2 Curvas de equidad y cómo reconocerlas (ADE)	38
Figura 14: Curva de equidad irregularmente larga	38
Figura 15: Curva caótica	39
Figura 16: Curva consistente	39
Figura 17: Tipos de curva de equidad según la volatilidad y las tendencias del mercado	40
3.1.3 ¿Podemos ganar a las grandes firmas?.....	40
3.1.4 Creadores del mercado – Los proveedores de liquidez (ADE)	43
Figura 18: Interfaz para comprar y vender divisas en MT4	43
Figura 19: Aumento significativo del spread en la paridad EUR/CHF	44
3.1.5 Tasas de swap: Costes durante la noche.....	46
Figura 20: Tasas de swap para la paridad EUR/GBP	46
3.1.6 Estudio de la Situación Actual	48
3.1.6.1 Valoración del Estudio de la Situación Actual	48
3.1.6.2 Identificación de los Usuarios Participantes en el Estudio de la Situación Actual	49
3.1.6.3 Descripción de los Sistemas de Información Existentes	49
3.2 Estadística y leyes importantes para el trading	50
3.3 Indicadores técnicos.....	52
Figura 21: Canales de Donchian	52
3.4 Tipos de órdenes	54
Figura 22: Límites y paradas de compra/venta	54
Figura 23: Ejemplo de Slipagge en gráfico de candelabros	56
3.4.1 Enviar órdenes – Ejecución instantánea vs ejecución de mercado (ADE)	57
Figura 24: Ejemplo de ejecución de mercado en MT4	57
Figura 25: Ejemplo de ejecución instantánea en MT4	58
3.5 Parada de punto muerto (Breakeven Stop) (ADE)	59
Figura 26: Parada de punto muerto de tipo “Salto”	59
3.6 Identificación de Requisitos	61
3.6.1 Catalogación de Requisitos	62
Tabla 1: Requisito funcional “Registro de cliente”	62
Tabla 2: Requisito funcional “Inicio sesión cliente”	62
Tabla 3: Requisito funcional “Acceso solo usuarios registrados”	63
Tabla 4: Requisito funcional “Baja de cliente”	63
Tabla 5: Requisito funcional “Salir de sesión de cliente”	63
Tabla 6: Requisito funcional “Formulario de registro”	63

Tabla 7: Requisito funcional “Aceptación de contrato y términos legales”	64
Tabla 8: Requisito funcional “Apertura de cuenta en MetaTrader4”	64
Tabla 9: Requisito funcional “Sacar beneficios/perdidas de cuenta en MetaTrader4”	64
Tabla 10: Requisito funcional “Acceso al código del AE”	65
Tabla 11: Requisito funcional “Modificación del código del AE”	65
Tabla 12: Requisito funcional “Solucionar errores de compilación”	65
Tabla 13: Requisito funcional “Programar optimización AE”	65
Tabla 14: Requisito funcional “Dar reporte de informe económico”	66
Tabla 15: Requisito funcional “Dar reporte de optimización”	66
Tabla 16: Requisito funcional “Backtesting del AE”	66
Tabla 17: Requisito funcional “Ejecución de optimización del AE”	66
Tabla 18: Requisito funcional “Solicitar información económica”	67
Tabla 19: Requisito funcional “Solicitar optimización del AE”	67
Tabla 20: Requisito funcional “Ejecución del AE en Live Trading”	67
Tabla 21: Requisito funcional “Acceso al código de su AE”	67
Tabla 22: Requisito funcional “Modificación del código de su AE”	68
Tabla 23: Requisito funcional “Compilación del código de su AE”	68
Tabla 24: Requisito funcional “Solicitud de creación y asesoramiento de AEs”	68
Tabla 25: Requisito funcional “Live trading con nuestros AEs”	68
Tabla 26: Requisito funcional “Solicitud de parada de trading”	69
Tabla 27: Requisito no funcional “Seguridad del sistema”	69
Tabla 28: Requisito no funcional “Seguridad de los datos del cliente”	69
Tabla 29: Requisito no funcional “Datos persistentes”	69
Tabla 30: Requisito no funcional “Conectividad BBDD”	70
Tabla 31: Requisito no funcional “Integridad de los datos”	70
Tabla 32: Requisito no funcional “Gestión BBDD”	70
Tabla 33: Requisito no funcional “Interfaz de la aplicación”	70
Tabla 34: Requisito no funcional “Estabilidad del sistema”	71
Tabla 35: Requisito no funcional “Concurrencia del sistema”	71
Tabla 36: Requisito no funcional “Fiabilidad del sistema”	71
Tabla 37: Requisito no funcional “Sistema Operativo”	71
Tabla 38: Requisito no funcional “Lenguaje de programación”	72
Tabla 39: Requisito no funcional “Actualizaciones”	72
Tabla 40: Requisito no funcional “Mantenimiento”	72
Tabla 41: Requisito no funcional “Autenticación según rol”	72
4- POSIBLES SOLUCIONES	73

4.1 Estudio y valoración de alternativas de solución	73
4.1.1: Descripción de las Alternativas de Solución.....	73
4.1 Algoritmo de Sizing para la cuenta de nuestra divisa	75
4.2 Limitaciones de las ordenes – Parada (Stop) y congelar (Freeze).....	76
Figura 27: Límites de parada de beneficios/pérdidas de las ordenes	76
Figura 28: Distancia mínima del nivel de parada a las diferentes ordenes	77
Figura 29: Nivel de congelación límite a las ordenes	78
4.3 Stops vs Trailing Stops (ADE).....	79
4.3.1 Trailing Stops de volatilidad adaptativos (ADE)	82
Figura 30: Curva de equidad modelada con la ayuda de los Canales de Keltner	82
Figura 31: Tipos de Trailing Stop	83
Figura 32: Canales de Keltner con trailing Stop muy adaptativo.	83
4.4 Elección apropiada de reglas de entrada y de salida	84
Figura 33: Ejemplo de entrada aleatoria con 2 posibles salidas	84
Figura 34: Ejemplo de salida aleatoria con 2 posibles entradas	85
4.5 Racionalidad detrás de la información asimétrica (ADE).....	85
4.6 Parada y toma de ganancias secreta (Hidden Stops y Hidden Take Profit)	87
Figura 35: Ejemplo gráfico de la parada y toma de ganancias secreta	87
5- ANÁLISIS Y DESARROLLO.....	90
5.1 Creación de estrategias	90
5.2 Tipos de modelo para hacer análisis.	91
Figura 36: Ejemplo de calidad de modelado en los diferentes modelos	92
Figura 37: Informe de AE ejecutado con “Precios de apertura”	93
Figura 38: Informe del mismo AE pero ejecutado con “En cada tick”	93
Figura 39: Gráfico de candelabro con 4 posiciones abiertas en la misma franja de tiempo	94
Figura 40: Informe del mismo AE pero con las variaciones introducidas	95
5.3 Analizando la robustez de nuestro algoritmo	96
5.4 Entender la influencia del spread Bid-Ask en nuestros análisis.....	98
Figura 41: Interfaz de MT4 para fijar el spread	98
5.5 Optimización en MT4	99
Figura 42: Interfaz de MT4 para seleccionar la función objetivo a optimizar.	100
Figura 43: Ejemplo de drawdown máximo en una curva de equidad	101
Figura 44: Formula del Ratio de Sharpe	101
Figura 45: Interfaz de MT4 para ajustar los parámetros de entrada	102
Figura 46: Resultados de la optimización generados por MT4	103

Figura 47: Informe de optimización con su gráfico generado por MT4	104
Figura 48: Interfaz del limitador de optimización de MT4	104
5.5.1 Algoritmos genéticos.....	106
Figura 49: Interfaz de optimización del algoritmo genético	106
5.5.2 Ajuste de curvas (curve fitting)	108
Figura 50: Tipos de ajuste de curvas de equidad	109
Figura 51: Ajuste de los pasos en las variables de nuestro AE con la ayuda de la interfaz de MT4	109
5.6 Estudio y análisis de algunos AEs del mercado	112
5.7 Análisis del sistema de la app software	117
5.7.1 Alcance del sistema.....	117
5.7.2 Identificación del entorno tecnológico	118
5.7.3 Especificación de estándares y normas	119
5.7.4 Identificación de los usuarios.....	120
5.7.5 Análisis de los casos de uso.....	121
Figura 52: Elementos Casos de Uso	121
5.7.5.1 Identificación de casos de uso	121
5.7.5.2 Catalogación de casos de uso	123
Tabla 42: Caso de uso “Registro en la aplicación”	123
Tabla 44: Caso de uso “Login y logout de la aplicación”	123
Tabla 45: Caso de uso “Solicitar creación de AE”	124
Tabla 46: Caso de uso “Solicitar informe económico”	124
Tabla 47: Caso de uso “Crear cuenta de Metatrader4”	124
Tabla 48: Caso de uso “Acceso al código del AE”	125
Tabla 49: Caso de uso “Depuración código del AE”	125
Tabla 50: Caso de uso “Optimizar código del AE”	126
Tabla 51: Caso de uso “Ejecutar Backtesting con AE”	126
Tabla 52: Caso de uso “Ejecutar Live Trading”	126
Tabla 53: Caso de uso “Ejecutar Live Trading”	127
5.7.5.3 Clases asociadas a los casos de uso	127
5.7.5.4 Diagramas de secuencia.....	127
Figura 53: Caso de uso para Acceso al código del AE	127
Figura 54: Caso de uso para Ejecutar “Backtesting” con AE	128
Figura 55: Caso de uso para Ejecutar “Live Trading” con AE	129
5.8- Análisis de las clases.....	129
5.8.1 Clases de la interfaz.....	130

Tabla 54: Clase “Registro”	130
Tabla 55: Clase “Inicio sesion”	130
Tabla 55: Clase “Aplicación cliente”	131
Tabla 56: Clase “Aplicación economista”	132
Tabla 57: Clase “Aplicación administrador”	132
Tabla 58: Clase “Aplicación programador”	133
Tabla 59: Clase “Solicitudes”	134
Tabla 60: Clase “Informes”	134
Tabla 61: Clase “Mensajes”	135
Tabla 62: Clase “Cliente”	135
Tabla 62: Clase “Administrador”	136
Tabla 63: Clase “Economista”	136
Tabla 64: Clase “Programador”	137
Tabla 65: Clase “Solicitud”	137
Tabla 65: Clase “Mensaje”	138
Tabla 65: Clase “Informe”	138
Tabla 66: Clase “CuentaMT4_Cliente”	139
Tabla 67: Clase “CuentaMT4_Desarrollador”	139
6- SOLUCIÓN.....	140
6.1 Desarrollo de mis AEs “RobotTradingTFG” y “RobotTradingTurtlesTFG”	140
6.3 Análisis de consistencia y especificación de requisitos.....	145
6.3.1 Verificación y análisis de consistencia entre modelos	145
Tabla 68: Matriz de trazabilidad entre requisitos funcionales y casos de uso.....	145
7- RESULTADOS	146
7.1 AEs que trabajan con la paridad EUR/USD	146
Figura 56: Informe del AE Cary ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura” desde 2013 a 2017	147
Figura 57: Informe EA Cary de transacciones ocurridas en 2013 que incurren en beneficios	148
Figura 58: Informe EA Cary de transacciones ocurridas en 2013 que incurren en beneficios	149
Figura 59: Informe EA Cary de transacciones ocurridas en 2013 que incurren en una bajada de nuestro balance	149
Figura 60: Informe EA Cary de transacciones ocurridas en 2017 que incurren en pérdidas.	150
Figura 61: Informe del AE Cary ejecutando análisis de backtest “En cada tick” desde 2013 a 2017	151

Figura 62: Informe de optimización del AE Cary ejecutando análisis de backtest “En cada tick” desde 2013 a 2017.	152
Figura 63: Informe optimizado del AE Cary ejecutando análisis de backtest “En cada tick”	153
Figura 64: Informe optimizado EA Cary de transacciones de 2017 que incurren en beneficios.	154
Figura 65: 2º informe optimizado EA Cary de transacciones de 2017 que incurren en beneficios.	155
Figura 66: Informe de optimización del AE Cary ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura” desde 2013 a 2017	155
Figura 67: Informe optimizado AE Cary ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura”	156
Figura 68: Informe AE Elisa ejecutando análisis de backtest “En cada tick”	157
Figura 69: Informe AE Elisa ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura”	159
Figura 70: Informe de optimización AE Elisa con análisis de backtest “Solo precios de apertura”	159
Figura 71: Informe optimizado AE Elisa ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura”	160
Figura 72: Informe de optimización AE Elisa con análisis de backtest “En cada tick”	161
Figura 73: Informe optimizado AE Elisa ejecutando análisis de backtest “En cada tick”	162
Figura 74: Informe RobotTradingTFG ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura”	164
Figura 75: Informe optimización RobotTradingTFG “Solo precios de apertura”	164
Figura 76: Informe optimizado AE RobotTradingTFG “Solo precios de apertura”	165
Figura 77: Informe optimización RobotTradingTFG “En cada tick”	166
Figura 78: Informe optimizado AE RobotTradingTFG “En cada tick”	167
Figura 79: Informe de optimización RobotTradingTFG con optimizaciones sobre el riesgo y el nº de transacciones.	168
Figura 80: Informe AE RobotTradingTurtlesTFG “En cada tick” de 2013 a 2017.....	169
Figura 81: Informe AE RobotTradingTurtlesTFG “Solo precios de apertura” de 2013 a 2017	171
Figura 82: Informe RobotTradingTurtlesTFG “En cada tick” durante el primer semestre de 2013.....	172
Figura 83: Informe RobotTradingTurtlesTFG “En cada tick” durante 2016-2017.....	173
Figura 84: Informe RobotTradingTurtlesTFG “En cada tick” durante 2017	174
Figura 85: Informe RobotTradingTurtlesTFG “Solo precios de apertura” en GBP durante 2015-2017	176
Figura 86: Informe RobotTradingTurtlesTFG “En cada tick” en GBP durante 2015-2017	176

Figura 87: Informe optimizado Cary “Solo precios de apertura” en GBP durante 2015-2017	177
Figura 88: Informe optimizado Cary “En cada tick” en GBP durante 2015-2017	178
Figura 89: Informe optimizado Elisa “Solo precios de apertura” en GBP durante 2015-2017	179
Figura 90: Informe optimizado Elisa “En cada tick” en GBP durante 2015-2017	180
Figura 91: Informe RobotTradingTFG “Solo precios de apertura” en GBP durante 2013-2017.....	182
Figura 92: Informe RobotTradingTFG “En cada tick” en GBP durante 2013-2017	183
7.3 Creación de prototipos de interfaz	184
7.3.1 <i>Definición de interfaces de usuario</i>	184
7.3.2 Especificación de interfaces según usuario.....	184
Figura 93: Imagen de registro	186
Figura 94: Imagen de inicio de sesion	187
Figura 95: Imagen de sesión de cliente.....	187
Figura 96: Imagen de interfaz de mensajes	188
Figura 97: Imagen de interfaz de solicitudes	188
Figura 98: Imagen de sesión administrador.....	189
Figura 99: Imagen de interfaz de informes.....	189
Figura 100: Imagen de sesión economista.....	190
Figura 101: Imagen de sesión programador	190
8- CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	191
8.1 <i>Conclusiones</i>	191
8.2 Trabajos futuros:	193
Anexo 1: Planificación y presupuesto	195
A.1.1 <i>Planificación</i>	195
Figura 102: Imagen de planificacion	195
A.1.2 Estimación de costes y presupuesto	195
Tabla 69: Recursos software	196
Tabla 70: Recursos hardware	197
Tabla 71: Recursos software	197
Tabla 72: Inversión	198
Tabla 73: Recursos costes totales	198
Tabla 74: Recursos costes totales después de impuestos	198
Anexo 2: Regulación legal	199
A.2.1 <i>Tributación en España por beneficios</i>	199
Tabla 75: Gravamen del ahorro	199

Anexo 3: Bibliografía	200
Anexo 4: Final Degree Project Summary.....	201

1- INTRODUCCIÓN

1.1- Agradecimientos

Quisiera agradecer enormemente el apoyo realizado en este Trabajo de Fin de Grado, a mi familia, especialmente a mi madre. De mis amigos me gustaría agradecer la ayuda que me ha prestado Luis, así como los compañeros de la universidad, con especial mención a Jorge, Borja y Marcos entre otros.

Darle las gracias a Mireya por haberme dado siempre apoyo moral y a mis profesores tanto de ADE, Miguel Ángel López y en especial, a mi tutor de Informática, Antonio Berlanga por el apoyo técnico brindado en su elaboración.

1.2 - Presentación del problema

Este es un Trabajo de Fin de Grado mixto de “Ingeniería Informática-ADE” en el que se combina los elementos aprendidos durante los años que ha durado la labor estudiantil del autor de este TFG. Decidí hacer dicho trabajo de forma mixta para agrupar dos cosas que me interesaban desde que empecé a estudiar esta carrera pero que no había tenido ocasión de trabajar hasta hoy en día: el mundo de las inversiones unido a la programación.

La labor realizada en este TFG ha sido constante a lo largo de los días que haya podido llevar su elaboración ya que hacía falta un buen entendimiento de todos los conocimientos que podían requerir en una carrera de ADE, tales como estadística, econometría, sistemas e instituciones financieras, dirección financiera, etc así como elementos que se aprenden en la carrera de Ing. Informática como son el buen conocimiento de los lenguajes de programación C, C++ y Java.

Para la ejecución del mismo se ha utilizado la herramienta software MetaTrader4, la cual ha facilitado los datos financieros pertinentes a lo largo de los años para estudiar el comportamiento y ejecución de los robots que aquí se exponen. Esta herramienta será explicada más adelante así como la forma que tienen los robots de ejecutar el trading algorítmico y las repercusiones que tiene a la hora de ejecutar ordenes/posiciones de mercado y su impacto en la cuenta de “Pérdidas y Ganancias” del inversor involucrado en su utilización, todo ello mediante la ayuda de gráficos y balances que el programa o software de terceros nos puedan facilitar.

Tras estudiar y entender la plataforma, procedí a crear un modelo de negocio en el cual, pudiese mediante el uso de una aplicación ponerme en contacto con los usuarios del sistema para asesorarles y ofrecerles la posibilidad tanto de crear su propio robot de trading como de obtener los diseñados por mí, los cuales complementarían los objetivos económicos que debía cumplir un AE.

Para el correcto entendimiento del lector se han tratado los problemas desde 2 puntos de vista, a fin de cumplimentar los requisitos de ambas carreras.

Problemas planteados de Administración de Empresas: Análisis del mercado de divisas (Forex) mediante diferentes Asesores Expertos o Robots de Trading mediante los cuales se quiere analizar las transacciones con las que operan caracterizados por sus diferentes reglas de entrada y de salida. Estas reglas están sujetas a los aspectos más importantes de la economía como estadística, funcionamiento de los sistemas e instituciones financieras, dirección financiera y dirección estratégica entre otras. Con la construcción y codificación de los Asesores Expertos se quiere realizar una labor de optimización sobre ellos así como un correcto uso de cada uno de ellos en las diferentes condiciones cambiantes del mercado. Para ello se realizaron análisis de “backtest” sobre los diferentes precios históricos de las divisas con dos diferentes modelos para predecir el comportamiento del mercado y captar las ineficiencias del mismo, las cuales serán la causa de nuestros beneficios/pérdidas. Tras la correcta construcción del AE, se podrá invertir en Forex con dinero real.

Problemas planteados de Ingeniería Informática: En el mercado de divisas (Forex) he visto que hay diferentes Asesores Expertos (AEs) los cuales presentan mayor/peor rendimiento. Yo analizando dichos robots y una estrategia de trading que seguía un AE denominado “Estrategia de las tortugas”, el cual fue uno de los experimentos más destacables desde el punto de vista del trading financiero, construí una metodología de AE en el que pretendo hacer una mejora frente a la mayoría que hay actualmente en el mercado, ya que algunos de ellos presentan unas carencias o un comportamiento más impredecible a la hora de invertir.

Para poder ayudar a los usuarios y gestionar el modelo de negocio que planteo, propongo la construcción de un algoritmo Java Web para permitir a los usuarios de esta App, seleccionar el servicio que desean obtener: creación de Asesores Expertos o asesoramiento en la construcción de los mismos. Mediante la App, los usuarios de la misma podrán acceder a la plataforma MT4 con la cual podrán realizar los objetivos económicos anteriormente mencionados.

En la buena construcción de esta App para este novedoso modelo de negocios se han utilizado documentos de Ingeniería del software como la Métrica v.3 así como estándares y normas basados en UML e IEEE. Con la ayuda de diagramas, casos de uso y prototipos de interfaz, se analiza la ejecución y análisis de los objetivos a cumplir por el sistema que voy a diseñar. Se ejecutan pruebas para analizar la robustez de la app y así garantizar la retroalimentación entre los miembros del proyecto y los clientes que desean invertir en este negocio.

1.3- ¿Qué es el “trading algorítmico”?

El trading algorítmico es la capacidad para emitir señales u órdenes de compra/venta generadas por un algoritmo de software financiero, el cual es ejecutado automáticamente utilizando los recursos del sistema operativo desde el que se ejecute. Dicho algoritmo procesará la información real y en vivo (o la información pasada) que disponga para ejecutar de la forma más conveniente u oportuna para ejecutar órdenes de compra/venta de la forma más rápida posible (High Frequency Trading, HFT) para así aprovechar las ineficiencias del mercado.

Recordar que en el mercado siempre hay cantidades de oferta y demanda, dichas cantidades se igualan en un punto en el que, se alcanza la denominada competencia perfecta o punto de equilibrio. Hasta llegar a ese punto, el mercado puede presentar dichas ineficiencias en los precios de compra (bid o demanda del mercado) o en los precios de venta (ask u oferta del mercado), los cuales son aprovechados por los participantes del mercado para comprar/vender a precios que representen un beneficio a corto/largo plazo para el bróker hasta que el mercado se equilibre. Ej: Tras el Brexit la libra (GBP) devaluó su valor frente al dólar estadounidense (USD) hasta que actualmente está recuperando su valor por cambios favorables en la economía inglesa. Con HFT o incluso LFT (Low Frequency Trading) podíamos comprar libras en el momento justo en el que se devaluó, además de vender dólares por libras a un mayor precio por dicha devaluación esperando a una hipotética apreciación de la libra para volver a negociar con ella. Esto es conocido como *arbitraje*.

El *arbitraje* es la principal causa de nuestros beneficios/pérdidas en el mercado de divisas puesto que especulamos con las bajadas y subidas de las cotizaciones de las paridades de divisas.

Influencias para determinar la lógica de un algoritmo de Trading

Noticias Macroeconómicas: Políticas económicas, estado de los mercados.

Principios fundamentales: Ingresos, cuentas anuales, flujos de caja.

Estadísticas: Correlación, cointegración.

Técnicas: Medias de movimiento, RSI (Relative Strength Index) u otros indicadores técnicos.

Microestructura del mercado: Arbitraje, límite del estado del libro de órdenes, etc...

1.3.1- Ventajas y desventajas del trading algorítmico

Ventajas:

Libertad

Un AE (Asesor Experto o Expert Advisor en inglés) puede ejecutar nuestro sistema de trading sin la intervención directa de un humano, el cual realiza una labor de supervisión (los AE ejecutan código sin importar la lógica del mismo por lo que el humano necesita incorporar esa versión de raciocinio), diseño (en los que podemos incluir reparación del código) y optimización (que parámetros o funciones son más adecuadas para optimizar la ejecución del mismo). De resto, podríamos estar en el trabajo o realizando una labor ociosa y controlar el AE desde el móvil por ejemplo.

Velocidad

Los AEs tienen la posibilidad de ejecutar órdenes a una rapidez extrema además de controlar un número casi ilimitado de fuentes de datos, los cuales serían imposibles de captar por un humano al mismo tiempo, mientras que un EA puede ejecutar órdenes de compra/venta en diversas divisas al mismo tiempo tras haber cumplido las condiciones idóneas para ello.

Sistemático

Un AE seguirá el algoritmo de trading que se le haya programado sin ninguna emoción. Los humanos al ver una gran pérdida/beneficio tendrán un sesgo psicológico a la hora de tomar decisiones por lo que pueden parar/seguir invirtiendo incumpliendo algunos principios psicológicos de trading financiero. En algunos casos, vemos como los brókeres deben aceptar una gran pérdida en una posición ya que llegaría un momento en el que dicha posición volvería a subir. Sin embargo en el lado contrario deben parar el beneficio que obtenemos en una posición ya que dicha posición puede caer bruscamente provocando serias pérdidas.

Desventajas:

Inflexible

Un sistema de trading automático, como he dicho, no presenta una lógica más allá del código que tenga programado. Podemos utilizar algoritmos genéticos en su optimización para dotarlos de cierta “inteligencia” pero aun así, los mercados y la economía en general son impredecibles, por lo que puede que si las condiciones del mercado varían mucho, no tienen la lógica o capacidad suficiente para adaptarse a ellos y requiera de modificación o “debugging” por parte del bróker. Ej: Se puede producir sobreajuste de curvas (curve fitting) cuando se ha construido un algoritmo muy basado en la información de épocas pasadas y no es capaz de captar con eficiencia los cambios actuales en el mercado por el desconocimiento de dichos datos y cambios.

Falta de entendimiento del algoritmo por un bróker

Destacar que podemos utilizar un robot que pueda ser muy bueno, dar beneficios y demás pero llegado a un momento, su ejecución o “performance” es más bien baja hasta el punto de producir pérdidas a largo plazo. Por muy bueno que sea el algoritmo del robot, si no comprendemos qué es lo que falla, estaremos condenados a cometer los mismos errores una y otra vez, lo cual se puede resaltar en el largo plazo. No hace falta tener unos conocimientos de programación avanzadas para saber lo

que hace el robot, sabiendo lo que hace y con las variables que trabaja, quizás lo tenemos mal optimizado por correlación con otras variables u otros motivos menores. Aun así, deberíamos tener dichos conocimientos, si lo que deseamos es modificar el código del mismo.

Emociones

Aunque hemos descrito previamente que los AEs no tienen emociones a la hora de ejecutar las operaciones de intercambio o compra/venta, si los tiene el bróker que ejecuta el AE. En ocasiones hay que ser conscientes de que debemos perder para llegar a una posición de beneficios o viceversa. Es decir, se debe saber el límite de beneficios para abandonar la posición y no incurrir en pérdidas. No todos los brókeres tienen la misma “sangre fría “para ello ya que puede ser difícil ver como varían bruscamente las pérdidas/beneficios debido a la cantidad de operaciones de compra/venta que puede realizar un AE.

1.3.2- ¿Cómo construimos un algoritmo de trading?

Hay diversos softwares que nos permiten ejecutar trading algorítmico en el cual ponemos nuestro AE con su correspondiente algoritmo a funcionar. El software elegido por mí para la realización de este TFG es el Metatrader4. Esta elección se ha considerado debido a que actualmente es una plataforma de uso preferencial por parte de los brókeres para el comercio de divisas. Se pueden construir algoritmos basados en otros lenguajes de programación tales como Python, C++ o Matlab permitiéndonos el uso de extensiones y otros softwares de terceros, los cuales nos podrían ayudar a la paralelización y al cómputo global del programa, lo cual no es posible con Metatrader4.

En Metatrader4 (MT4) podremos ver gráficas, paridades monetarias, datos macroeconómicos, así como otras funcionalidades que iremos explicando a lo largo de este documento. Aquí tenemos una imagen de la interfaz principal de este programa de trading:

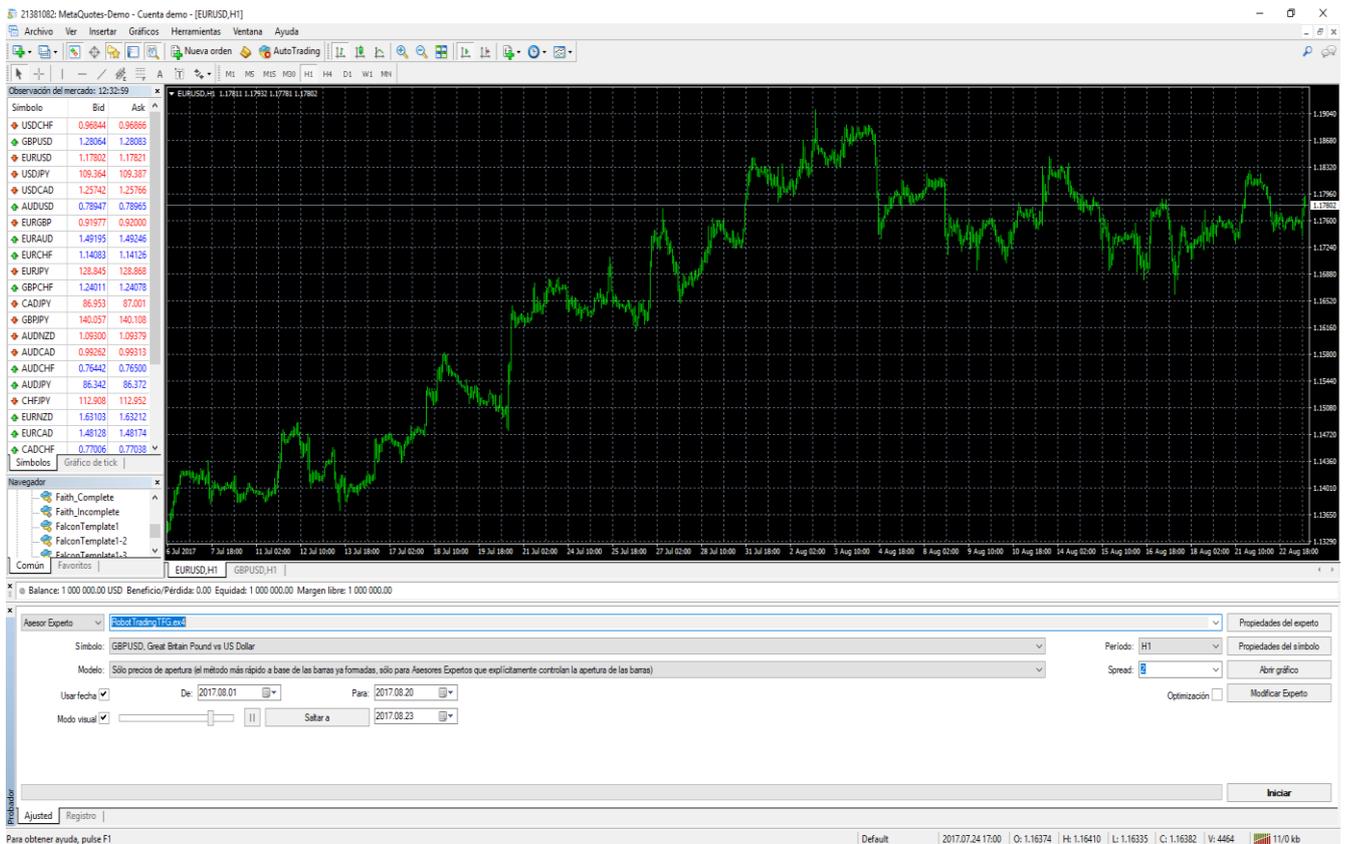


Figura 1: Interfaz principal de MetaTrader4

En este caso había ejecutado mi AE “RobotTradingTFG” para hacer una comparación entre el euro (EUR) vs el dólar estadounidense (USD) en franjas de tiempo de 1 hora, con un spread de 2 y desde julio a agosto. En el podemos ver que el eje de las x representa el tiempo y el eje de las y representa el precio.

Aun así la mayor parte del tiempo en la realización de este TFG se produjo en el Metaeditor, herramienta de MetaTrader4 para la codificación del código que íbamos a emplear en nuestros AE, así como la creación de indicadores que nos servirían, como veremos más adelante, para el cálculo de la volatilidad producida en los precios de las divisas. Destacar que el lenguaje utilizado para la elaboración del código ha sido el propio de la plataforma: MQL4, el cual es similar a C++.

En la siguiente página veremos un ejemplo de la interfaz de dicho editor de código para que se puedan hacer una idea de las funcionalidades que incorpora:

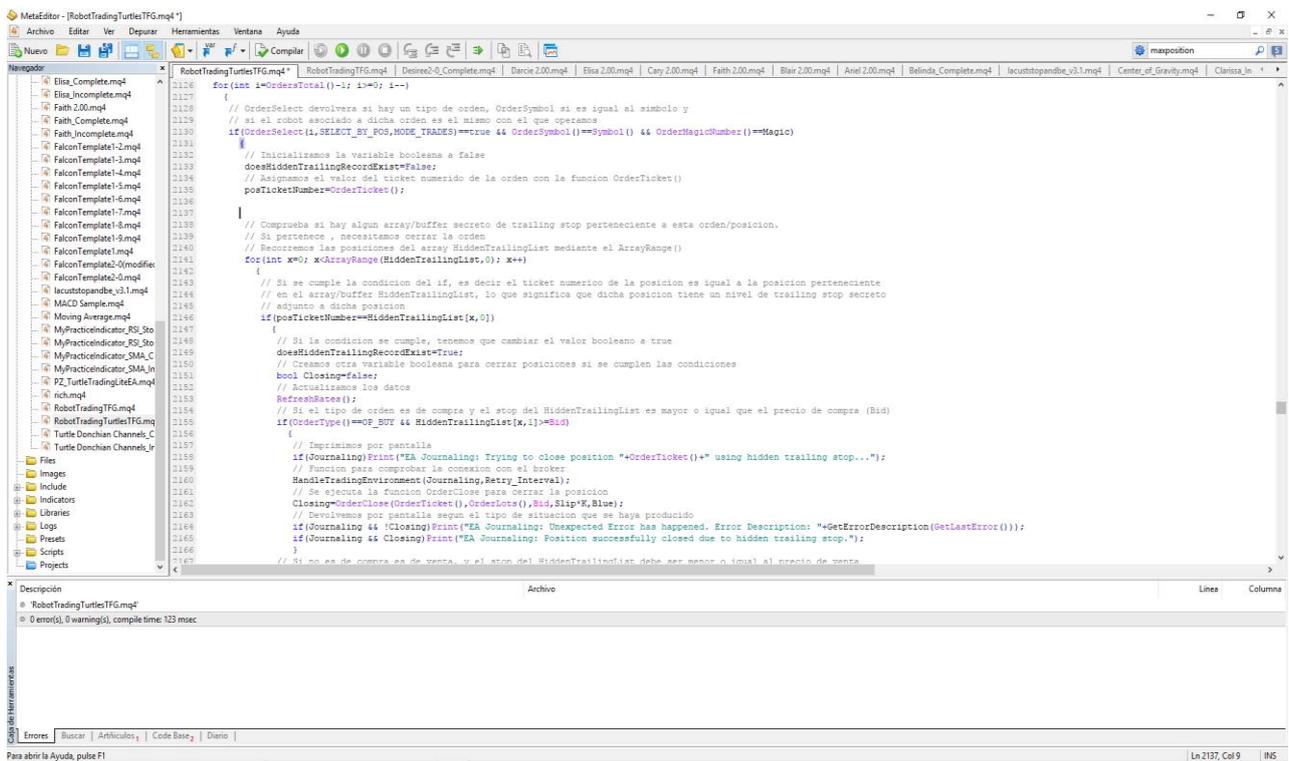


Figura 2: Interfaz principal del MetaEditor

En este ejemplo vemos como en una parte tenemos la parte del código para la codificación del mismo, un navegador para que podamos movernos entre las diversas carpetas que incluirán nuestros AE (en la carpeta **Experts**), otra carpeta llamada “**include**” que contiene los archivos más relevantes para el reconocimiento del código por parte del editor ej: cuando utilizamos una función de MQL4 o cuando declaramos un tipo de array, los diferentes tipos de indicadores técnicos que podemos utilizar “**Indicators**” para la ejecución del código (algunos vienen dados por el programa mientras que otros los creamos u obtenemos de Internet como los Donchian Channels o los Keltner Channels), librería (**Libraries**) con varias funciones tales como “ErrorDescription” para la devolución de los tipos de errores que se pueden ocasionar (también presente en el programa RobotTradingTFG), “RGB” para la conversión de los colores primarios rojo, verde y azul a otros colores (nos ayudará a la hora de representar gráficas) además de otras que no son tan importantes para la labor realizada en este TFG (comparación de valores de tipo double, conversión a hexadecimal o inclusión de 16 dígitos después del punto decimal, aunque no necesitaremos tantos). Por último tenemos una carpeta denominada “**Scripts**” donde como su nombre indica tenemos los diversos scripts que podemos utilizar en el código dándonos la posibilidad de compilarlos para ver los errores e incluso ejecutar en algunos casos.

A primera vista tiene muchas funcionalidades pero, ¿por qué utilizo este software y no otros? Algunos son parecidos en cuestión de funcionalidades como Ninja Trader, Amibroker, Multicharts, etc., otros incluso tienen más (aunque suelen ser de pago), he aquí las principales **ventajas**:

- 1- *Datos de finanzas gratis*: Podemos obtener datos en vivo del bróker y datos históricos de Metaquotes (una versión demo que viene con el programa) además de recursos online como Dukascopy. En otros casos, debemos comprar datos pasados y en vivo para poder ejecutar el algoritmo.
- 2- *Acceso a diferentes mercados*: Podemos testear y ejecutar intercambios en el mercado de divisas (Forex Trading), índices de acciones, Acciones (Stock), productos financieros e Ingresos Fijos.
- 3- *Facilidad para aprender el lenguaje*: MQL4 es similar a C++, lenguaje de programación que he visto en algunas asignaturas de la carrera. Hay muchas librerías, recursos y guías para ayudar a la comunidad.

Aunque también presenta algunas **desventajas**:

- 1- *No podemos ejecutar una estrategia que comercie con múltiples instrumentos*: Si nuestra estrategia requiere ejecutar “trading” sobre múltiples instrumentos financieros, no podemos ejecutar backtesting en un solo AE.
- 2- *Dificultad para hacer análisis estadístico*: Es difícil incorporar elementos estadísticos en nuestro AE. Sin embargo, podemos utilizar análisis estadístico usando Excel u otro software estadísticos de terceros.
- 3- *La franja menor de tiempo es de 1 min*: Codificando bien nuestro algoritmo podemos obtener gráficos de menos de 1 min de tiempo, aunque no siempre es recomendable debido a la altísima volatilidad que se puede producir en dicha franja de tiempo.
- 4- *Dificultad para añadir software o elementos de terceros*: Al ser una plataforma tiene carencias en cuestión de poder implementar otros softwares como vimos en el punto 2), por lo que en ocasiones si el AE no está bien diseñado, puede sucumbir a muchas de las limitaciones de la plataforma.

No me pararé mucho más a hablar sobre este programa (MT4) ya que en el apartado de “Resultados” hablaremos con más detenimiento sobre los gráficos, resultados y demás informes que nos facilita el programa a la hora de ejecutar el AE.

1.3.3 ¿Por qué el mercado de divisas (Forex Trading)?

Conveniente

Los datos de las divisas no están afectados por variables del mercado tales como división de acciones o desdoblamiento de acciones (stock splits), contratos de futuros, dividendos etc. Estos factores complicarían nuestro análisis y el proceso de limpieza de datos

Los datos están disponibles

Los datos sobre las divisas son gratis y se pueden localizar en muchas páginas. Los datos en otros instrumentos financieros son más difíciles de obtener.

Podemos modificar nuestro algoritmo para ajustarlo a otros instrumentos financieros

Una vez construidos podemos modificarlos para construir Contratos por Diferencias (CFDs) aplicados a otros instrumentos.

Principal elemento para realizar negocios de compra/venta en MT4

Es el activo más intercambiado en MT4 y sobre el que hay más bibliografía. Además de ser más fácil hacer un algoritmo de trading sobre divisas que sobre otros productos. Una vez hecho, podemos intentar aprovechar el código o los conocimientos adquiridos para construir otro algoritmo pero para otro tipo de instrumentos financieros.

Mercado líquido

En un mercado líquido, el dinero es intercambiado con mayor rapidez ya que los inversores siempre están especulando sobre cómo obtener el mayor beneficio a la hora de explotar la paridad de algunas divisas. Esto debido al alto número de participantes así como la liquidez del mismo hace que se asemeje a la competencia perfecta. En competencia perfecta siempre se busca el equilibrio entre oferta y demanda. Este es uno de los principales motivos por lo que los inversores y brókeres encuentran atractivo este mercado.

Funcionamiento las 24 horas del día en días laborables

El mercado de divisas funciona de lunes a viernes sin interrupción debido a los diferentes husos horarios y monedas que se encuentran disponibles en el mundo. Los sábados y los domingos, los principales mercados de divisas cierran.

1.4- Gestión del proyecto software

Para la correcta ejecución del proyecto, hemos de elaborar una metodología que nos ayude a gestionar los tiempos de entrega así como los requisitos a tener en cuenta a la hora de la implementación y desarrollo del AE como del sistema subyacente.

En la elaboración, hemos utilizado la métrica v.3, la cual está promovida por el Gobierno de España y que permitirá cumplimentar las necesidades de nuestro proyecto. Las tareas que engloba el proyecto software son:

- 1- **Estudio de Viabilidad del Sistema (EVS):** En esta parte, estudiamos la solicitud, la situación actual, la inclusión de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema, el estudio de las posibles alternativas para la construcción del mismo y por qué elegimos una solución de desarrollo en lugar de otras.
- 2- **Análisis del Sistema de Información (ASI):** El análisis de nuestro sistema será empleado para verificar las capacidades y la robustez de nuestro sistema. El desarrollo de casos de uso para las diferentes situaciones de creación e implementación de las clases que intervienen en nuestro algoritmo de trading financiero.
- 3- **Diseño y codificación :** Denotamos las principales estructuras de datos, partes del programa , arquitectura necesaria para dar cabida al sistema, las interfaces gráficas correspondientes para la comprensión de la ejecución del sistema y la labor de codificación que subyace al AE.
- 4- **Pruebas:** Para analizar la ejecución y robustez del código del sistema, debemos ejecutar pruebas para verificar que el código produce las interfaces o funcionalidades correspondientes del sistema.
- 5- **Mantenimiento:** El sistema requerirá de una supervisión del código sujeta a actualizaciones. Además, si nuestro sistema posee bases de datos debemos gestionarlas para evitar el degeneramiento de las mismas.

Para organizar las tareas del mismo hay que organizar el ciclo de vida que se escoge. Destacar que cada ciclo de vida tiene ventajas e inconvenientes, por lo que hay que elegir sabiamente en función de las necesidades de nuestro sistema. Para ello disponemos de varios:

- **Cascada:** Es un tipo de metodología lineal que consta de varias fases que hay que seguir estrictamente para poder avanzar a la siguiente fase. El ciclo de vida es extenso pero bien estructurado aunque presenta el inconveniente de que no podemos saltarnos fases o repetir las.



Figura 3: Modelo de ciclo de vida en cascada

- **En espiral:** Este modelo de ciclo de vida realiza diversas iteraciones pasando repetidamente por las fases. La ventaja de este sistema es que los riesgos se van disminuyendo conforme los ciclos o iteraciones. El inconveniente de este modelo es la complejidad del mismo puesto que hay que tener un alto nivel de eficacia en la evaluación final del proyecto.

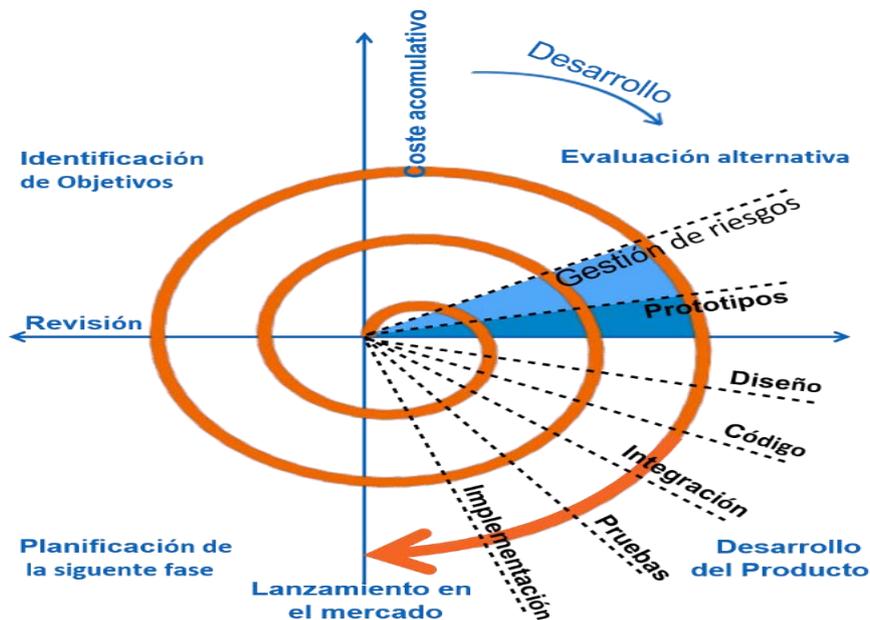


Figura 4: Modelo de ciclo de vida en espiral

- **Modelo Iterativo o Prototipo:** Como su nombre indica, se maneja a base de prototipos. Permite que el código fuente sea reutilizable por lo que a medida que construimos prototipos podemos obtener un producto fiable en la evaluación final del proyecto. Un prototipo puede incluso servir como producto final si se cumplen las condiciones para ello debido la retroalimentación que se produce desde épocas tempranas entre usuarios y desarrolladores. Los inconvenientes de este modelo es que requiere participación

activa del usuario y que las decisiones de diseño en el prototipo pueden permanecer en el producto final, objeción que no siempre es la adecuada.

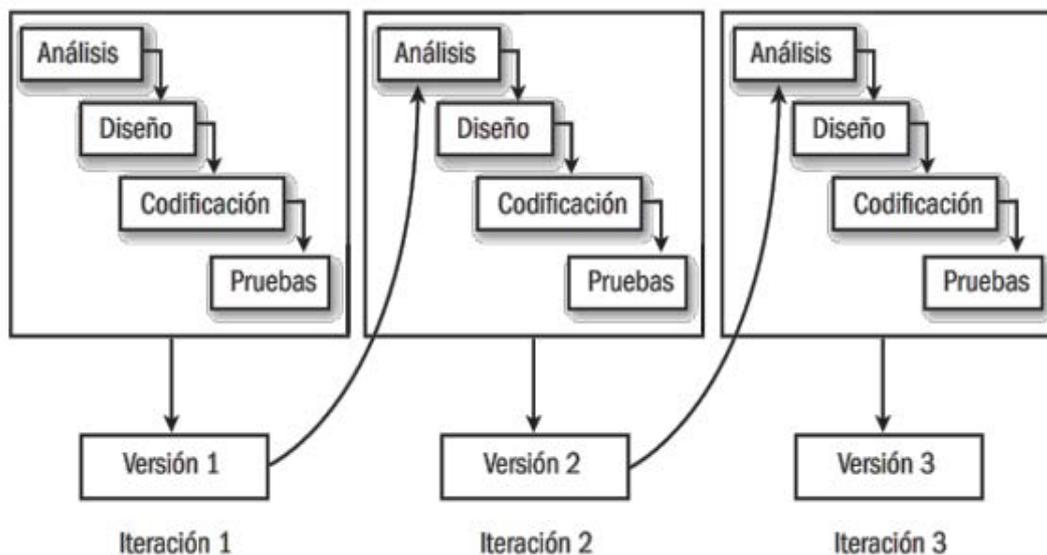


Figura 5: Modelo de ciclo de vida iterativo

El que hemos elegido debido a la incertidumbre que se genera en los sistemas e instituciones financieros es el “Modelo Iterativo o por Prototipos” debido a la reutilización del código fuente y la reducción de la complejidad de las tareas de diseño a medida que vamos iterando como podemos ver en la figura. Nuestros AEs requieren de mantenimiento constante para poder habituarse al mercado financiero y captar las ineficiencias del mismo, que serán aquellas que nos producirán beneficios.

Tras optar por la métrica que vamos a utilizar y el modelo de ciclo de vida del proyecto software, podemos explicar con más detenimiento las partes de nuestro documento software.

2- OBJETIVOS

2.1- Estructura de un algoritmo de trading

Para empezar a elaborar un algoritmo de trading, debemos empezar por lo más básico y eso se basa en 3 aspectos:

1. Entrada: Comprobar las condiciones de entrada para las ordenes/posiciones abiertas.
2. Salida: Comprobar las condiciones de salida para las ordenes /posiciones abiertas.
3. Modelo de “sizing”: Comprobar el método apropiado de “sizing” para entrar a ejecutar los intercambios u operaciones de compra/venta.

Hablando desde un punto de vista más técnico o referido a la programación, esto constara de 4 partes:

1. Setup (disposición u organización): Declaración de variables que serán requeridas para la correcta ejecución del AE.
2. Init (inicialización): Los códigos presentes en esta parte se ejecutaran cada vez que el AE se ejecute a fin de actualizar información o variables, además de iniciar la función “Start()”.
3. Deinit (Desinicialización): Lo contrario a la inicialización, en esta parte del código acabamos con el programa retornando un 0 para indicar que todo ha ido bien.
4. Start (comienzo): Parte del código que se ejecuta en cada “tick”. Un tick es nueva información en los precios, cuando por ejemplo cambia el precio de compra/venta de un determinado activo o de una divisa. Aquí es donde tendremos las 3 partes definidas anteriormente: Entrada, salida y modelo de Sizing.

Ya en los capítulos posteriores veremos de una forma más técnica el código desglosado en los respectivos apartados que hemos mencionado previamente.

2.2- Definiciones e introducción a los conceptos de trading

Antes de empezar este apartado, resaltar que lo intercambiamos en todo este algoritmo es ni más ni menos que dinero, estamos comprando/vendiendo una divisa comparada con otra, como si nos fuéramos de vacaciones a otro país con una divisa diferente a la nuestra. He aquí algunas definiciones que nos ayudaran a comprender mejor el mercado de divisas (Forex trading):

Base de la divisa (Base Currency)

La base de la divisa/moneda es la primera divisa en cualquier par de divisas/paridad (Currency pair). La cotización de la divisa (Currency quote) nos informa cuánto vale la base de la divisa como medida en función de la segunda divisa. Por ejemplo, si la tasa USD/EUR vale 0.8385, eso equivale a que para 1 USD, debemos pagar 0.8385 EUR.

En el mercado de divisas, el dólar estadounidense (USD) es considerado normalmente como la base de las divisas para las cotizaciones en otras monedas. Otras excepciones podrían ser el euro, la libra británica, el yen japonés o los dólares australianos y canadienses.

Cotización de la divisa/moneda (Currency quote)

La cotización de la divisa es la segunda divisa en cualquier par de divisas. Esto se llama con frecuencia “divisa pip” y cualquier beneficio/perdida es expresado en esta divisa.

Posiciones largas vs cortas

Si deseamos comprar (lo cual significa comprar la divisa base y vender la cotización de la divisa), nosotros deseamos que la divisa base suba en valor y después la venderíamos a un precio mayor. Esto en finanzas es llamado “ir largo” o tomar una “posición larga”. A modo de resumen podríamos decir que, largo=compra.

Si deseamos vender (lo cual significa vender la divisa base y comprar la cotización de la divisa), deseamos que la divisa base baje su valor y después la compraríamos a un precio menor. Esto se denomina “ir corto” o tomar una “posición corta”. Resumiendo, corto=vender.

Pips

Un pip es el mínimo cambio posible en el valor de un par de divisas. Si por ejemplo el par EUR/USD se mueve de 1.3150 a 1.3151, es decir 0.0001, eso es 1 PIP. Un pip es el último decimal en la cotización. A través de los pips se calcularán las ganancias y las pérdidas.

Como cada divisa tiene su propio valor, es necesario calcular el valor de un pip para cada divisa en particular. Una excepción notable son los pares de divisas que incluyen el yen japonés donde un pip equivale a 0.01

Lots

En los mercados financieros, un “lot” representa la cantidad estándar de un instrumento financiero designado por un órgano regulador o de cambio. Un “lot” puede representar la cantidad mínima a invertir del tipo de activo que vamos a comerciar. El tamaño estándar de un “lot” son 100.000 unidades. También hay tamaños mini, micro y nano de lots los cuales son 10.000, 1000 y 100 unidades respectivamente.

Valor de pip

El valor de pip es el cambio en el dolar producido por un cambio de 1 pip en el precio. He aquí algunos ejemplos de un lot estándar (100.000):

Caso 1: EUR/USD a una tasa de cambio de 1.1930

Paso 1: Multiplicamos un pip por el tamaño del lot

$$0.01 \times 100.000 = 10\text{USD}$$

Paso 2: Convertimos a euros a la tasa de cambio actual

$$10 / 1.1930 = 8.38\text{EUR}$$

Paso 3: Convertimos de nuevo a la divisa de nuestra (USD otra vez en este caso)

$$8.38 \times 1.1930 = 10\text{USD}$$

Caso especial: USD/JPY a un cambio de 119.80 (hay que darse cuenta que USD es la divisa base y 1 pip es ahora 0.01, porque estamos tratando con yenes)

Paso 1: Multiplicamos 1 pip por el tamaño del lot

$$0.01 \times 100000 = 1000 \text{ JPY}$$

Paso 2: Convertimos a dólares a la tasa de cambio actual

$$1000 / 119.80 = 8.34 \text{ USD}$$

Paso 3: No necesitamos dicho paso ya que el valor del pip está en USD

Apalancamiento financiero o nivel de endeudamiento (Leverage)

El apalancamiento financiero consiste en utilizar algún mecanismo (como deuda) para aumentar la cantidad de dinero que podemos destinar a una inversión. Es la relación entre capital propio y el realmente utilizado en una operación financiera.

Gracias al apalancamiento financiero logramos invertir más dinero del que realmente tenemos y así podemos obtener más beneficios (o más pérdidas) que si hubiéramos invertido solo nuestro capital disponible.

Margen

Cuando nos abrimos una nueva cuenta marginal con un bróker de divisas, debemos depositar una cantidad mínima con ese bróker. Este mínimo varía de un bróker a otro y puede ser desde 100\$ a 100000\$.

Cada vez que ejecutamos una nueva transacción, un cierto porcentaje del balance de la cuenta en la cuenta marginal será ajustado como el requisito marginal inicial para la nueva transacción

basada sobre la paridad subyacente, su precio actual y el número de unidades (o lots) intercambiados. El tamaño del lot siempre hace referencia a la divisa base de la paridad.

Ej: Abrimos una pequeña cuenta con 200:1 de apalancamiento financiero y 0.5% de margen. Esta cuenta transacciona con mini lots. Un mini lot equivale a 10000\$. Si nosotros abriéramos un mini-lot, en lugar de tener que pagar el precio completo (10000\$), solo necesitaríamos 50\$ ($10000\$ \times 0.5\% = 50\$$).

2.3 Interpretar gráficas

Como ya indicamos en capítulos anteriores, cuando vemos un gráfico sabemos que el eje de las X representa al tiempo, mientras que el eje de las Y representa al precio de los pares de divisas. Aquí tenemos un gráfico de los pares de divisas GBP/USD (libra frente al dólar estadounidense) y la explicación de los diferentes tipos de gráficos que podemos obtener



Figura 6: Grafico de barras de MetaTrader4

1- *Gráfico de barras*: Mostrados en la gráfica anterior podemos ver barras ascendentes/descendentes (Up Bar/Down Bar)

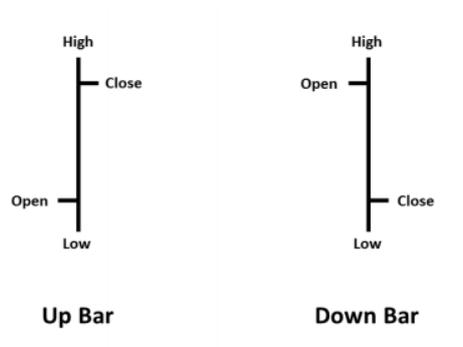


Figura 7: Ejemplo de gráfico de barras

Podemos ver que las barras tienen parte alta (High) y parte baja (Low) así como precios de apertura (Open) como precios de cierre (Close). En el caso de la barra ascendente, el precio de los pares de divisas tenía un precio de apertura que ascendió a un precio superior del mismo en el momento de cierre del mercado. Esto se refleja con el tamaño de la barra en el eje y a fin de representar la volatilidad que sufrió dicho par de divisas en una franja de tiempo determinada (en este caso a la hora). De modo inverso, la barra descendente tenía un precio de apertura superior al precio de cierre, el cual es inferior al mismo lo que nos muestra una devaluación de una de las divisas frente a la otra.

2- *Candelabros (Candlesticks)*: Otro tipo de gráficos frecuentes tienen que ver con los gráficos en candelabro.

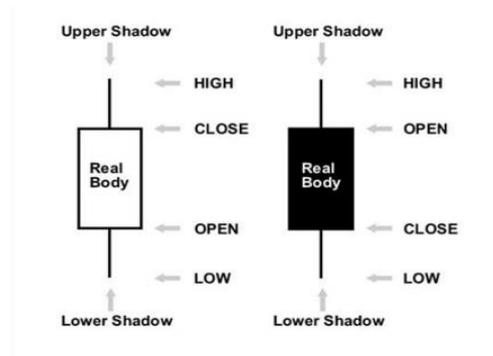


Figura 8: Ejemplo de gráfico de candelabros

La vela de la izquierda es una vela ascendente (Precio de apertura < Precio de cierre) y la vela de la derecha es una vela descendente (Precio de cierre < Precio de apertura).

Introducción a los indicadores:

Media Móvil Simple (Simple Moving Average o SMA): Este indicador allana los datos de los precios para formar un indicador de tendencia. No predice la dirección del precio pero define la dirección actual con cierto retraso. Las medias de movimiento tienen dicho retraso debido a que están basados en los precios pasados. A pesar del retraso o “lag”, las medias de movimiento ayudan a suavizar los precios de las acciones y filtrar el “ruido”.

Los operadores tratarán de situarse en posiciones cortas cuando caiga el precio por debajo de la MMS, y situarse en posiciones largas si sube por encima de la misma. La ventaja de esta estrategia es que nunca nos perdemos una tendencia; el inconveniente es que en los mercados en rango asumimos posiciones que se eliminan muy rápido. Aquí tenemos un ejemplo de MMS representado con la línea roja:



Figura 9: Ejemplo de Media Móvil Simple

Cálculo simple de la MMS

Para calcular la MMS se podría calcular el precio medio de un activo durante un número específico de periodos. Ej:

- 1- Precios diarios de cierre: 11,12,13,14,15,16,17
- 2- Primer día en un intervalo de 5 días MMS: $(11+12+13+14+15)/5 = 13$
- 3- Segundo día en un intervalo de 5 días MMS: $(12+13+15+15+16)/5 = 14$
- 4- Tercer día en un intervalo de 5 días MMS: $(13+14+15+16+17)/5 = 15$

Aquí tenemos algunos ejemplos de cuando se produce un cruce de curvas. Dependiendo de los puntos en los que se haya producido la intersección, abriremos posiciones largas de compra o posiciones cortas de venta:

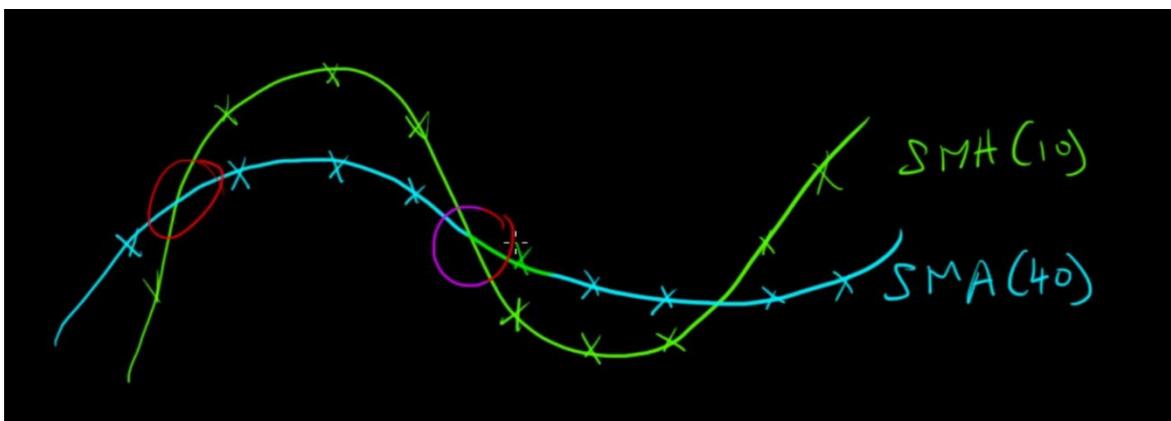


Figura 10: Ejemplo de cruce de MMS

CROSSTRIGGERED

El cruce de dos medias: Es una estrategia simple y aparentemente puede ser efectiva. Se trata de tomar dos medias, simples o exponenciales, cuyos valores sean diferentes, y esperar su cruce. Una de ellas suele tomarse como media rápida y otra media suele tomarse como lenta (10 y 40 periodos, por ejemplo).

Una vez configurados los dos indicadores, se espera a un cruce de los mismos. Normalmente las estrategias que se suelen montar suelen ser de compras cuando la media de 10 cruza con la de 40 hacia arriba y de venta cuando la media de 10 cruza con la media móvil de 40 hacia abajo, aquí vemos un ejemplo:

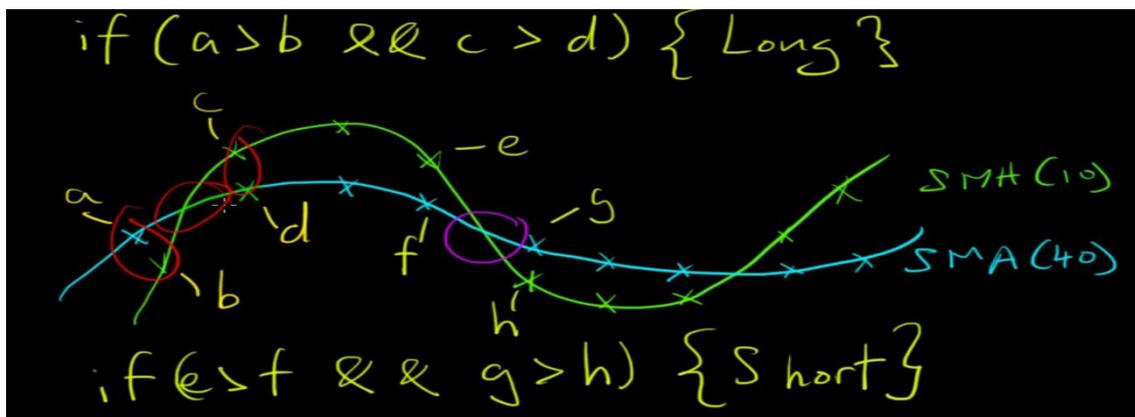


Figura 11: Posiciones a abrir en los diferentes casos de intersección

El cruce de media y sus variantes, ya que hay de dos medias, de simples medias o incluso de 4 medias (como el que utilizamos en algunos de los códigos de nuestros Asesores Expertos) pueden parecer prometedoras pero hay que tener mucho cuidado.

Cuando un valor se mueve de forma tendencial, vemos que las dos medias se mantienen alejadas formando una pequeña separación y en el momento en el que se crucen cerraremos nuestra posición. Tenemos punto de entrada y punto de salida, por lo que solo nos faltaría saber el Stop-Loss antes de comenzar la operación.

Todas estas explicaciones tienen relación con las funciones de nuestros AEs, en las que implementamos uno o varios cruces de medias para captar las diferentes intersecciones que se produzcan entre ellas.

2.4 Salir de una posición

Salidas tras la realización de beneficios (Profit-Taking)

Esto ocurre cuando cerramos una posición con beneficios.

Nivel de realización de beneficios (Profit-Taking Level)

Este es el nivel de precio donde deseamos cerrar una posición con beneficios. Una posición no necesita tener un nivel de realización de beneficios para ser cerrada, ya que la condición de salida puede estar basada en una estrategia de salida que diseñemos.

Parada (Stop)

Esto ocurre cuando deseamos cerrar una posición para unas pérdidas

Nivel de parada (Stop Level)

Este es el nivel de parada donde deseamos cerrar una posición de pérdidas. Una posición no necesita tener un nivel de realización de beneficios para ser cerrada, ya que la condición de salida puede estar basada en una estrategia de salida que diseñemos.

Stops de arrastre (Trailing Stops)

Las ordenes trailing stop son una forma de ordenes Stop-Loss. Su principal objetivo es proteger el beneficio de una operación. Si se usa apropiadamente, el trailing stop puede seguir el aumento del precio del activo subyacente en el cual se ha invertido.

El Trailing Stop es una forma de maximizar nuestros beneficios cuando el mercado se mueve a nuestro favor, y pone un Stop que se ajusta a las necesidades para sacar el máximo provecho a cada orden. Un Trailing Stop para una posición larga (una compra) debería ser ajustado por debajo del precio de seguridad del mercado, mientras que para una posición corta, debería ser ajustada por encima del precio de seguridad del mercado.

2.5 Estudio de la viabilidad del sistema (EVS)

El objetivo del Estudio de Viabilidad del Sistema es el análisis de un conjunto concreto de necesidades para proponer una solución a corto plazo, que a su vez tendrá en cuenta unos tipos de restricciones económicas, técnicas, legales y operativas. La solución obtenida como resultado del estudio puede ser la definición de uno o varios proyectos que afecten a uno o varios sistemas de información ya existentes o nuevos.

La solución hallada debe encajar con las funcionalidades del sistema y encajar con el mayor número de restricciones. Para ello, se identifican los requisitos que se ha de satisfacer y se estudia, si procede, la situación actual.

Una vez descritas cada una de las alternativas planteadas, se valora el coste económico que puede acarrear así como los riesgos que conlleva con el fin de analizar las diversas alternativas. Tras encontrar la que mejor se adecue a nuestros requisitos, establecemos la planificación.

Desglosamos las principales tareas en la figura que muestro a continuación. En ella podemos ver las actividades, las cuales pueden realizarse en paralelo y las que precisan para su realización resultados originados en actividades anteriores

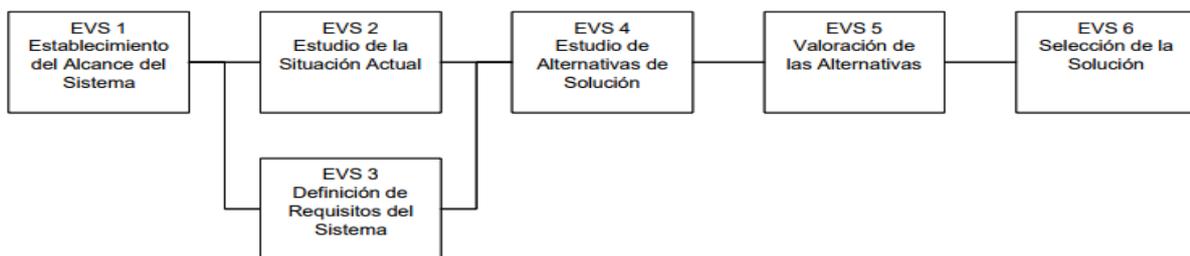


Figura 12: Actividades del Estudio de Viabilidad del Sistema según Métrica v.3

2.5.1 Establecimiento del Alcance del Sistema

Esta actividad de EVS estudia el alcance de la necesidad planteada por el cliente o usuario. Se establecen los objetivos, se inicia el estudio de los requisitos durante los cuales analizaremos las posibles restricciones de carácter general o específico y establecemos las unidades constructivas y de organización del sistema.

Estudio de la Solicitud

Realizamos una descripción general de la necesidad planteada por el cliente, restricciones de carácter económico, técnico, operativo y legal que afecten al sistema:

El objetivo principal del sistema es la ejecución de transacciones de alta frecuencia (High Frequency Trading) de compra/venta de divisas que pueda ser ejecutado en diversas paridades de divisas. El usuario introducirá un depósito mínimo y en función de su comportamiento frente

al riesgo financiero tendrá la opción de ejecutar Asesores Expertos que le permitan aprovechar una ineficiencia en el mercado de divisas (el cual es semejante a competencia perfecta).

Para la gestión del usuario con sus AEs, hemos creado una aplicación web que nos permitirá ponernos en contacto con el usuario. El usuario nos informará mediante la aplicación de las necesidades que tiene en cuanto a la creación del AE. Nosotros mediante un proceso iterativo proveemos al usuario de las herramientas o asesoramiento para la construcción de su AE, o le proveemos acceso a uno de los nuestros para que pueda invertir con nuestro sistema.

Este sistema debe ser accesible a través de las principales plataformas de trading financiero, aunque al ser el lenguaje MQL4 característico de la plataforma MetaTrader4, dicha plataforma será la utilizada para la obtención de la información y la posterior ejecución de nuestro AE. La plataforma MetaTrader4 cuenta con un editor de código donde podemos crear y modificar nuestros AEs. Cabe destacar que para la ejecución del AE así como de la utilización de la interfaz, debemos poseer una conexión a Internet.

Podemos hacer una primera división del sistema agrupando las siguientes actividades:

Módulo de administración:

- 1- Gestionar clientes.
- 2- Gestionar mensajes entre usuarios.
- 3- Gestionar solicitudes.
- 4- Gestión de informes con los resultados de los AEs .
- 5- Posibilidad de guardar todos los datos anteriormente mencionados en una base de datos.

Módulo de gestión software:

- 1- Creación y modificación del código de los AEs.
- 2- Obtención de otros AEs para su ejecución.

Módulo de cliente:

- 1- Elegir tipo de AEs que se desean ejecutar
- 2- Asignar la divisa y cantidad monetaria que deseamos invertir
- 3- Parámetros de parada con los cuales el usuario para el AE si determinados comportamientos por el robot no son los deseados.
- 4- Obtención de informes para su análisis económico.
- 5- Posibilidad de crear solicitudes de creación, modificación o asesoramiento en la construcción de EAs.

Tras analizar la solicitud del cliente, considero que es un proyecto viable que puede ser ejecutado por las personas que llevan a cabo el proyecto de Fin de Carrera:

Participantes:

- Antonio Berlanga de Jesús, director de la parte informática del proyecto.
- Miguel Ángel López Gómez, director de la parte económica y administrativa del proyecto.
- Héctor Sánchez Martín, desarrollador y analista de los Asesores Expertos.

2.5.2 Identificación del Alcance del Sistema.

Aquí se analiza la necesidad planteada y se identifican las restricciones que puedan interferir en la planificación y futura puesta a punto del sistema objeto del estudio.

Nuestro trabajo al pertenecer al ámbito de un Plan de Sistema de Información, enumeramos la arquitectura de información propuesta, además de las unidades organizativas efectivas.

El sistema será utilizado por aquellos que deseen construir su propio AE o la obtención de uno de los mismos con el fin de proveerle los mejores resultados en sus informes de trading financiero. Representando los roles tenemos:

- **Bróker:** El bróker es aquel que nos permitirá utilizar el software correspondiente para obtener los precios de las paridades de divisas además de otros activos y aquél que nos cobrará las tasas de swap (comisiones) correspondientes por utilizar la plataforma, además de la tasa asignada a las compras/ventas de la paridad que escojamos. En nuestro caso concreto, el bróker será la plataforma MetaTrader4, la cual utiliza el lenguaje MQL4. Otras plataformas de trading tienen un funcionamiento similar pero no se exponen en este apartado.
- **Usuario de la aplicación:** El usuario podrá desarrollar su AE con la ayuda de nuestra aplicación con la cual se pondrá en contacto con nosotros para informarle de los acontecimientos macroeconómicos más importantes así como la ayuda en los distintos apartados de codificación del AE. También podrá invertir en la plataforma con su AE o con alguno suministrado por nosotros.

Con el desarrollo de este sistema se pretende construir Asesores Expertos que cumpliendo los requisitos funcionales y no funcionales de los mismos, permitan una ejecución positiva del AE en la plataforma Metatrader4. Esta idea nos permite ayudar a inversores o empresas que desean comerciar en el mercado de divisas.

Deberemos cumplimentar las restricciones y disponer de una interfaz sencilla para realizar las labores que se van detallando en este documento en la mayor brevedad posible y respetando las pautas generales de un buen proyecto software.

2.5.3 Especificación del Alcance del EVS.

Con el fin de obtener el Alcance de nuestro EVS, hemos de identificar a aquellos grupos o personas que puedan estar interesados en nuestra labor así como la inclusión de nosotros mismos a la hora de identificar los “Stakeholder”:

Identificación de los Stakeholders

- **Inversor:** Usuario que nos solicita una labor de creación o asesoramiento en la metodología de construcción del Asesor Experto a ser utilizado.
- **Administrador:** Personas que gestionará los informes generados por nuestra aplicación, las fechas en las que se produjeron dichos informes, así como el mantenimiento de la aplicación. Incidencias, mensajes, solicitudes, etc. Esta persona encargada de obtener y actualizar las bases de datos de los usuarios de la aplicación.

Su objetivo es poseer los datos más relevantes de los usuarios que usan la aplicación como de las cuentas y facturas de la organización.

- **Analista economista:** Persona encargada de analizar los factores macroeconómicos más importantes a la hora de captar las ineficiencias del mercado de divisas. Las ineficiencias del mercado son aquellas que nos permitan obtener beneficios si el AE cumple los requisitos designados.
- **Jefe del Proyecto:** Héctor Sánchez Martín, persona encargada de la labor de creación de los AEs así como de la obtención de los mismos en busca de captar los mejores AEs que están disponibles en el mercado.
- **Programador:** Persona encargada de solventar los fallos y de ayudar a crear el código para poder ejecutar los AEs

También se encargan de la elaboración y supervisión de este proyecto:

- **Tutor y coordinador económico:** Miguel Ángel López Gómez.
- **Tutor y coordinador informático:** Antonio Berlanga de Jesús.

3- ESTADO DEL ARTE

3.1 Detalles del problema

3.1.1 Determinación de la volatilidad (ADE)

La volatilidad se define como una medida de la frecuencia e intensidad de los cambios del precio de un activo o de un tipo, definido como la desviación estándar de dicho cambio en un horizonte temporal específico. Se usa con frecuencia para cuantificar el riesgo del instrumento. Uno de los indicadores que utilizaremos para medir la volatilidad es el Rango Verdadero Medio (Average True Range o ATR en inglés).

Rango Verdadero

Para el cálculo del rango verdadero, tenemos que encontrar el valor más grande de uno de los 3 métodos que expongo a continuación:

- 1- Valor alto actual menos valor bajo actual
- 2- Valor alto actual menos valor de cierre anterior (en valor absoluto)
- 3- Valor bajo actual menos valor de cierre anterior (en valor absoluto)

Esto queda mejor escenificado con los diagramas de barras presentados a continuación:

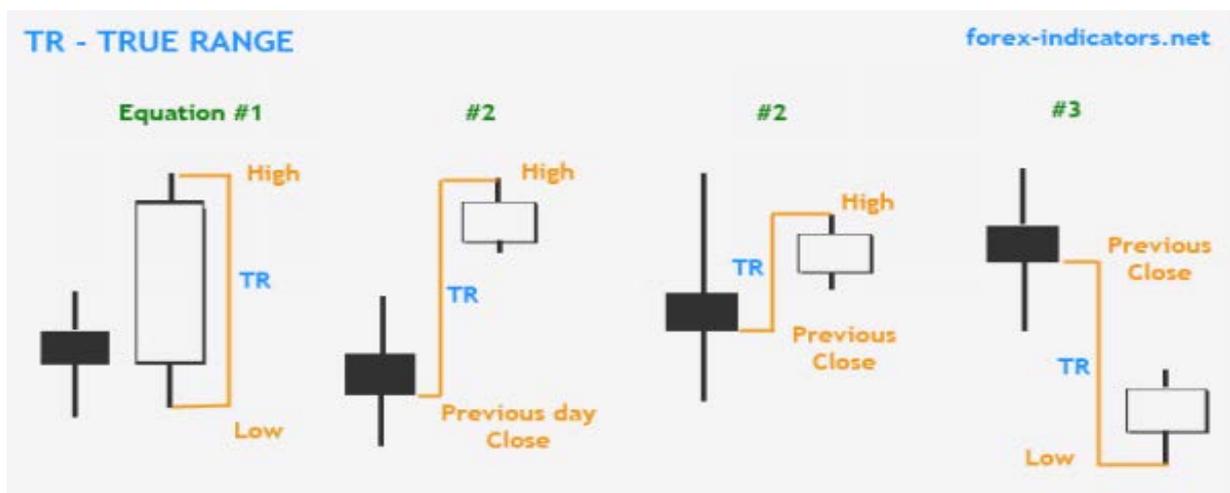


Figura 13: Rango Verdadero en gráfico de candelabros

Cálculo del Rango Verdadero Medio (RVM)

El cálculo del RVM mismo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{ATR o RVM actual} = [(\text{Anterior RVM} * 13) + \text{RV actual}] / 14$$

- Multiplicamos el anterior RVM de 14 días (2 semanas) por 13
- Le sumamos el Rango Verdadero actual o más reciente
- Lo dividimos por 14

Conclusiones

ATR no es un indicador direccional, tal como MACD o RSI. En su lugar, ATR es un indicador de volatilidad único que refleja el grado de interés o desinterés en un movimiento. Los movimientos fuertes, en una u otra dirección, suelen estar acompañados de grandes Rangos Verdaderos. Los movimientos que no causan mucho interés pueden estar acompañados por rangos relativamente estrechos. Por lo tanto, ATR puede ser utilizado para validar el “entusiasmo” de los actores del mercado detrás de un movimiento o una fuga. Una inversión alcista con un incremento del ATR demostraría fuerte presión de compras y un refuerzo a la inversión.

3.1.2 Curvas de equidad y cómo reconocerlas (ADE)

La curva de equidad es un tipo de grafico representado por el tiempo en el eje de las x y por el balance de nuestra cuenta en el eje de las y. Con ella queremos reflejar tanto los cambios positivos como los negativos en nuestro balance desde su comienzo.

La tarea de muchos de nosotros como inversores, es procurar que el aspecto de nuestra curva de equidad siga varios principios fundamentales conocidos:

- Tenga tendencia positiva a lo largo del tiempo (significará que nuestro rendimiento es el correcto).
- No presente síntomas de agotamiento
- Sea una curva lo más suavizada posible, las curvas de equidad con numerosos y pronunciados dientes de sierra es sinónimo de sistemas altamente inestables.

Algunos de los tipos de curva que tenemos son:

- 1- **Irregularmente larga:** Se denominan largas porque las ganancias en comparación con las pérdidas son mayores. Esta curva sigue una estrategia de seguimiento de las tendencias del mercado con un alto valor de toma de ganancias (Take Profit) como de parada de pérdidas (Stop loss). Tienen baja tasa de acierto pero en caso de acertar con nuestro modelo, podemos entrar en una posición beneficiosa. Gráficamente son así:

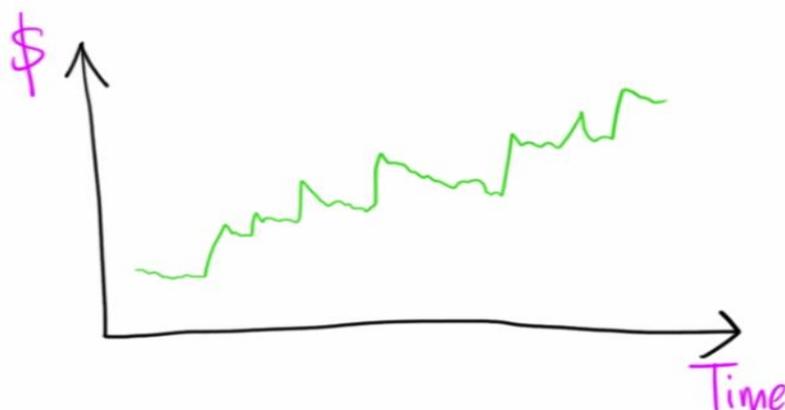


Figura 14: Curva de equidad irregularmente larga

- 2- **Caótica:** La mayoría de las estrategias caen en este tipo de curva de equidad. Cuando nos encontramos con este tipo de curva, debemos buscar patrones a la hora de entender los periodos positivos/negativos ya que la curva no es completamente aleatoria. Podemos comparar las condiciones del mercado en un periodo caótico y compararlo con el estado actual del mercado. Gráficamente, la curva es así:

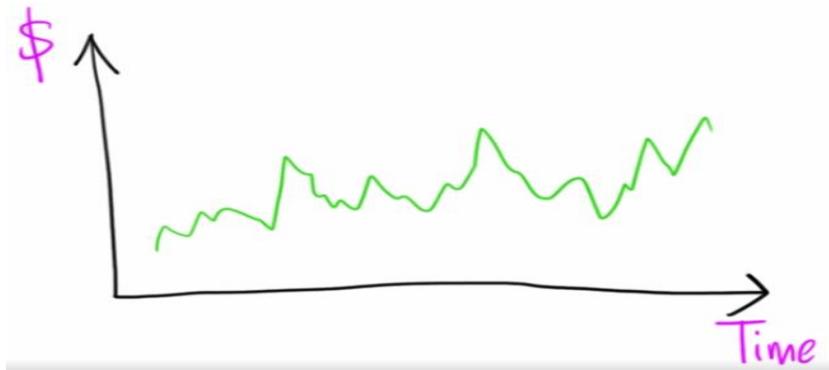


Figura 15: Curva caótica

- 3- **Consistente:** Este son el tipo de curvas que deseamos ya que son las ideales. De media presentan una alta tasa de acierto (mayor al 50%) y no suele caer en clústeres de pérdidas, lo cual significa que no tiene pérdidas consecutivas. Posiblemente hemos capturado una ineficiencia en el mercado la cual es persistente e indiferente a factores macroeconómicos. Este tipo de curva presenta la siguiente forma:

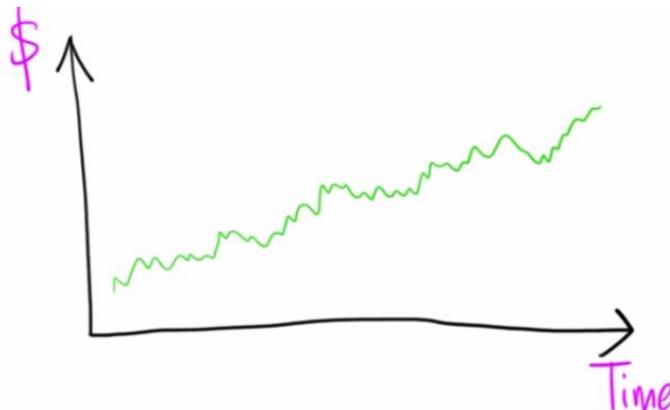


Figura 16: Curva consistente

A la hora de analizar una curva de equidad, destacar que está correlacionada directamente con los tipos de condiciones en el mercado. Así tenemos 4 tipos de condiciones a la hora de predecir y controlar la volatilidad de los mercados. El algoritmo de sizing que implementemos tiene bastante relación con la curva de equidad. Podemos presentar buenos beneficios pero la caída y la incursión en pérdidas puede ser mayor aunque también influyen los controles de volatilidad que tengamos a estas determinadas condiciones del mercado reflejadas en esta matriz:

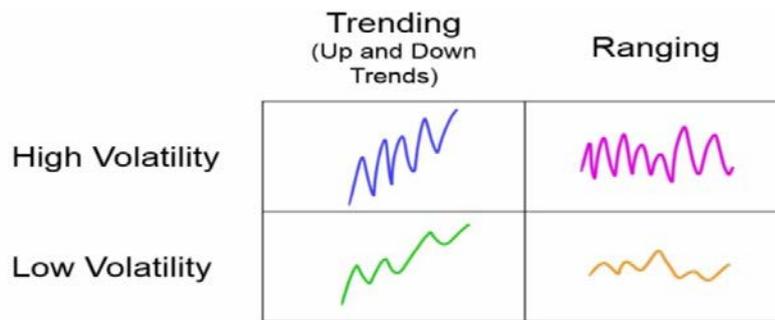


Figura 17: Tipos de curva de equidad según la volatilidad y las tendencias del mercado

3.1.3 ¿Podemos ganar a las grandes firmas?

En el corto plazo resulta difícil contestar a esta pregunta pero no es imposible superar los fondos de cobertura y manejo de los activos de las grandes firmas a largo plazo. Aun así no hay una respuesta directa a esto.

Las grandes firmas poseen millones o billones en capital, equipos experimentados para ejecutar las inversiones, asesores para estructurar de forma adecuada sus carteras (portfolios) diversificando el riesgo, brókeres, analistas, software de última generación así como acceso en tiempo real lo más rápido posible a la información del mercado, de hecho algunos pagan hasta por estar cerca de los centros del mercado electrónico con la finalidad de que les llegue antes la información. Esto es conocido como “Tasa de proximidad”.

En cambio, los pequeños brókeres o personas que empiezan en este mundo suelen tener un ordenador o portátil con un hardware y software normal, programas de software de trading gratis o pagando una cuota no muy alta y no siempre poseen la mejor conexión o el mejor acceso a los datos (ya que en ocasiones hay que pagarlos o limpiarlos para no incurrir en errores).

A primera vista, podríamos decir que es prácticamente imposible tener una posición beneficiosa en el mercado si competimos con empresas que llevan años de experiencia y equipos cualificados para el manejo de los mercados e instituciones financieras. Hay que destacar que el poder de mercado que podemos tener, aunque sea mucho inferior, tiene sus ventajas y desventajas como vamos a ver ahora:

Ventajas

1. *Pequeña capacidad:* Los grandes fondos tienen grandes bases de capital y eso limita el tipo de mercados a los que pueden acceder. Nosotros como brókeres minoristas podemos entrar en dichos mercados que no tienen la suficiente liquidez para ser absorbidos por las grandes firmas.
2. *No tenemos necesidad de invertir determinadas cuantías:* Las grandes firmas tienen órdenes de inversión en determinados mercados que deben seguir. Algunas empresas deben invertir una determinada cantidad si quieren absorber la beta de algunas economías, como la asiática. La beta se refiere al riesgo, es una medida de la volatilidad de un activo (una acción o un valor) relativa a la variabilidad del mercado, de modo que valores altos de Beta denotan más volatilidad y $Beta = 1,0$ es equivalencia con el mercado. Los traders minoristas pueden adaptarse a las condiciones variantes del mercado.

3. *Riesgo de ejecución bajo*: Cuando una gran compañía decide adquirir gran parte de una empresa o incluso absorberla, así como una gran inversión en una divisa porque va a subir o bajar, esto moverá el mercado por la cuantía de la misma. Otros brókeres o compañías se pueden dar cuenta de esto e iniciar inversiones en la misma empresa/divisa. Esto impulsa la subida del precio y eleva el precio de entrada del fondo.

Un minorista, rara vez mueve el mercado. Nadie pone especial interés en lo que hacen otros brókeres a no ser que ocasione un cambio en la dirección del mercado. Ej: Un hombre en Japón desde su casa llegó a ganar 140.6 millones de yenes (unos 1.46 millones de dólares).

4. *Los fondos de inversión experimentan Retirada de Capitales (Capital Withdrawals)*: La retirada de capitales tienden a ser destructivo para la estrategia de inversión. Las retiradas pueden causar al gestor de los fondos a liquidar los valores en cartera para adquirir dinero. Esto es especialmente disruptivo si la liquidación de activos no es líquida ya que el coste de la liquidación es alto (ejecutando la liquidación a precios malos y pagando altos diferenciales de precios de compra/venta [bid-ask spreads])
5. *Revelaciones debido a la regulación de las mismas*: Las grandes compañías deben presentar sus Cuentas Anuales para cumplir con la ley y los “stakeholders” por lo que deben revelar parte de la información de sus valores en cartera. Esto les dificulta a la hora de superar tácticamente el mercado.

Desventajas

- 1- *Impuestos y Spreads (diferenciales) más bajos*: Las grandes firmas tienen mejor poder de negociación y pueden negociar costes de ejecución más bajos. Los minoristas en cambio, tienden a pagar altas comisiones y spreads. En la mayoría de los casos, los brókeres minoristas tienen que tomar/aceptar los precios en lugar de hacer los precios. Como un “precio aceptante”, los minoristas pagan mayores diferenciales (spreads).
- 2- *Mejores servicios y amplia variedad de productos*: Los mayoristas tienen acceso al corretaje preferencial (prime brokerage), otros servicios de soporte (contratación de consultoras y asesorías) y una amplia variedad de productos financieros y valores en cartera para diversificar el riesgo. Los servicios de soporte utilizan información preferencial e inmediata para ejecutar las mejores ofertas para un fondo. Un corredor de bolsa simple, por lo general no puede permitirse todos esos lujos.
- 3- *Información rápida*: Las grandes firmas o fondos de inversión tienen acceso a la información más rápido que el resto de los brókeres minoristas. Comentamos que algunos llegan hasta a pagar por estar lo más cerca posible del ordenador principal que realiza las operaciones de comercio electrónico.
- 4- *Tecnología de última generación*: La infraestructura que ayuda a sus algoritmos de trading suele contar con el software/hardware más potente o eficiente así como la optimización, ejecución y diversificación del riesgo. Ellos pueden entrar en muchas posiciones de compra/venta de diversos instrumentos, divisas, acciones de las cuales un bróker minorista no podría.
- 5- *Apalancamiento financiero o nivel de endeudamiento (Financial Leverage)*: Las empresas suelen tener mejor puntuación crediticia (credit rating) que un inversor medio. Por lo tanto, acceden a mejores préstamos, disposiciones monetarias y los términos de los mismos.

Todo esto son desventajas pero como indicamos en uno de los capítulos anteriores, las empresas o fondos de inversión, al tener mejor software algorítmico y mayor cantidad económica para invertir en activos, divisas, acciones u otros productos/instrumentos financieros, si conocen los algoritmos más utilizados por los brókeres minoritarios así como la media de los “límites de pérdidas/beneficios” podrían incluso mover el mercado de una manera que haga que nuestros algoritmos fallen o sean menos eficientes.

Esto ya se vio reflejado en el Flash Crash del 2010 en el que el índice *Dow Jones Industrial Average* se desplomó cerca de 1000 puntos, aproximadamente un 9 %, para recuperar esa pérdida escasos minutos después. En abril de 2015, Navinder Singh Sarao, un operador con sede en Londres, fue detenido por su presunta participación en el Flash Crash. De acuerdo con los cargos penales presentados por el Departamento de Justicia de los Estados Unidos, Sarao supuestamente utilizó un programa automatizado para generar grandes órdenes de venta, empujando a la baja los precios, que luego canceló para comprar a los precios más bajos del mercado.

Por este motivo, el algoritmo que presentaré más adelante tiene arrays/buffers secretos para esconder dichos valores y evitar (o al menos hacer más difícil) la manipulación de nuestro algoritmo por otros traders de grandes firmas o fondos de inversiones. Aun así, un bróker minoritario debe saber siempre la competencia que va a tener en cada mercado que opera y si hay grandes barreras de entrada/salida del mismo.

3.1.4 Creadores del mercado – Los proveedores de liquidez (ADE)

¿Qué son los creadores del mercado?

Un creador del mercado o proveedor de liquidez es una compañía, individuo, que cotiza tanto a un precio de compra y a un precio de venta de un instrumento o producto financiero mantenido en cartera, con la esperanza de que produzca un beneficio, además de liquidez debido al spread producido por la oferta de puja del mismo. Dicho en otra manera menos técnica: “En los mercados que funcionan dirigidos por precios, los creadores de mercado están obligados a ofrecer un precio de venta al que están dispuestos a vender los activos y un precio de compra al que están dispuestos a comprarlos, otorgando liquidez y fluidez al mercado”.

Tipos de creadores de mercado

En Bolsa, hay unos Creadores de Mercado Designados (Designated Market Makers) los cuales son los encargados en las transacciones de asegurar la liquidez. Estos Creadores de Mercado obtienen ventajas en el trading (como comisiones más bajas) y pueden recibir compensación por su trabajo.

En mercados extrabursátiles [Over-The-Counter (OTC)] como divisas, los bancos grandes (Reserva Federal, Banco Central Europeo) y otros brokers actúan como creadores de mercado, aunque estos hacen los mercados para sus clientes, otros bancos (ej: índice LIBOR) y otros brókeres.

¿Cómo operan/hacen dinero los Creadores de Mercado?

Nosotros compramos al precio de venta (Ask) y vendemos al precio de compra (bid). Los Creadores de Mercado venden al precio de venta (Ask) y compran al precio de compra (Bid).

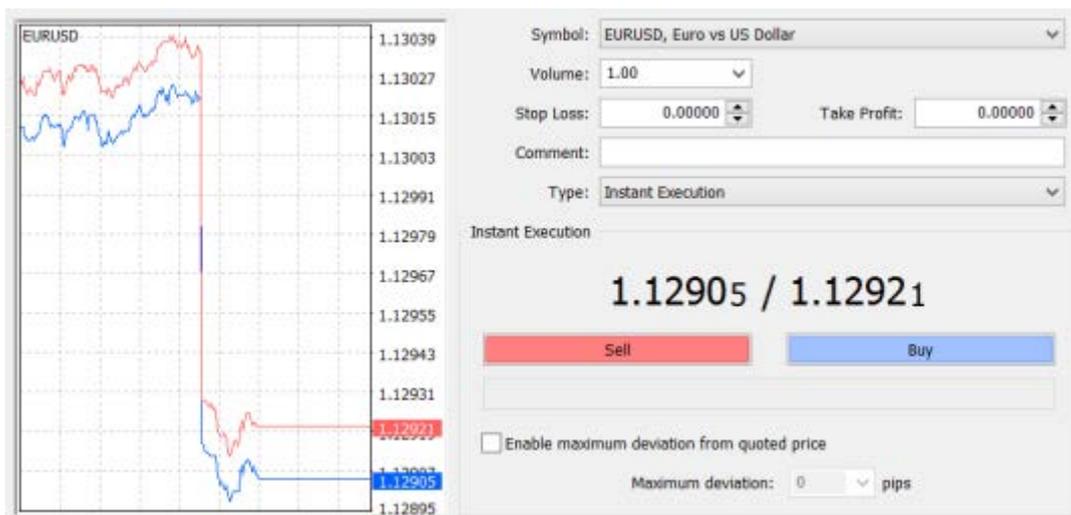


Figura 18: Interfaz para comprar y vender divisas en MT4

En este caso, el Creador de Mercado compra a 1.12905 y vende a 1.12921. Por lo tanto, cuando alguien entra o sale de una transacción, el CM consigue de beneficio 1.6 pips.

Los riesgos de crear el mercado

Puede parecer que los CM hacen dinero de la nada, pero corren riesgos direccionales según la dirección del mercado. Si llega un evento importante (como un anuncio que un activo/divisa va a subir/bajar de precio) acompañado de una cotización de un activo al alza/ a la baja, todo el mundo desea comprar/vender y los CM tienen que venderles/comprarles. Por lo tanto los CM están en una posición corta neta mientras la compañía puede subir/bajar. Los CM tienen que cortar esa posición corta neta de alguna manera o se arriesgan a tener grandes pérdidas.

Uno de los métodos para mitigar dicho riesgo es ampliar el spread. Cuanto más grande sea el spread, más beneficio obtiene el CM. Por eso, durante tiempos de incertidumbre, los spreads crecen significativamente. Ej:



Swiss National Banks unpegged their currency from the Euro on 15 January 2015

Figura 19: Aumento significativo del spread en la paridad EUR/CHF

El Banco Nacional Suizo no ajustó su divisa del euro el 15 de enero de 2015, causando un movimiento de 4000 pips en la paridad EUR/CHF (Imagen presentada). Durante estos días, muchos CM sufrieron pérdidas enormes. Los spreads en la paridad EUR/CHF eran mayores de 100 pips.

¿Podemos ejecutar operar acciones como los CM?

Si utilizamos una plataforma como Metatrader 4, no podremos. En cambio si utilizamos una plataforma de trading más sofisticada (como Trading Technologies o CQC) nos permitirá

conectar a un bróker que nos permite operar como CM siempre que cumplamos con las condiciones determinadas a fin de proveer de liquidez al mercado.

Dicha plataforma apropiada nos permitirá acceso al “Nivel 2” de los datos del mercado (Depth of Market [DOM] o Profundidad del Mercado en español). Este Nivel 2 nos permite:

- Los precios de compra (Bid) más altos: Los 5-10 precios mayores (dependiendo del mercado a tratar) en el que los brokers están dispuestos a pagar por un contrato de compra.
- Los tamaños de compra (Bid): El número de contratos que están disponibles para cada uno de los mayores precios de compra (Bid).
- Los precios de venta (Ask) más bajos: Los 5-10 precios menores (dependiendo del mercado a tratar) en el que los brokers están dispuestos a pagar por un contrato de venta.
- Los tamaños de venta (Ask): El número de contratos que están disponibles para cada uno de los menores precios de venta (Ask).

Aquí lógicamente, los beneficios se pagan y no podremos disparar límites de compra/venta o paradas de compra/venta con la misma facilidad que siendo un bróker minorista, debido a que la intención de un CM es obtener beneficio proveyendo liquidez al mercado y enriqueciéndose debido a los spreads del mercado. En caso de moverse el mercado en nuestra contra, debemos proveer liquidez aun a costa de poder presentar pérdidas en el futuro.

3.1.5 Tasas de swap: Costes durante la noche

Cuando mantenemos una posición a lo largo de la noche, podemos llegar a pagar intereses por nuestras operaciones. Este interés está relacionado con el concepto de tasas de swap. Las tasas de swap son los diferenciales de tipos de interés incorporados en operaciones de divisas.

Ej: Si compramos en la paridad EUR/USD, nosotros estamos pidiendo prestado dólares USD, vendemos dólares estadounidenses, compramos euros con los ingresos y prestamos euros. Haciendo esto, nosotros pagamos intereses en dólares USD que hayamos pedido prestados pero ganamos intereses en los euros que hemos comprado.

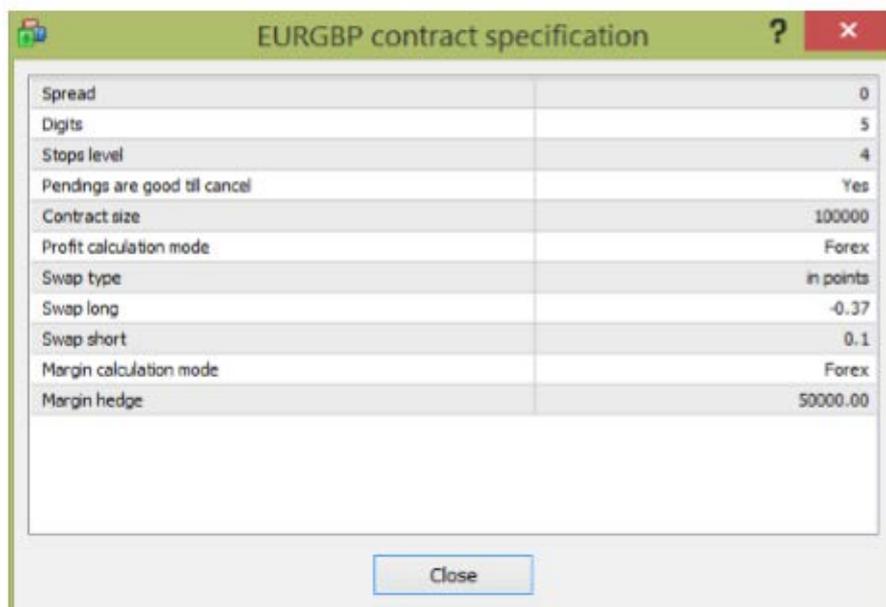
Las tasas de swap son la diferencia neta entre las tasas de interés de los 2 países. Si la tasa es positiva, estamos ganando intereses. Si es negativa, debemos pagar intereses.

Cálculo de la tasa de swap

Los débitos/créditos de swap son calculados de la siguiente manera:

Ingresos/pagos de los intereses en cotización de la segunda divisa (quote currency)=

= Tasa de swap * N° estándar de lot



EURGBP contract specification	
Spread	0
Digits	5
Stops level	4
Pendings are good til cancel	Yes
Contract size	100000
Profit calculation mode	Forex
Swap type	in points
Swap long	-0.37
Swap short	0.1
Margin calculation mode	Forex
Margin hedge	50000.00

Figura 20: Tasas de swap para la paridad EUR/GBP

Caso 1:

Posición larga (compramos) con 2 lots de EURGBP: -0.37 (el mostrado en la imagen) * 2 = -0.74 GBP. Nosotros pagamos 0.74 GBP de intereses por día.

Si nuestra cuenta no estuviese en GBP, debemos convertir -0.74 a la divisa de nuestra cuenta.

Caso 2:

Posición corta (vendemos) con 3.5 lots de EURGBP: 0.1 (mostrado en la imagen) * $3.5 = 0.35$ GBP. Ganamos 0.35 cada día.

Nota: Las tasas de swap no son constantes. Cambian de acuerdo a nuestro bróker, las condiciones del mercado y las tasas de interés de los países.

¿Pueden tan los swap de las posiciones largas y cortas ser negativos?

Sí, es posible. Las instituciones financieras que nos piden prestado y que nos prestan cobran un spread en nuestras tasas. Esto significa que ellos prestan a una tasa alta pero piden prestado a una tasa baja. Esto lo hacen para ganar dinero.

Otro posible motivo es que nuestro bróker tome una parte del swap que debemos cobrar. Esto no es ilegal, por lo tanto hay que controlar las tasas de nuestros bróker y los cambios que pueda ocasionar en los diferentes días y eventos del mercado.

¿Cuándo son calculadas las tasas de swap?

Nuestras tasas de intercambio son calculadas cada día a las 4.59pm horario de Nueva York/11.59 horario de la plataforma MT4 (GMT +2). Las transacciones que hayan sido abiertas antes de las 4.59 y mantenidas abiertas después de dicha hora están sujetas a las tasas de swap. Las tasas de swap son triplicadas los miércoles a las 4.59 para las instituciones financieras preparase para el fin de semana. Estas tasas de swap están sujetas a las vacaciones en los diferentes países y pueden variar.

Tasas de swap y backtesting en MT4

MetaTrader4 no contiene información histórica de las tasas de swap. Cuando ejecutamos un backtest, estamos usando las mismas tasas de swap actuales es decir, justo en ese momento. Esto puede llevar a imprecisiones en los resultados del backtest. Dichas imprecisiones pueden ser corregidas por el número de transacciones, la ocurrencia y la duración de las posiciones largas/cortas aunque no conducen a un análisis de backtest 100% preciso.

3.1.6 Estudio de la Situación Actual

3.1.6.1 Valoración del Estudio de la Situación Actual

La Situación Actual del mercado de divisas es un mercado que funciona como competencia perfecta, debido a la liquidez de las transacciones y la ejecución 24 h de dicho mercado durante los días laborales (lunes a viernes). Para poder obtener beneficios del mercado de divisas debemos hallar una ineficiencia en el mercado y explotarla hasta que esta ineficiencia desaparezca o no sea tan rentable como antiguamente. Podemos tener un robot de trading que ejecute durante muchos días pero llegado a un punto, debido a las condiciones cambiantes del mercado, requerirá de gestión y posiblemente cambios en sus parámetros o en el diseño del mismo para adecuarlo a la competencia.

Destacar que se analiza primero los diferentes productos financieros con los que podemos operar y luego a los principales participantes del mercado.

La información recopilada sobre los diferentes productos financieros nos hizo agrupar los siguientes activos en estos grupos:

- **Bolsa de acciones:** La compra/venta de acciones es uno de los mercados más multitudinarios del planeta en la que las empresas ponen a su disposición participaciones para tras la compra de ellas, participar en los beneficios de la empresa o vendiéndolas a otros actores del mercado. La Bolsa de acciones tiene una competencia importante y feroz debido a que muchas grandes firmas se dedican a ello, además de la incertidumbre generada por las empresas ya que pueden caer/subir sus acciones debido a cambios políticos o económicos dentro de la empresa. Podemos obtener información de las mismas gracias a las Cuentas Anuales de cada una de ellas pero durante el año actual, no disponemos de mucha información más que la información de los años pasados más su cotización. Podemos obtener rumores u otras fuentes de información pero no siempre aciertan y conducen a una conducta especulativa que añade complejidad al desarrollo de un AE para ello. Debido a los motivos citados, se descartó desarrollar un AE para Bolsa.
- **Bonos y Obligaciones del Estado:** La compra/venta de Bonos y Obligaciones del Estado resultaba atractiva solo que tenía un inconveniente: la liquidez. No podemos realizar muchas compra/ventas de Bonos del Tesoro puesto que por lo general los debemos mantener durante x años. En el caso de España, los Bonos oscilan entre 2 y 5 años, mientras que en las Obligaciones es superior a 5 años. Por este motivo, no nos pareció un activo con el que pudiésemos ejecutar HFT.
- **Contratos de futuros (opciones sobre acciones, commodities, etc.):** Las “stock options” y aquellos derivados de contratos de futuros no nos parecieron un buen activo sobre el que podamos invertir puesto que siempre hay incertidumbre sobre la compra/venta de activos en el futuro puesto que pueden subir/caer en los últimos momentos. Estos activos financieros tampoco nos resultaron atractivos a la hora de invertir por la complejidad que añadían a la hora de diseñar un algoritmo bueno capaz de captar beneficios.

Por estos motivos, decidimos invertir en el mercado de divisas, ya que además hay muchas plataformas de trading que nos pueden facilitar ayuda a la hora de obtener los precios así como documentos macroeconómicos sobre las diversas paridades con las que trabajan.

3.1.6.2 Identificación de los Usuarios Participantes en el Estudio de la Situación Actual

Tras haber hablado de los diferentes mercados, procedemos a hablar de los principales actores o jugadores del mercado de divisas, también conocido como “Forex Trading”:

- **Brókeres:** Individuos, grupos de ellos o plataformas que tienen acceso a información especializada, aparte de una mejor correduría debido al tiempo que llevan en el oficio. Son buenos competidores pero tenemos la principal ventaja que las transacciones de los mismos, no suelen mover el mercado. Es decir, no suelen ser capaces de ejecutar grandes órdenes de compra/venta, las cuales podrían desestabilizar el mercado y dotar de ruido o imprecisión a la ejecución de nuestro AE.
- **Grandes firmas:** Competencia importante como hemos indicado en el apartado “¿Podemos ganar a las grandes firmas?”
- **Creadores de Mercado:** Son aquellos encargados de proveer de liquidez al mercado, como especificamos en “*Creadores de mercado- los proveedores de liquidez*”
- **Nuestro propio equipo:** Nosotros seremos los encargados de gestionar este modelo de negocio novedoso en el mundo de las finanzas y del trading automático mediante un equipo especializado tanto en la parte informática como en la parte económica.

3.1.6.3 Descripción de los Sistemas de Información Existentes

Comprobando las empresas que tenemos como competencia tales como *ActivTrades*, *Markets*, *XM* las cuales cotizan en la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV), hemos de destacar que estas empresas se limitan a ofrecer sus productos de trading financiero a los clientes de una forma que puedan invertir con ellos ayudados por sus empleados. Se les da información orientativa de los activos financieros en los que pueden invertir, la cantidad deseada a invertir y tipo de ejecución de las ordenes (ejecución de mercado vs ejecución instantánea) pero no se ayuda al inversor a crear su propio algoritmo. Lógicamente no desearan que el usuario pueda obtener su algoritmo, además de que desean cobrar por el servicio prestado.

Al igual que nosotros, estas empresas poseen aplicaciones para que el usuario se pueda registrar en la página o aplicación designada para tales efectos y se permite un servicio de mediación entre la empresa que pone a disposición el sistema y el usuario.

Nuestro objetivo es ir más allá implicando al usuario en la construcción de su propio AE con una tarea de retroalimentación importante a través del feedback que se puede generar entre todos los usuarios. La idea básicamente es crear un modelo de negocios en el cual nosotros podamos asesorar a los clientes gracias a la ayuda de nuestra metodología de creación de AEs para que sean capaces de crear sus propios robots de trading financiero y ejecutarlos con nuestra ayuda. En caso de que el usuario no tenga conocimientos suficientes de informática o no desee construir su propio AE, les ofreceremos los nuestros. Nuestros AEs presenta un algoritmo que es robusto frente a los otros pero la mayor ventaja competitiva la obtendremos gracias a que nuestra posicionamiento es más discreto que el de grandes empresas. Con esto quiero decir que para hacer más asequible el mundo de las finanzas, permitimos operar en bajas o medias cantidades para favorecer la inversión.

3.2 Estadística y leyes importantes para el trading

En ocasiones debemos ayudarnos de procesos matemáticos estadísticos, así como las leyes o principios que los rigen para poder evaluar nuestras estrategias de cara a que sean estadísticamente significativos y poder ejecutar “backtesting” de las mismas, a fin de evaluar el rendimiento de nuestro algoritmo en el largo plazo. Para ello empezare comentando algunos principios básicos de la estadística:

1- *Significación estadística*: Un resultado o efecto es estadísticamente significativo cuando es improbable que haya sido debido al azar.

El nivel de significación de una prueba estadística es un concepto estadístico asociado a la verificación de una hipótesis. En pocas palabras, se define como la probabilidad de tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula cuando ésta es verdadera. La decisión se toma a menudo utilizando el p-valor: si el valor p es inferior al nivel de significación, entonces la hipótesis nula es rechazada. Cuanto menor sea el valor p , más significativo será el resultado. En términos generales, un valor del 5% o menor es considerado estadísticamente significativo. Dicho de otra manera, el nivel de significación de un contraste de hipótesis es una probabilidad p tal que la probabilidad de tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula - cuando ésta es verdadera - no es mayor que p .

2- *Ley de los grandes números*: En la teoría de la probabilidad, la ley de los grandes números es un teorema que describe el resultado de ejecutar el mismo experimento un gran número de veces. En función de esta regla, la media de resultados obtenida de un número grande de muestras debería estar cercano al valor deseado y tenderá a ser más próximo cuando más experimentos/muestras se realicen.

Dicho de una forma más técnica: Cuando las variables aleatorias tienen una varianza finita, el teorema central del límite extiende nuestro entendimiento de la convergencia de su promedio describiendo la distribución de diferencias estandarizadas entre la suma de variables aleatorias y el valor esperado de esta suma: sin importar la distribución subyacente de las variables aleatorias, esta diferencia estandarizada converge a una variable aleatoria normal estándar.

3- *Teorema Central del Límite (TCL)*: Dicho teorema indica que, en condiciones muy generales, si S_n es la suma de n variables aleatorias independientes y de varianza no nula pero finita, entonces la función de distribución de S_n se aproxima a una distribución normal. El teorema asegura que esto ocurre cuando la suma de estas variables aleatorias e independientes es lo suficientemente grande. A partir de 384 muestras, el teorema se suele cumplir aunque quizás necesitemos más.

Para poder ejecutar backtesting, los resultados de nuestro análisis deben ser estadísticamente significativos. Para ello y basados en la ley de los grandes números, necesitamos un número de operaciones de compra/venta de nuestros resultados de análisis y ser estadísticamente significativos.

Ej: Con una probabilidad de acierto= 60% y una probabilidad de fallo=40%, si utilizamos 5 transacciones y de dichas transacciones, 4 fallan (incurrimos en pérdidas) y 1 acierta

(incurrimos en beneficios). ¿Nuestra probabilidad de acierto es errónea? No tenemos información suficiente ya que nuestra “N” o muestras no son estadísticamente significativas.

En cambio si hacemos 5000 transacciones de las cuales 3000 incurren en beneficios y 2000 en pérdidas, se equivale con la probabilidad dada ya que el experimento ha sido estadísticamente significativo. En caso de no coincidir con estos resultados, quizás necesitemos cambiar nuestra probabilidad de acierto/error ya que a partir de 384 muestras, se puede considerar estadísticamente significativo.

Para nuestro caso necesitaremos muchas más muestras a lo largo del tiempo ya que si no acabaríamos incurriendo en errores. Aun así deberemos utilizar las muestras convenientes según sean las características de nuestro robot de trading.

3.3 Indicadores técnicos

Los indicadores técnicos y osciladores son una de las principales herramientas utilizadas por el análisis técnico. Existen una variedad de indicadores técnicos para el análisis e interpretación de gráficos en el mercado forex. Dichos indicadores son fórmulas matemáticas que cogen información sobre el mercado y lo procesan para dar un resultado final (output). Características de los mismos:

Selección simple de la información

Hay un montón de información en el mercado. Usando el indicador técnico apropiado, somos capaces de seleccionar los datos más importantes, procesarlos y evaluarlos

Proporcionan un entendimiento del mercado

Los indicadores técnicos nos permiten entender el mercado mejor. Ellos procesan información dando un resultado final que nos ayudara a entender el mercado. Podríamos no utilizar indicadores técnicos pero esto sería más tedioso. Ej: Imagina ver a ojo en una gráfica los precios más alto/bajos del mercado en 30 días o periodos de x tiempo (según la franja de tiempo que hayamos seleccionado), puede resultar muy tedioso.

Usando los “Canales de Donchian” (30), podemos obtener la información que queremos.



Figura 21: Canales de Donchian

- Las líneas moradas representan los precios más altos/bajos de los 30 días pasados.
- La distancia entre la línea superior e inferior representa el rango de los precios más altos e inferiores.

Comparación fácil

Utilizando el mismo indicador técnico en 2 o más gráficos nos permiten comparar información fácilmente. En el ejemplo anterior, si utilizamos los “Canales de Donchian” (Periodo de 30 días) en dos diferentes activos podemos comparar el rango de 30 días alto-bajo.

Tipos de indicadores técnicos

Hay 4 tipos de indicadores técnicos:

Momentum

El indicador del momento nos dice si el mercado está empezando a moverse en una dirección determinada. Ej: Medias de movimiento, MACD (Moving Average Convergence Divergence) o, en su traducción al español, Convergencia/Divergencia del Promedio Móvil.

Osciladores

Los osciladores nos dicen si el mercado está cerca de sus puntos más altos o bajos. Ej: RSI (Relative Strength Index o Indicador de Fuerza Relativa), Oscilador estocástico.

Volatilidad

Los indicadores de volatilidad nos dan información acerca de la volatilidad en el mercado. Ej: ATR (Average True Range o Rango Verdadero Medio) y las bandas de Bollinger.

Basados en el volumen

Los indicadores basados en el volumen usan volúmenes de datos de manera independiente o con otros tipos de datos el mercado. Ej: Money Flow Index (MFI), o en su traducción al español, Índice de Flujo del Dinero, Balance de Volúmenes (On Balance Volume, OBV)

Aplicaciones en el trading

Ahora que sabemos lo que es un indicador, debemos diferenciar dos pasos a la hora de utilizarlos:

- 1) Entender el tipo de ineficiencia presente en el mercado que queremos capturar

Una vez que sabemos el tipo de ineficiencia, debemos seleccionar el tipo de indicador técnico que resulte más adecuado para dicha ineficiencia. Ej: Si queremos calcular tendencias de reversión a la media, necesitaremos un oscilador.

- 2) Seleccionamos el indicador técnico más apropiado y el recuento de periodos

Si seguimos el ejemplo anterior, necesitaremos seleccionar el oscilador más apropiado para nuestro robot. Esto requiere comprender las fórmulas matemáticas de nuestro oscilador.

Tras haber seleccionado el indicador técnico, necesitaremos seleccionar el recuento de periodos. Ej: Tener un RSI (15) o un RSI (100) nos dice una historia completamente diferente en cada caso. El recuento de periodos depende de la ineficiencia que estamos capturando.

Siguiendo el ejemplo de las tendencias de reversión a la media, si las queremos analizar en el corto plazo, deberemos seleccionar un recuento de periodos menor y viceversa, si las queremos analizar en el largo plazo, deberemos seleccionar un recuento de periodos mayor.

3.4 Tipos de órdenes

Como hemos visto podemos ejecutar órdenes de compra y venta intentando conseguir el mejor precio. Aunque hay 2 tipos de órdenes: Límites y paradas.

Órdenes de límite (Limit Orders)

Límite de compra: Es una orden pendiente para comprar activos por razones de seguridad a un precio menor que el original. La orden será ejecutada si el precio de venta (Ask) alcanza o cae por debajo del precio asignado en la orden pendiente.

Límite de venta: Es una orden pendiente para ventas activos por razones de seguridad a un precio mayor que el original. La orden será ejecutada si el precio de compra (Bid) alcanza o asciende por encima del precio asignado en la orden pendiente.

Órdenes de parada (Stop Orders)

Parada de compra: Es una orden pendiente para comprar activos por razones de seguridad a un precio mayor que el original. La orden será ejecutada si el precio de venta (Ask) alcanza o asciende por encima del precio asignado en la orden pendiente.

Parada de venta: Es una orden pendiente para vender activos por razones de seguridad a un precio menor que el original. La orden será ejecutada si el precio de compra (Bid) alcanza o cae por debajo del precio asignado en la orden pendiente.



Figura 22: Límites y paradas de compra/venta

Codificando una orden pendiente

Estos son los ejemplos de código correspondientes a las órdenes pendientes:

Buy Limit

```
Ticket = OrderSend(Symbol(), OP_BUYLIMIT, Lots, Ask, Slippage, StopLossLevel,  
TakeProfitLevel, "Buy(#" + MagicNumber + ")", MagicNumber, 0, DodgerBlue);
```

Sell Limit

```
Ticket = OrderSend(Symbol(), OP_SELLLIMIT, Lots, Bid, Slippage, StopLossLevel,  
TakeProfitLevel, "Buy(#" + MagicNumber + ")", MagicNumber, 0, DodgerBlue);
```

Buy Stop

```
Ticket = OrderSend(Symbol(), OP_BUYSTOP, Lots, Ask, Slippage, StopLossLevel,  
TakeProfitLevel, "Buy(#" + MagicNumber + ")", MagicNumber, 0, DodgerBlue);
```

Sell Limit

```
Ticket = OrderSend(Symbol(), OP_SELLSTOP, Lots, Bid, Slippage, StopLossLevel,  
TakeProfitLevel, "Buy(#" + MagicNumber + ")", MagicNumber, 0, DodgerBlue);
```

Nota: *StopLossLevel* y *TakeProfitLevel* son niveles de precios, no pips. Hay que tener en cuenta de reflejar el nivel correcto de los precios. Ej: Si una orden límite de compra está en 1.2345 con 60 pips de “Take Profit” y 30 pips de “Stop Loss”, deberíamos tomar como entrada un nivel de Take Profit “TakeProfitLevel” de 1.2405 y un nivel de Stop Loss “StopLossLevel” de 1.2315.

De órdenes pendientes a órdenes de mercado

- Las ordenes pendientes de límite de compra “BuyLimit” y parada de compra “BuyStop” son modificadas para ser convertidas a órdenes de mercado, si el último precio conocido de tipo venta (Ask) alcanza el precio requerido para ejecutar la orden.
- Las ordenes pendientes de límite de venta “SellLimit” y parada de venta “SellStop” son modificadas para ser convertidas a las órdenes de mercado, si el último precio conocido de tipo compra (Bid) alcanza el precio requerido para ejecutar la orden.

Esto tiene dos implicaciones:

1. Nosotros siempre compramos al precio de venta (Ask) y vendemos al precio de compra (Bid). Para poder comprar al precio de compra (Bid) y vender al precio de venta (Ask), necesitaremos un bróker y una plataforma que nos permita ver y poner órdenes en nuestro libro de órdenes.

2. El “Slippage” puede ocurrir. Recordar que el “Slippage” es la diferencia entre el precio previsto de una transacción y el precio en el que la transacción tiene lugar. Ocurre en periodos de gran volatilidad en el mercado.

El Slippage ocurre entonces cuando nuestra orden es ejecutada a un precio peor que el especificado. En dichos periodos de alta volatilidad, un precio de mercado puede saltar de forma brusca y traspasar el precio de nuestra orden pendiente. Esto puede causar que ejecutemos la orden a un precio mucho peor. Gráficamente sucedería algo así:



Figura 23: Ejemplo de Slippage en gráfico de candelabros

Podemos observar, que el pico de la gráfica que va en dirección descendente causa que ejecutemos la orden a un precio peor. Cuando el precio traspasa el nivel de la parada de venta (Sell Stop), la orden se convierte en una orden de mercado. En este caso, el precio cae precipitadamente. Es normal que nadie quiera comprar cuando el precio cae de forma tan abrupta, por lo que tendremos que ejecutar la orden de venta a un precio mucho menor que el que habíamos diseñado en nuestro “Sell Stop”. Esta diferencia de precio entre el precio de parada de venta y el precio al que finalmente es ejecutada es conocida como *Slippage*. En este ejemplo obtenemos un Slippage negativo pero también puede ser positivo.

3.4.1 Enviar órdenes – Ejecución instantánea vs ejecución de mercado (ADE)

Ejecución de mercado

El bróker rellenara tu orden con el mejor precio disponible. Eso quiere decir que nuestra orden será rellenada con el siguiente precio disponible. En mercados volátiles, el siguiente precio disponible será incierto. El bróker no puede garantizar que una orden sea rellenada con el precio que podemos predecir en las gráficas. El relleno de las órdenes requiere de tiempo, y en un momento dado, los precios pueden haberse movido.

Implicaciones

Los spreads cambian de acuerdo a las condiciones del mercado. Desde que los precios de compra (bid) y los precios de venta (ask) son determinados por el mercado, dichos precios tienden a dilatarse en los periodos de baja liquidez y a estrecharse en los periodos de alta liquidez.

La diferencia entre el precio al que deseamos rellenar la orden y el precio al que realmente es rellenado/realizado es el “Slipage” como indicamos en apartados anteriores. Cuando empleamos un borker que usa ejecución de mercado, nos podemos encontrar con un gran “Slipage”.

Desde que los precios a ser completados no están garantizados, los brokers que usan las órdenes de mercado no nos permitirán colocar toma de ganancias (Take Profits) o parada de pérdidas (Stop Loss) cuando nosotros enviamos nuestras órdenes. Los TP y SL serán introducidos una vez la orden haya sido rellenada. Aquí tenemos un ejemplo más gráfico de lo que sucede:

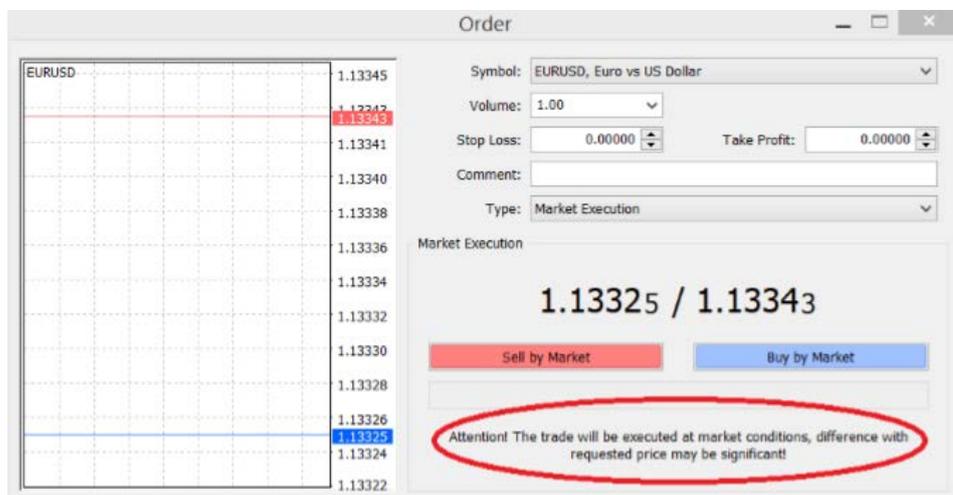


Figura 24: Ejemplo de ejecución de mercado en MT4

Tipo de bróker

Los brókeres que emplean ejecuciones de mercado son conocidos como Electronic Communication Network (ECN) o traducido al español, Red de Comunicación Electrónica. Estos brókeres no son CM (Creadores del Mercado). Ellos hacen coincidir nuestras transacciones con las participantes del mercado tales como bancos, CMs y otros jugadores. Los brókeres que emplean ejecución de mercado ignoran como parámetro de entrada el

Slippage en nuestra función de Ordersend (). Podemos concluir diciendo que en estos casos, no tenemos protección frente al Slippage.

Ejecución instantánea

Nuestro bróker (el cual es CM) hace precios y toma nuestra orden. Nosotros compramos, ellos venden y viceversa. La ejecución instantánea no rellenará nuestra orden si nuestro precio no está disponible. Cuando esto sucede, nuestro bróker nos mandará una recotización. Esto significa que el bróker rechaza nuestra orden y nos ofrece ejecutar nuestra orden a un nuevo precio (suele ser peor que el introducido).

Implicaciones

Los spreads son normalmente fijos. Dado que los precios de compra (Bid) y los precios de venta (Ask) son determinados por el bróker, los spreads suelen mantenerse constantes en diferentes condiciones del mercado.

Cuando trabajamos con ejecución instantánea, se nos permite arreglar nuestro límite de “Slippage”. Si el precio de compra y el precio de venta se mueven más allá de nuestro límite, la orden no será llevada a cabo.

Dado que los precios de relleno son inciertos, los brókeres usan la ejecución instantánea para permitirnos poner como parámetros de entrada la toma de ganancias (Take Profit) y la parada de pérdidas (Stop Loss) cuando nosotros enviamos nuestras órdenes. Los brókeres que ejecutan órdenes de ejecución instantánea o inmediata son conocidos como Creadores del Mercado (CM o Market Makers). Visto de una forma más gráfica:

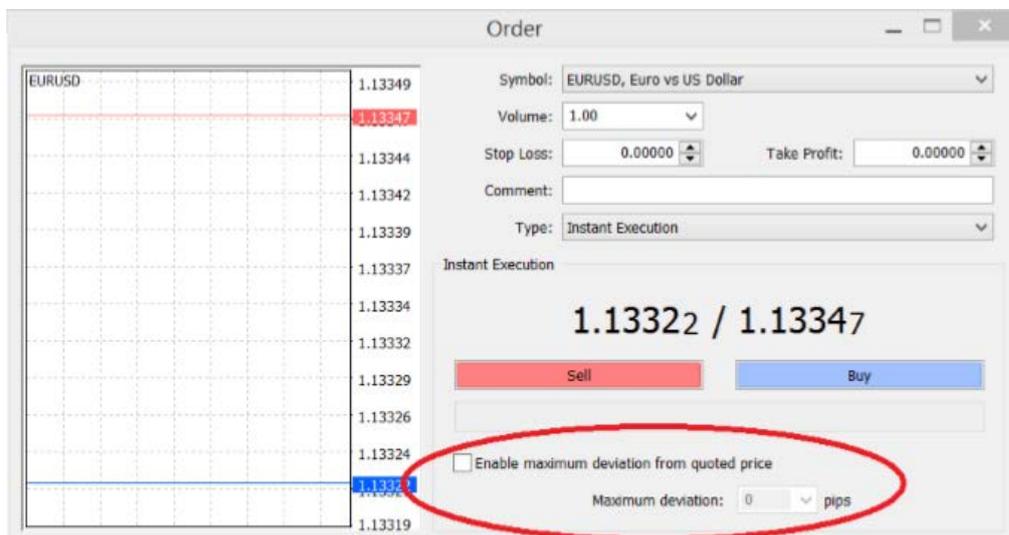


Figura 25: Ejemplo de ejecución instantánea en MT4

NOTA: Debemos informarnos de que tipo es nuestro bróker si CM o ECN, debido a las causas anteriormente citadas. En el algoritmo de trading también debemos hacer una distinción para estos dos tipos.

3.5 Parada de punto muerto (Breakeven Stop) (ADE)

Una parada de punto muerto es un tipo especial de parada donde el nivel de parada (Stop Level) se mueve hasta el precio de apertura de la orden si el precio actual del mercado se mueve a nuestro favor en una cantidad determinada. Su objetivo es prevenir pérdidas si uno se queda parado.

Tipos de paradas de punto muerto

Tipo 1: El Salto

Movemos la parada dura (Hard Stop) al precio de apertura de la orden cuando el precio del mercado se mueve a nuestro favor por una cantidad específica (el buffer de punto de equilibrio [breakeven buffer]). En esta gráfica podemos ver como la parada de pérdidas (Stop Loss) se mueve hasta el precio de apertura cuando el precio del mercado se mueve en favor de nuestro buffer del punto muerto (Breakeven Buffer).

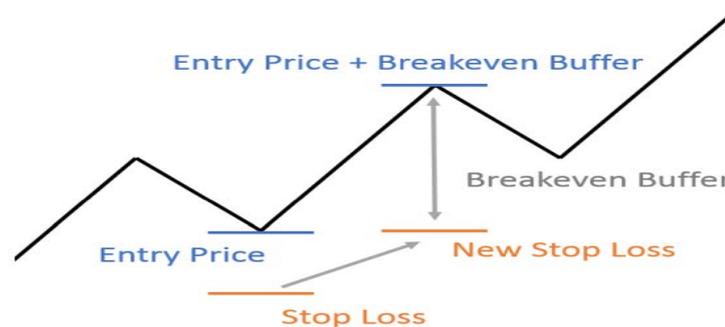


Figura 26: Parada de punto muerto de tipo "Salto"

Tipo 2: La parada de Semi-Trailing del punto de equilibrio/muerto

La parada del punto muerto es implementada como un tipo especial de "Trailing Stop" donde el nivel de parada no puede subir más de un precio de apertura.

Beneficios de los puntos muertos/ de equilibrio

A ser sinceros, no hay unos beneficios reales a la hora de implementar un punto muerto en nuestro Asesor Experto. Cuando introducimos una parada de pérdidas (Stop Loss) está actuará como: 1) Buffer de ruido y 2) Posición segura frente a fallos. El punto de equilibrio no consigue lo primero 1) y no es necesario para lo segundo 2). ¿Entonces cuáles son realmente sus beneficios y problemas vistos desde un modo práctico?

Psicológico

Algunos comerciantes o jugadores del mercado creen que una parada de punto muerto beneficia a su psique. Les relaja y pueden pensar con más claridad. Aun así, esto visto desde el punto financiero no es del todo útil.

Cuando deseamos "jugar" en la Bolsa, siempre hay ganadores y perdedores. A un buen bróker no debe afectarle (hasta cierto punto) su cuenta de Pérdidas y Ganancias a la hora de diseñar un AE. Si un jugador tiene problemas con su psicología de "trading", debe trabajar en

eso en lugar de ajustar su estrategia de trading a su psique, ya que no siempre podrá captar 100% las ineficiencias del mercado.

Protección del capital

Si una parada de punto muerto nos salva de 50.000 \$ en pérdidas potenciales pero también resulta en una pérdida potencial de 200.000 \$ en beneficios, es una decisión neta de -150.000 \$.

Debemos considerar como nuestras paradas de punto muerto afectan tanto a nuestras pérdidas como a nuestras ganancias. Si nos ceñimos a los apartados definidos previamente, este tipo de decisiones tienen que ver con la prudencia de mercado y el buffer de ruido. El punto de equilibrio no tiene importancia ni en uno ni en otro.

Manejo de las transacciones

Aplicado a lo visto anteriormente, ¿qué sucede si mis operaciones han tenido grandes e inesperados beneficios? Un movimiento hacia atrás (que resulte en pérdidas) hacia el punto de equilibrio es una señal de que las razones para seguir con esas operaciones ya no están justificadas, por lo que deberíamos salir.

Sí, efectivamente debemos salir de la posición pero esto no nos lo debe decir una parada del punto muerto sino una parada de arrastre (Trailing Stop) para identificar dicha señal entre el ruido.

Parada de punto muerto/de equilibrio secreta (Hidden Breakeven Stop)

La parada del punto muerto secreta es similar a las paradas duras secretas (Hidden Hard Stops). Nosotros no mandamos tampoco nuestras paradas del punto muerto usando la función OrderSend (). Los implementamos de la misma manera que implementamos nuestro nivel de paradas duras secretas (Hidden Hard Stops). Lo veremos más adelante a la hora de explicar el código con más detenimiento.

3.6 Identificación de Requisitos

Tras haber definido algunas de las características del modelo de negocios que queremos seguir, procedemos a identificar los requisitos desde el punto de vista de la Ingeniería del Software para conseguirlos.

Para la ayuda en la identificación de los requisitos nos ayudaremos de una tabla básica de requisitos software como la siguiente:

Identificador: IR-RX-xx	
Nombre:	
Prioridad:	Fuente:
Necesidad:	Verificabilidad:
Descripción:	

Para la catalogación de los requisitos del sistema, debemos diferenciar entre los 2 principales requisitos de la Ingeniería del Software:

- **Requisitos funcionales:** Declaraciones de servicios y funcionalidades que proveerá el sistema. En ellos obtenemos los siguientes requisitos:
 - o *RF-RS-xx*: Categoría “Sistema”.
 - o *RF-RP-xx*: Categoría “Programador”
 - o *RF-RC-xx*: Categoría “Cliente”
 - o *RF-RA-xx*: Categoría “Administrador”
 - o *RF-RE-xx*: Categoría “Economista”

- **Requisitos no funcionales:** Declaraciones de las propiedades emergentes del sistema y que no tienen que ver con las funciones específicas que entrega el sistema:
 - o *RNF-RS-xx*: Categoría “Seguridad”
 - o *RNF-RBDD-xx*: Categoría “Bases de Datos”
 - o *RNF-RI-xx*: Categoría “Interfaz”
 - o *RNF-RR-xx*: Categoría “Rendimiento”
 - o *RNF-RIM-xx*: Categoría “Implementación”
 - o *RNF-RA-xx*: Categoría “Accesibilidad”

La descripción de los requisitos está realizado en función del modelo de IEEE, el cual contará con las siguientes características:

- **Identificador:** Los requisitos tendrán un identificador que contiene caracteres alfanuméricos, el cual nos proporcionará la identificación unívoca de un requisito.
- **Nombre:** El nombre es el resumen del requisito que queremos describir.
- **Prioridad:** La prioridad hace referencia a la importancia o necesidad del requisito. Podemos catalogarla en :
 - o *Alta*: Si es requisito es indispensable para el buen funcionamiento del sistema o la aplicación del mismo.
 - o *Media*: Si el requisito es conveniente que aparezca en la aplicación aunque no sea totalmente necesario

- *Baja*: El requisito no es imprescindible para el buen funcionamiento del sistema
- **Fuente**: Se refiere al origen del requisito, es decir la información necesaria para realizar el requisito. En las fuentes podemos tener al: Cliente, Programador, Administrador, Economista y Gestor de BBDD.
- **Necesidad**: Nos indica el grado de requerimiento y urgencia con la que el requisito debería estar presente en el software. Podemos catalogarlo en:
 - Alta: La aplicación o sistema debe contener el requisito
 - Media: La necesidad del requisito no precisa su inclusión necesaria pero queda mejor añadirlo
 - Baja: El requisito puede aparecer u omitirse.
- **Verificabilidad**: Indica si el requisito puede ser comprobado que se cumple.
- **Descripción**: Breve explicación del contenido del requisito, de manera que el receptor pueda entenderlo.

3.6.1 Catalogación de Requisitos

Tras la descripción del estándar IEEE para agrupar los requisitos funcionales y no funcionales que va a utilizar nuestro sistema, procedemos a su catalogación:

Requisitos funcionales:

Sistema

Identificador: RF-RS-01	
Nombre: Registro de cliente	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: La aplicación debe permitir el registro de un nuevo cliente en la aplicación mediante un formulario en el que nos dará sus datos, elegirá un nombre de usuario y contraseña para poder entrar en el sistema. La activación de su cuenta será con la confirmación del mensaje que le mandaremos a su correo electrónico.	

Tabla 1: Requisito funcional “Registro de cliente”

Identificador: RF-RS-02	
Nombre: Inicio sesión cliente	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El cliente tras haber hecho el registro para identificarse en la aplicación debe ser capaz de iniciar sesión para acceder a las funcionalidades del sistema.	

Tabla 2: Requisito funcional “Inicio sesión cliente”

Identificador: RF-RS-03	
Nombre: Acceso solo usuarios registrados	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: Aquellos usuarios que no estén registrados, no podrán acceder a la aplicación como medida de seguridad con los usuarios registrados.	

Tabla 3: Requisito funcional “Acceso solo usuarios registrados”

Identificador: RF-RS-04	
Nombre: Baja de cliente	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El cliente podrá darse de baja en el momento que no quiera seguir usando el servicio con la correspondiente eliminación de todos sus datos de las BBDD a excepción del correo electrónico para si quiere recibir notificaciones nuestras o volver a activar su cuenta	

Tabla 4: Requisito funcional “Baja de cliente”

Identificador: RF-RS-05	
Nombre: Salir de sesión cliente	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El cliente podrá cerrar su sesión cuando lo desee de modo que su perfil no podrá ser accedido hasta que vuelva a introducir su nombre de usuario y contraseña	

Tabla 5: Requisito funcional “Salir de sesión de cliente”

Administrador

Identificador: RF-RA-01	
Nombre: Formulario de registro	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El cliente nos deberá rellenar un formulario en el cual nos indica si desea desarrollar su propio AE o si en cambio desea invertir con uno de los nuestros. Además de esta información nos deberá rellenar el tipo de perfil que tiene, cuánto desea invertir, qué posición frente al riesgo de capital quiere tener, etc. Dicho formulario será pasado al administrador	

Tabla 6: Requisito funcional “Formulario de registro”

Identificador: RF-RA-02	
Nombre: Aceptación de contrato y términos legales	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: En caso de que el cliente desee abrir una cuenta con dinero real (se le da la posibilidad de abrir una con dinero ficticio también) deberá cumplimentar un contrato a fin de normalizar nuestra relación laboral. Este contrato será pasado al administrador con el fin de regular el contrato.	

Tabla 7: Requisito funcional “Aceptación de contrato y términos legales”

Identificador: RF-RA-03	
Nombre: Apertura de cuenta en MetaTrader4	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El cliente al rellenar su información financiera y el tipo de inversor que desea ser, se procederá a abrirle una cuenta a través de nosotros en MetaTrader4. Esta cuenta podrá ser accedida por el usuario y por nosotros a fin de realizar labores de asesoramiento y amparándole con la Ley de Protección de Datos.	

Tabla 8: Requisito funcional “Apertura de cuenta en MetaTrader4”

Identificador: RF-RA-04	
Nombre: Sacar beneficios/perdidas de cuenta en MetaTrader4	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: Cuando el cliente desee retirar sus fondos correspondientes, cobraremos la comisión correspondiente e indicaremos su tributación correspondiente dependiendo de sus beneficios/pérdidas a fin de cumplir el marco legal vigente por la ley española.	

Tabla 9: Requisito funcional “Sacar beneficios/perdidas de cuenta en MetaTrader4”

Programador

Identificador: RF-RP-01	
Nombre: Acceso al código del AE	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El programador podrá acceder a los algoritmos correspondientes a los códigos de los AEs del usuario con el fin de ejecutar mantenimiento y supervisión de errores con la ayuda del sistema gestor de datos de la aplicación y MetaEditor.	

Tabla 10: Requisito funcional “Acceso al código del AE”

Identificador: RF-RP-02	
Nombre: Modificación del código del AE	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El programador podrá modificar los algoritmos correspondientes a los códigos de los AEs de un usuario siempre que este último haya dado su consentimiento. Se valdrá de la ayuda del sistema gestor de datos de la aplicación y MetaEditor.	

Tabla 11: Requisito funcional “Modificación del código del AE”

Identificador: RF-RP-03	
Nombre: Solucionar errores de compilación	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: Si el cliente ha solicitado una solución de errores, el programador solucionará los problemas de código del usuario. Al finalizar, enviará el código al usuario para su comprobación y compilación en caso de que esté de acuerdo con el producto final.	

Tabla 12: Requisito funcional “Solucionar errores de compilación”

Identificador: RF-RP-04	
Nombre: Programar optimización AE	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: Si el cliente ha solicitado una optimización con unos parámetros dados, el programador dará una solución óptima al código. En caso de poder producirse una optimización sobre el código, se le enviará el código optimizado al usuario.	

Tabla 13: Requisito funcional “Programar optimización AE”

Economista

Identificador: RF-RE-01	
Nombre: Dar reporte de informe económico	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta

Descripción: Metatrader al ejecutar el AE designado por el usuario emite un informe económico sobre las transacciones realizadas que será compartido con nosotros para nuestro análisis. Una vez revisado por el economista, dará un informe sobre las condiciones del mercado en las que ha acertado/fallado el AE tanto al usuario como al programador para ver la robustez del AE.

Tabla 14: Requisito funcional “Dar reporte de informe económico”

Identificador: RF-RE-03	
Nombre: Dar reporte de optimización	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El economista a través de la aplicación podrá dar un informe económico al usuario sobre el informe de optimización que ha realizado indicando los puntos fuertes/débiles de la estrategia de optimización solicitada.	

Tabla 15: Requisito funcional “Dar reporte de optimización”

Cliente

Identificador: RF-RC-01	
Nombre: Backtesting del AE	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El cliente podrá ejecutar sus AEs con el “Testeador de Estrategias” de MT4 para realizar un análisis de backtesting a fin de comprobar la eficacia de su robot.	

Tabla 16: Requisito funcional “Backtesting del AE”

Identificador: RF-RC-02	
Nombre: Ejecución de optimización del AE	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El cliente podrá realizar su informe de optimización de sus AEs con el “Testeador de Estrategias” para realizar análisis de backtesting con el fin de analizar los parámetros más relevantes de su AE	

Tabla 17: Requisito funcional “Ejecución de optimización del AE”

Identificador: RF-RC-03	
Nombre: Solicitar información económica	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente

Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: A través de la aplicación, el usuario podrá solicitar información de la paridad de la divisa que desea invertir además de un informe por parte de un economista especializado.	

Tabla 18: Requisito funcional “Solicitar información económica”

Identificador: RF-RC-04	
Nombre: Solicitar optimización del AE	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El usuario podrá solicitar al sistema que quiere una optimización sobre el código de su AE indicando los parámetros a optimizar. Una vez pasada el informe de optimización que desea, será entregado al economista y programador para a través de MT4 efectuar la optimización correspondiente.	

Tabla 19: Requisito funcional “Solicitar optimización del AE”

Identificador: RF-RC-05	
Nombre: Ejecución del AE en “Live Trading”	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El usuario podrá ejecutar trading en vivo con dinero real gracias a su AE aunque nuestra empresa no se responsabiliza de los beneficios/pérdidas ocasionados por aquellos AEs que no hayan sido previamente analizados y verificados por nuestra parte.	

Tabla 20: Requisito funcional “Ejecución del AE en Live Trading”

Identificador: RF-RC-06	
Nombre: Acceso al código de su AE	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El usuario podrá acceder a los algoritmos correspondientes a los códigos de sus AEs con la ayuda del sistema gestor de datos de la aplicación y MetaEditor.	

Tabla 21: Requisito funcional “Acceso al código de su AE”

Identificador: RF-RC-07	
Nombre: Modificación del código de su AE	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El usuario podrá modificar los algoritmos correspondientes a los códigos de sus AEs con la ayuda del sistema gestor de datos de la aplicación y MetaEditor.	

Tabla 22: Requisito funcional “Modificación del código de su AE”

Identificador: RF-RC-08	
Nombre: Compilación del código de su AE	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El usuario podrá compilar el código correspondiente de su AE gracias al MetaEditor.	

Tabla 23: Requisito funcional “Compilación del código de su AE”

Identificador: RF-RC-09	
Nombre: Solicitud de creación y asesoramiento de AEs	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El usuario podrá solicitar la creación de un AE tanto como el asesoramiento para la construcción de un AE por su cuenta.	

Tabla 24: Requisito funcional “Solicitud de creación y asesoramiento de AEs”

Identificador: RF-RC-10	
Nombre: “Live trading” con nuestros AEs	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El cliente podrá solicitar la ejecución de uno de los AEs de nuestra empresa para ejecutar trading en vivo. Se ejecutará desde su cuenta de MetaTrader4 para que pueda ver su balance y las transacciones que se están realizando pero no podrá acceder a nuestro código con el fin de proteger nuestra propiedad intelectual. Una vez ejecutado, el economista le explicará todos los aspectos relevantes para asesorar al usuario	

Tabla 25: Requisito funcional “Live trading con nuestros AEs”

Identificador: RF-RC-11	
Nombre: Solicitud de parada de trading	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El cliente tendrá garantizado la posibilidad de parar el trading automático del AE cuando desee.	

Tabla 26: Requisito funcional “Solicitud de parada de trading”

Requisitos no funcionales:

Seguridad

Identificador: RNF-RS-01	
Nombre: Seguridad del sistema	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: La aplicación y la base de datos tendrán un sistema de seguridad que evite vulnerabilidades y ataques informáticos.	

Tabla 27: Requisito no funcional “Seguridad del sistema”

Identificador: RNF-RS-02	
Nombre: Seguridad de los datos del cliente	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: Los datos del cliente cumplirán la “Ley de Protección de Datos” para evitar usos fraudulentos de los mismos.	

Tabla 28: Requisito no funcional “Seguridad de los datos del cliente”

Bases de Datos

Identificador: RNF-RBBDD-01	
Nombre: Datos persistentes	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: Todos los datos que nos proporcionen los usuarios así como la propia información de la aplicación será almacenado en una BBDD	

Tabla 29: Requisito no funcional “Datos persistentes”

Identificador: RNF-RBDD-02	
Nombre: Conectividad BBDD	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: La conectividad a la BBDD debe ser constante y funcionar correctamente.	

Tabla 30: Requisito no funcional “Conectividad BBDD”

Identificador: RNF-RBDD-03	
Nombre: Integridad de los datos	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: Los datos que registrará la BBDD deben ser validados por el administrador mediante los formularios	

Tabla 31: Requisito no funcional “Integridad de los datos”

Identificador: RNF-RBDD-03	
Nombre: Gestión BBDD	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: La Base de Datos requerirá de gestión en intervalos continuados de tiempo por el gestor de la misma para garantizar que no degenera ocasionando falta de espacio.	

Tabla 32: Requisito no funcional “Gestión BBDD”

Interfaz

Identificador: RNF-RI-01	
Nombre: Interfaz de la aplicación	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: La interfaz debe cumplir las “Heurísticas de Nielsen” a fin de proporcionar una interfaz intuitiva y fácil de utilizar por parte de los usuarios.	

Tabla 33: Requisito no funcional “Interfaz de la aplicación”

Rendimiento

Identificador: RNF-RR-01	
Nombre: Estabilidad del sistema	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El sistema debe ser estable, garantizando su utilización ininterrumpidamente y en caso de congelación o parada del sistema debe ser inferior a 45 segundos.	

Tabla 34: Requisito no funcional "Estabilidad del sistema"

Identificador: RNF-RR-02	
Nombre: Concurrencia del sistema	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El sistema debe permitir una cantidad adecuada de usuarios registrados así como del acceso a informes, solicitudes y otros datos.	

Tabla 35: Requisito no funcional "Concurrencia del sistema"

Identificador: RNF-RR-03	
Nombre: Fiabilidad del sistema	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: El sistema no puede permitir errores y en caso de producirse los mismos, darles solución en el menor tiempo posible.	

Tabla 36: Requisito no funcional "Fiabilidad del sistema"

Implementación

Identificador: RNF-RIM-01	
Nombre: Sistema Operativo	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: La aplicación desarrollada se podrá ejecutar en Windows y en ¿Android? Se descartan por el momento Mac OS y Linux.	

Tabla 37: Requisito no funcional "Sistema Operativo"

Identificador: RNF-RIM-02	
Nombre: Lenguajes de programación	
Prioridad: Alta	Fuente: Desarrolladores
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: La aplicación estará desarrollada en JAVA, el AE en lenguaje MQL4 característico de la plataforma MT4, y la BBDD en SQL	

Tabla 38: Requisito no funcional “Lenguaje de programación”

Identificador: RNF-RIM-03	
Nombre: Actualizaciones	
Prioridad: Alta	Fuente: Desarrolladores
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: La aplicación constará de actualizaciones cada cierto tiempo para solucionar problemas o modernizar el Sistema de Información.	

Tabla 39: Requisito no funcional “Actualizaciones”

Identificador: RNF-RIM-04	
Nombre: Mantenimiento	
Prioridad: Alta	Fuente: Desarrolladores
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: La aplicación tendrá un constante mantenimiento asegurando las funcionalidades de la aplicación.	

Tabla 40: Requisito no funcional “Mantenimiento”

Accesibilidad

Identificador: RNF-RA-01	
Nombre: Autenticación según rol	
Prioridad: Alta	Fuente: Cliente y Desarrolladores
Necesidad: Alta	Verificabilidad: Alta
Descripción: En la aplicación tenemos elementos visibles y ocultos según el rol del usuario. Tenemos dos tipos de ellos: - Cliente registrado: Tiene una interfaz específica para su uso aunque es accesible para los desarrolladores. - Desarrolladores: Son los economistas, administradores y programadores, los cuales tienen una interfaz diferente para solucionar los problemas de gestión y programación de los clientes. Esta interfaz está oculta para los clientes.	

Tabla 41: Requisito no funcional “Autenticación según rol”

4- POSIBLES SOLUCIONES

4.1 Estudio y valoración de alternativas de solución

Por el motivo de trabajar en la plataforma MetaTrader4, con el lenguaje específico de MQL4, el cual es un lenguaje parecido a C++, no podemos proponer muchas alternativas de solución que sean compatibles con extensiones de terceros en esta plataforma.

Esto no quiere decir que MetaTrader4 sea la mejor plataforma o MQL4 el mejor lenguaje para ejecutar el algoritmo de trading. Aun así la plataforma es de las más utilizadas por muchos brókeres a lo largo del planeta debido a su sistema de trading automático. MQL4 es un buen lenguaje donde podemos operar con los precios de compra/venta de las divisas ya que MT4 nos facilita los precios de los mismos para la mejor ejecución en tiempo real o basado en el histórico.

4.1.1: Descripción de las Alternativas de Solución

Otras alternativas para la realización de este proyecto serían:

- Otras plataformas de trading como Sirix Webtrader, cTrader, Prorealtime (gratis pero el acceso a los datos en tiempo real es de pago), NinjaTrader y MetaStock (estas dos últimas son de pago). Recordar que las plataformas pueden poseer lenguajes específicos como MQL4 en Metatrader (lo cual puede limitar la incorporación de extensiones) y otras tienen lenguajes característicos como HTML5 (Sirix Webtrader) y Java (ProRealtime).
- Los lenguajes de programación Python o C++ al ser lenguajes que permiten la ejecución en tiempo real. Deberíamos crear un algoritmo que nos permite operar con los datos históricos de precios que podrían ser facilitados por una base de datos externa al programa. Tras desarrollar el algoritmo de trading y la obtención de los datos históricos o en vivo, debemos utilizar algún algoritmo o función que nos permita representar los datos más característicos de la ejecución como las gráficas, los beneficios, la fecha de las transacciones, etc. La principal ventaja que tienen estos lenguajes es la posibilidad de incorporar algoritmos de paralelización, algoritmos genéticos u otras características que se ven más limitadas cuando utilizamos alguna plataforma de las anteriormente mencionadas.
- En caso de necesitar otras bases de datos para gestionar los precios deberíamos plantearnos la utilización de un software de bases de dato relacionales como puede ser:
 - MySQL: Al ser gratuito, fácil de usar, permite ejecución en varios SSOO (tales como Windows, Linux o Mac Os) además de poseer constantes actualizaciones y un gran soporte para bases de datos extensas.
- El sistema operativo a utilizar para ejecutar MT4 es Windows. Otras alternativas podrían ser Mac OS y Linux. Mac OS se descartó por la complejidad añadida de instalar MT4 u otras plataformas en estos sistemas además de la poca finalidad práctica de trabajar en este SSOO, que no trabaja tan bien a bajo nivel como Linux o Windows. En Linux también añade complejidad en la instalación al no poseer de algunos elementos que pueden necesitar MT4 u otras plataformas, aunque es

especialmente bueno para trabajar a bajo nivel y en tiempo real. Sin embargo desechamos la idea porque la utilización de la plataforma MetaTrader4 es más intuitiva y sencilla en Windows. Eso no quiere decir que los AEs no se pueden ejecutar en Linux o incluso Mac Os.

4.1 Algoritmo de Sizing para la cuenta de nuestra divisa

Este es uno de los algoritmos de sizing que usaremos:

$$\text{Lots} = \text{Risk} * 0.01 * \text{AccountBalance()} / (\text{MarketInfo}(\text{Symbol()}, \text{MODE_LOTSIZE}) * \text{StopLoss} * P * \text{Point});$$

El problema de este algoritmo es que asume que la divisa de nuestra cuenta es USD.

Ej: Nosotros tenemos 10000 EUR en nuestra cuenta y nosotros queremos arriesgar un 1% por transacción. En lugar de arriesgar 100 EUR por transacción, nuestro AE arriesgará 100 USD por transacción (que son $83.89 \cong 84$ EUR en el momento en el que escribo esto).

Este algoritmo solucionaría el problema:

$$\text{Lots} = \text{Risk} * 0.01 * \text{AccountBalance()} /$$
$$(\text{MarketInfo}(\text{Symbol()}, \text{MODE_LOTSIZE}) * \text{MarketInfo}(\text{Symbol()}, \text{MODE_TICKVALUE}) * \text{StopLoss} * P * \text{Point});$$

En este caso multiplica los 10000 de nuestra divisa base (nuestro tamaño de lot) a 10000 de la divisa de nuestra cuenta.

NOTA: Los algoritmos de sizing aquí tratados, ¡son solo para Forex Trading! Recordar y destacar que todos los AEs o robots que se tratan aquí, son para funcionar en mercados de divisas (no consideramos aquí onzas de oro (XAU) o de plata (XAG) aunque MT4 los incluya).

4.2 Limitaciones de las ordenes – Parada (Stop) y congelar (Freeze)

Cuando enviamos una orden, el bróker nos impondrá algunas limitaciones en nuestra orden. Estas limitaciones dan al bróker tiempo para preparar la orden y ejecutarlas con mayor facilidad. También mitiga el riesgo del bróker previniéndonos de manipular las órdenes a un precio demasiado cercano al precio del mercado. Hay 2 tipos de limitaciones:

1. Distancia mínima del nivel de parada (StopLevel abreviando. Esto no tiene que ver con nivel de parada de las pérdidas [Stop Loss Level])
2. Limitación del nivel de congelación (FreezeLevel para abreviar)

¿Qué es una distancia mínima del nivel de parada (StopLevel)?

Un “StopLevel” es la distancia del precio de apertura del mercado o de una orden donde no podemos situar una toma de ganancias (Take profit), una parada a las pérdidas (Stop Loss) u órdenes pendientes.

Los niveles de “StopLevel” suelen variar entre 1-5 pips. Los “StopLevel” están fijos y no varían de acuerdo a las condiciones del mercado. Para saber el nivel de parada (StopLevel) de nuestro bróker debemos usar el comando: `MarketInfo(Symbol(),MODE_STOPLEVEL)` donde Symbol se refiere a la paridad en la que estemos ejecutando las transacciones.

Aplicación al trading

- El mercado para la paridad EUR/USD está pagando para la compra (Bid) 1.2987 y para la venta (Ask) 1.2989
- El nivel de parada (StopLevel) = 5 pips
- Queremos colocar una orden de mercado para una transacción de venta

Por lo tanto, siguiendo lo que hemos visto, debemos asignar la barra superior = $\text{Ask} + \text{StopLevel} = 1.2994$ y la barra inferior = $\text{Ask} - \text{StopLevel} = 1.2984$. Visto de una forma más gráfica:

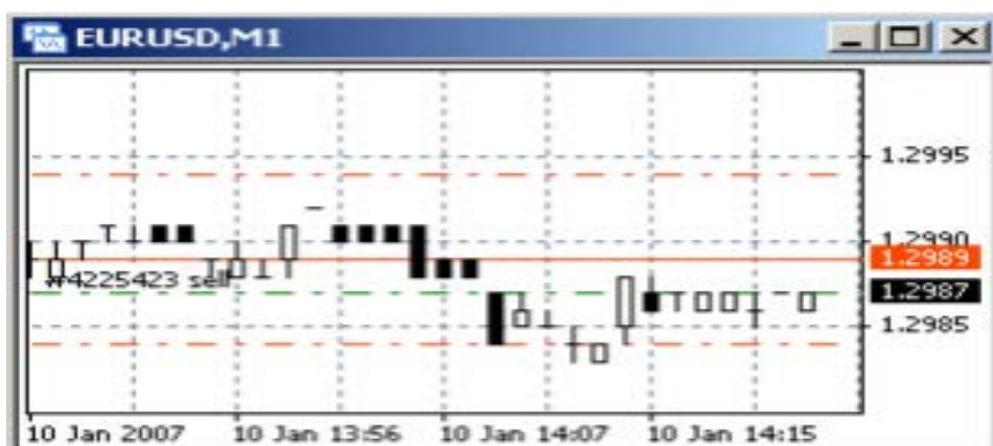


Figura 27: Límites de parada de beneficios/pérdidas de las ordenes

Entre las 2 líneas naranjas discontinuas (las barras superior e inferior) no podremos poner Toma de Ganancias (Take Profit o TP), parada de pérdidas (Stop Loss o ST) y ciertas ordenes pendientes.

¿Qué es una limitación del nivel de congelación (FreezeLevel Limitation)?

El nivel de congelación (FreezeLevel) es la distancia del precio del mercado donde no podemos cerrar o modificar las ordenes existentes (ordenes, no posiciones).

El nivel de congelación (FreezeLevel) suele oscilar entre 0 y 30 pips y no puede ser cambiado por el bróker durante los periodos de volatilidad. Podemos saber el “FreezeLevel” de nuestro bróker mediante el comando `MarketInfo(Symbol(),MODE_FREEZELEVEL)`.

Aplicación al trading

- El mercado para la paridad EUR/USD está pagando para la compra (Bid) 1.2967 y para la venta (Ask) 1.2969.
- El nivel de congelación (FreezeLevel) = 10 pips.
- Queremos modificar una orden pendiente de límite de compra que ya ha sido introducida.

Por lo tanto, tendremos una barra superior = Bid + FreezeLevel = 1.2977 y una barra inferior = Bid – FreezeLevel = 1.2957. Esto tiene 2 implicaciones

- 1) Si nuestra orden de límite pendiente está entre la barra superior e inferior, no podremos cerrar o modificar la orden.
- 2) Si nuestra orden de mercado pendiente tiene una toma de beneficios (TP) o un parada de pérdidas (SL) entre la barra superior e inferior, no podremos borrar la orden de mercado.

Apéndice

StopLevel Minimum Distance Limitation

Una operación de trading no será ejecutada si no se cumple alguna de las siguientes condiciones:

Order Type	Open Price	StopLoss (SL)	TakeProfit (TP)
Buy	Modification is prohibited	Bid-SL \geq StopLevel	TP-Bid \geq StopLevel
Sell	Modification is prohibited	SL-Ask \geq StopLevel	Ask-TP \geq StopLevel
BuyLimit	Ask-OpenPrice \geq StopLevel	OpenPrice-SL \geq StopLevel	TP-OpenPrice \geq StopLevel
SellLimit	OpenPrice-Bid \geq StopLevel	SL-OpenPrice \geq StopLevel	OpenPrice-TP \geq StopLevel
BuyStop	OpenPrice-Ask \geq StopLevel	OpenPrice-SL \geq StopLevel	TP-OpenPrice \geq StopLevel
SellStop	Bid-OpenPrice \geq StopLevel	SL-OpenPrice \geq StopLevel	OpenPrice-TP \geq StopLevel

Figura 28: Distancia mínima del nivel de parada a las diferentes ordenes

FreezeLevel Limitation

- Las órdenes de mercado no pueden ser cerradas si el “StopLoss” y el “TakeProfit” infringen los parámetros del nivel de congelación (FreezeLevel)
- Las ordenes pendientes no pueden ser borradas o modificadas si el precio de apertura anunciado infringe los parámetros del nivel de congelación (FreezeLevel)

Order Type	Open Price	StopLoss (SL)	TakeProfit (TP)
Buy	Modification is prohibited	Bid-SL > FreezeLevel	TP-Bid > FreezeLevel
Sell	Modification is prohibited	SL-Ask > FreezeLevel	Ask-TP > FreezeLevel
BuyLimit	Ask-OpenPrice > FreezeLevel	Regulated by the StopLevel parameter	Regulated by the StopLevel parameter
SellLimit	OpenPrice-Bid > FreezeLevel	Regulated by the StopLevel parameter	Regulated by the StopLevel parameter
BuyStop	OpenPrice-Ask > FreezeLevel	Regulated by the StopLevel parameter	Regulated by the StopLevel parameter
SellStop	Bid-OpenPrice > FreezeLevel	Regulated by the StopLevel parameter	Regulated by the StopLevel parameter

Figura 29: Nivel de congelación límite a las ordenes

4.3 Stops vs Trailing Stops (ADE)

Antes de hablar de este tipo de órdenes de parada, definiremos lo que es el ruido en finanzas y por qué se produce:

Ruido (noise): En un análisis financiero, el ruido se refiere a la actividad que confunde o desvirtúa la naturaleza real de las tendencias subyacentes en el mercado. Suele ser producida por resultados atípicos en momentos puntuales pero que no representan la tendencia del mercado.

En el contexto de las paridades de divisas, el ruido significa la actividad del mercado causada por programas de trading de alta frecuencia (HFT) los cuales ejecutan numerosas operaciones de compra/venta, pago de dividendos u otros fenómenos. En el caso del Flash Crash, vimos que un programa de trading ejecutó numerosas operaciones de compra/venta para mover el mercado a su favor, no siendo dicho movimiento la tendencia que mostraba el mercado en ese momento.

En el mercado de divisas siempre hay especulación, pero cuando los brókeres son particularmente reactivos, creyendo las tendencias que puedan leer y aceptando/denegando precios especulativos, surge una desinformación general. Esta desinformación es mayor en las franjas de tiempo menores a 1 día, ya que en un 1 día, el activo se mueve en la dirección que le corresponde pero es más impredecible en franjas de tiempo de menos de 1 hora.

Este es uno de los motivos por los que en nuestros análisis a la hora de ejecutar “backtesting” seleccionamos que las franjas de tiempo en las transacciones sean de 1 hora. Para reflejar mejor la evolución real de la paridad de la divisa.

Tras explicar lo que es el ruido procedemos a definir las paradas:

Paradas (Stops): Una orden de parada que cierra la posición a un nivel fijo de precios. Usado principalmente como buffer del ruido y posición de seguridad en caso de fallo de conexión o informático.

Paradas de arrastre (Trailing Stops): Un tipo de orden especial de transacción donde el precio de la parada de pérdidas (Stop Loss) no está ajustada a un nivel fijo pero si ajustada a un cierto porcentaje o a una cierta cantidad por debajo/encima del precio del mercado (según el tipo de posición, larga o corta).

Podemos decir entonces que las ordenes Trailing Stop son una forma de ordenes Stop Loss. Su principal objetivo es proteger el beneficio de una operación. Si se usa apropiadamente, el Trailing Stop puede seguir el aumento del precio del activo subyacente en el cual se ha invertido.

El Trailing Stop es una forma de maximizar nuestros beneficios cuando el mercado se mueve a nuestro favor, y pone una parada (Stop) que se ajusta a las necesidades para sacar el máximo provecho a cada orden. Usado principalmente como buffer del ruido. Si nuestras reglas de salida funcionan como buffer del ruido, puede ser innecesario tener Trailing Stops. En caso de no comportarse dichas reglas como buffer de ruido, los trailing stops son recomendables.

Nosotros tenemos 5 tipos de Trailing Stops:

Trailing Stop tradicional

El mismo que hemos definido anteriormente: Un tipo de orden especial de transacción donde el precio de la parada de pérdidas (Stop Loss) no está ajustada a un nivel fijo pero sí ajustada a un cierto porcentaje o a una cierta cantidad por debajo/encima del precio del mercado. Para posiciones largas, el nivel designado para un Trailing Stop no puede caer más de ese nivel y para una posición corta no puede subir más de un determinado nivel.

Estas paradas “Stops” son enviadas por medio de la función OrderSend (). Se usan como buffers de ruido y posición segura frente a fallos (Position fail-safe). Requiere de un “Hard Stop” o parada dura en nuestro algoritmo de “sizing”.

Trailing Stop secreto (Hidden Trailing Stop)

Es un tipo de Trailing Stop que no incluye un nivel de parada de pérdidas (Stop Loss Level) en nuestras órdenes.

Estas paradas (Stops) no son enviadas con nuestra función OrderSend (). Este tipo de Trailing sirve como buffer de ruido. Requiere también de un “Hard Stop” que necesitamos para nuestro algoritmo de “sizing” y para guardar una posición segura frente a fallos.

Trailing Stop de volatilidad

Un tipo especial de orden donde el precio de parada de pérdidas (Stop-Loss Price) no está fijado a un nivel pero sí a una cierta cantidad basado en la volatilidad por debajo/encima del precio del mercado. Para posiciones largas, el nivel designado para la volatilidad de un Trailing Stop no puede caer más de ese nivel y para una posición corta no puede subir más de un determinado nivel.

Esta cantidad de volatilidad es determinada cuando se manda la orden y no cambia a lo largo del curso de la transacción. Estas paradas son enviadas con la función OrderSend (). Son utilizadas como buffers de ruido y posición segura frente a fallos. El Trailing Stop de la volatilidad debe ser superior al Trailing Stop normal para adaptarse a la volatilidad del mercado, lo cual lo hacer mejor buffer de ruido. Requiere de un “Hard Stop” en nuestro algoritmo de “sizing”.

Trailing Stop de volatilidad secreto (Hidden Volatility Trailing Stop)

Es un tipo de Trailing Stop de volatilidad que no incluye un nivel de parada de pérdidas (Stop Loss Level) en nuestras órdenes.

Estas paradas (Stops) no son enviadas con nuestra función OrderSend (). Este tipo de Trailing sirve como buffer de ruido. Requiere también de un “Hard Stop” que necesitamos para nuestro algoritmo de “sizing” y para guardar una posición segura frente a fallos.

Trailing stop adaptativo de volatilidad (Adaptive Volatility Trailing Stops)

Es un tipo de Trailing Stop de volatilidad que no incluye un nivel de parada de pérdidas (Stop Loss Level) en nuestras órdenes. Esta cantidad de volatilidad que determinemos cambia a lo largo del curso de la transacción.

Estas paradas (Stops) no son enviadas con nuestra función OrderSend (). Este tipo de Trailing sirve como buffer de ruido. Requiere también de un “Hard Stop” que necesitamos para nuestro algoritmo de “sizing” y para guardar una posición segura frente a fallos.

Modificar el algoritmo de sizing

Tras haber acabado de definir todos estos “elementos de control” necesitamos aplicarlo a nuestro algoritmo de sizing. Podemos modificar dicho algoritmo para utilizar tanto un Trailing Stop como un Hard Stop. Quedaría entonces de la siguiente forma:

`Lots = Risk * 0.01 * AccountBalance () /`

`(MarketInfo(Symbol(),MODE_LOTSIZE)*MarketInfo(Symbol(),MODE_TICKVALUE) *
STOP * K *Point);`

4.3.1 Trailing Stops de volatilidad adaptativos (ADE)

Aunque ya lo hemos definido en apartados anteriores, recordemos de nuevo la definición ya que nos ayudara a comprender los temas que aquí se tratan:

Es un tipo de Trailing Stop de volatilidad que no incluye un nivel de parada de pérdidas (Stop Loss Level) en nuestras órdenes. Esta cantidad de volatilidad que determinemos cambia a lo largo del curso de la transacción.

Estas paradas (Stops) no son enviadas con nuestra función OrderSend (). Este tipo de Trailing sirve como buffer de ruido. Requiere también de un “Hard Stop” (parada dura tras la cual limitamos gran cantidad de transacciones o cerramos las posiciones/órdenes abiertas) que necesitamos para nuestro algoritmo de “sizing” y para guardar una posición segura frente a fallos.

Adaptativo vs no adaptativo

La principal diferencia entre el Trailing Stop de volatilidad adaptativo y no adaptativo (más usual) es la forma con la que la distancia del Trailing Stop basado en la volatilidad se adapta a la volatilidad del mercado. Los límites fijados por nuestro Trailing Stop de volatilidad adaptativo son determinados usando un tipo de indicador llamado “Canales de Keltner”.

Los “Canales de Keltner” es un tipo de indicador que acarrea fronteras superiores e inferiores. Dado que la volatilidad en el mercado puede aumentar o decrementar, nuestras fronteras de los Trailing Stops adaptativos pueden subir/bajar. Esto significa que en una posición larga (corta), la frontera puede caer (subir). Cuando dichas fronteras son alcanzadas, la posición es cerrada por nuestro robot usando la función OrderClose (). En caso de estar escondida, necesitaremos ejecutar nuestros análisis de backtest en el modo “En cada tick”. Aquí tenemos un ejemplo gráfico de los “Canales de Keltner”:

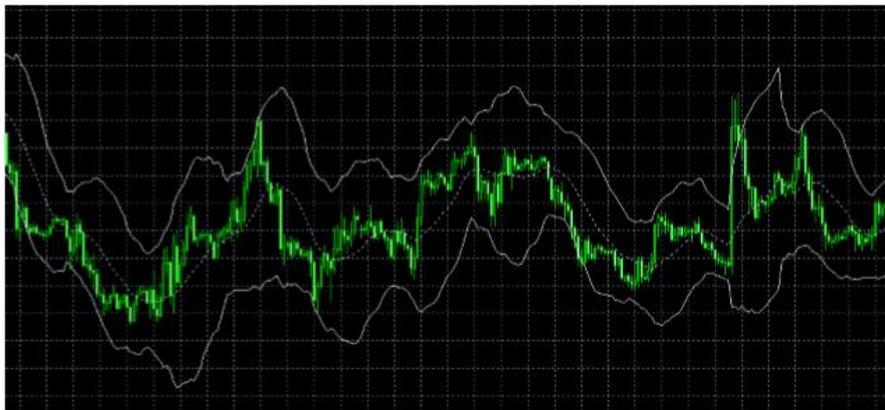


Figura 30: Curva de equidad modelada con la ayuda de los Canales de Keltner

Pros y contras

Pros: El Trailing Stop adaptativo de volatilidad es un buffer de ruido más eficaz que el Trailing Stop no adaptativo de volatilidad. Se puede adecuar mejor a los mercados debido a que la distancia del Trailing Stop se va adaptando a la volatilidad propia de dichos mercados.

Contras:

- 1) Necesidad de optimizar la adaptabilidad de nuestro Trailing Stop de volatilidad:



Figura 31: Tipos de Trailing Stop

No adaptativo: Eso significa que presenta valores fijos.

Demasiado adaptativo: Si las fronteras de nuestro Trailing Stop son muy adaptativas, se moverán demasiado a medida que la volatilidad aumenta. De esta manera, nuestros Trailing Stops nunca serán disparados debido a que las fronteras se van alejando de los precios del mercado como se puede ver reflejado en esta gráfica:

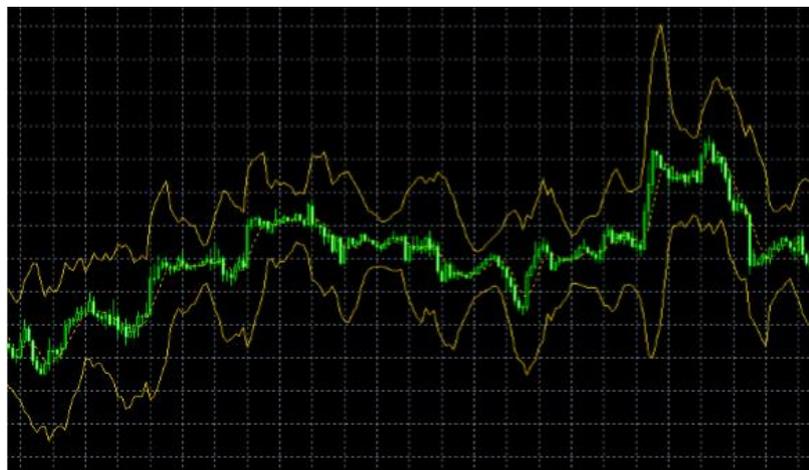


Figura 32: Canales de Keltner con trailing Stop muy adaptativo.

Adaptativo de forma óptima: Si las fronteras de nuestros Trailing Stop están correctamente diseñadas, estas se adaptan al ruido del mercado y no se alejarán del precio que determine.

- 2) Nuestras fronteras son muy dependientes de los parámetros de nuestros “Canales de Keltner”.

4.4 Elección apropiada de reglas de entrada y de salida

En algunas ocasiones las reglas de diseño de los algoritmos de trading, pueden no variar significativamente en cuanto a algoritmos de sizing (en Forex), reglas y funciones para limitar la volatilidad, para ejecutar ordenes/posiciones, gestionar los SL y TP, usar los buffers/arrays secretos, etc. Pero en cambio lo que define verdaderamente a un AE es el tipo de estrategia que siga a la hora de capturar las entradas en las posiciones/órdenes y las salidas de las mismas. También captaremos entradas aleatorias debido al diseño de nuestro AE, pero hay que destacar que no siempre son buenas. Una mala entrada puede ser salvada con una gran salida, pero una gran entrada no puede salvar una mala salida. Por este último motivo, las salidas son más importantes que las entradas. Gráficamente lo podemos reflejar así:

- 1) Esta entrada aleatoria en la curva de equidad debería salir en la línea azul, pero si saliese en la línea naranja, habremos perdido dinero en nuestra cuenta y nos encontraremos en una situación más desfavorable que la actual. Este último supuesto lo podemos salvar con un buen diseño del AE.



Figura 33: Ejemplo de entrada aleatoria con 2 posibles salidas

- 2) La salida aleatoria para la entrada azul resultará en beneficios en este caso pero no pasará lo mismo para una entrada en la línea naranja. En este ejemplo aun así, no es una mala salida puesto que se mantiene constante a pesar de tener pérdidas si la comparamos desde la línea naranja pero no es aceptable salir de una posición de forma aleatoria ya que se pierde control del AE y por tanto del mercado y la ineficiencia que queremos captar.



Figura 34: Ejemplo de salida aleatoria con 2 posibles entradas

4.5 Racionalidad detrás de la información asimétrica (ADE)

Sesgo a largo plazo: En activos no emparejados (stocks, commodities, etc), los movimientos descendentes suelen ser más fuertes que los movimientos ascendentes debido al factor de miedo o pánico en masa.

Sesgo a corto plazo: Los movimientos en una determinada dirección pueden ser sesgados dependiendo de:

- 1) **Características específicas de los activos:** Algunos activos tienen un mayor sesgo de largo-corto plazo comparado con otros. Ej: Una compañía farmacéutica que depende de la aprobación de cierto uso de compuestos químicos tiene un mayor sesgo de largo-corto plazo que una empresa de servicios con ingresos estables y un monopolio decente.
- 2) **Eventos específicos:** Las divisas son activos pareados por lo que no tienen sesgos importantes a largo plazo, pero si presentan sesgo a corto plazo dependiendo del ambiente del mercado.

Ej: Si el mercado está esperando un recorte de una tasa o impuesto y finalmente dicho recorte no ocurre (“ceteris paribus”- todos los demás factores constantes) una divisa, por ejemplo USD, puede caer de precio de forma gradual. En cambio si en vez de ello, suben las tasas o impuestos, USD podría subir de precio.

Todas las paridades con USD como base de la divisa (USDJPY, USDEUR) tendrán sesgo en el largo plazo. Aquellas con USD como cotización de la divisa (AUDUSD, NZDUSD) tendrán sesgo en el corto plazo.

Otro ejemplo: El gobierno anuncia su decisión de convertir la mayor parte de la fuente de energía del país de combustibles fósiles a solar. Si el mercado espera que finalmente el gobierno apueste por la energía solar:

- La energía solar tendrá sesgo a corto plazo (Sesgo hacia el decremento de la valoración de la energía solar, ya que creerán tener poder de mercado)
- Los combustibles fósiles tendrán sesgo a largo plazo (Sesgo hacia el incremento de la valoración de los combustibles fósiles, ya que creerán que perderán poder de mercado si el gobierno opta por la energía solar).

En estos casos hemos hablado de sesgo, porque al fin y al cabo es la creencia de un hecho que no tiene por qué ocurrir necesariamente. La gente especula a corto/largo plazo, nosotros diseñamos nuestros AEs pensando en aprovechar una ineficiencia del mercado que creemos que pueda ocurrir en el corto/largo plazo, aunque está finalmente no ocurra. Esto lo debemos tener en cuenta a la hora de diseñar nuestro AE. Aplicado al trading algorítmico (entradas, salidas y sizing) podemos usar los siguientes ejemplos:

1- Sesgo a corto plazo:

Posición larga cuando $ATR(20) > ATR(10)$ hace 10 periodos.

Posición corta cuando $ATR(20) > ATR(20)$ hace 3 periodos.

2- Sesgo a largo plazo:

Cerrar posición corta cuando un Trailing Stop equivale a $1.5 * ATR(20)$

Cerrar posición larga cuando un Trailing Stop equivale a $3 * ATR(20)$

3- Sizing

A largo plazo:

- 3 % de riesgo por transacción en posiciones largas
- 1.5 % de riesgo por transacción en posiciones cortas

A corto plazo:

- Número máximo de posiciones largas es 2
- Número máximo de posiciones cortas es 4

4.6 Parada y toma de ganancias secreta (Hidden Stops y Hidden Take Profit)

Parada secreta: Un método para parar nuestras ordenes sin adjuntar un nivel de parada de pérdidas con nuestras órdenes.

Toma de ganancias secreta: Un método para coger los beneficios de nuestras ordenes sin adjuntar un nivel de parada de ganancias con nuestras órdenes.

Visto de una manera más gráfica:

```
TradingEnvironment(Journaling, RetryInterval);  
=OrderSend(symbol, cmd, volume, price, slippage, stoploss, takeprofit, comm:  
ket>0)break;  
+;
```

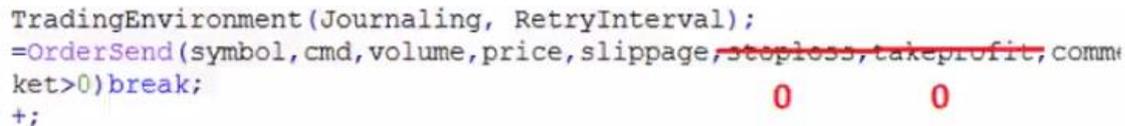
The image shows a snippet of MQL4 code. The line `=OrderSend(symbol, cmd, volume, price, slippage, stoploss, takeprofit, comm: ket>0)break;` has the parameters `stoploss` and `takeprofit` crossed out with a red line. Below these parameters, the number `0` is written in red. The code is part of a larger block starting with `TradingEnvironment(Journaling, RetryInterval);` and ending with `+`.

Figura 35: Ejemplo gráfico de la parada y toma de ganancias secreta

Es decir que cuando utilizamos la función `OrderSend`, no pondremos nuestra parada de pérdidas (`Stop Loss`) y nuestra toma de beneficios (`Take Profit`). Esto se debe a que no queremos que nuestro bróker, otros jugadores del mercado, etc, conozcan cuáles son nuestros niveles de `SL` y `TP`.

Esta medida de seguridad está bien tenerla en cuenta, aunque otros brokers o participantes del mercado no suelen considerar como una amenaza a los jugadores minoritarios del mercado si no son capaces de mover el mercado en alguna dirección o ser creadores del mismo (CMs).

¿Pueden los `Stop Loss (SL)` y `Take Profits (TP)` secretos reemplazar a los `SL` y `TP` que no están escondidos?

No podemos reemplazar los `SL` pero si los `TP`. Necesitamos paradas de pérdidas que no estén escondidos para así poder utilizarlo como:

- 1- Buffer de ruido
- 2- Posición segura frente a fallos (`Position Fail-safe`)

Los `SL` secretos pueden actuar como buffers de ruido pero no pueden actuar como una posición segura frente a fallos debido a que debemos informar a nuestro bróker de cuál es nuestro límite de pérdidas, ya que en un hipotético caso de pérdida de la conexión, el bróker que utilizemos, no sabría nuestro límite de pérdidas al ser secreto y podría ocasionar grandes pérdidas.

Tanto los `SL` como los `SL` escondidos, pueden ser utilizados para calcular el algoritmo de sizing que va a emplear nuestro algoritmo.

En el sentido opuesto, si tenemos un limitador de beneficios secreto cuando perdemos la conexión pero el mercado se mueve en nuestro favor y podemos seguir obteniendo beneficios, no es totalmente necesario un limitador como si pasa en las pérdidas. De todas formas y como hemos visto, hay que saber abandonar/mantener las posiciones tanto de pérdidas como de ganancias en su momento, ya que algunos algoritmos o estrategias requieren de ello.

A la hora de implementar el código de los `SL` y `TP` secretos. Tenemos 3 formas de hacerlos:

1- Nº de órdenes máxima= 1. SL y TP son valores fijos no adaptativos. Ej : 20-30 pips

Pasos a seguir:

- Crear una función que busque nuestras ordenes/posiciones (en caso de tener alguna) en cada tick.
- Obtener el precio de apertura de nuestra orden y sumarle el SL/TP que consideremos oportuno.
- Comprobar este nuevo valor (precio de apertura + SL o TP) sobre el precio actual del mercado (precio de compra-Bid o precio de venta-Ask).
- Cerrar la posición/orden si se cumplen las condiciones apropiadas.

2- Nº de órdenes máxima= 1. SL y TP son valores adaptativos. Ej: Asignar un nivel de ATR (Average True Range, una medida de volatilidad) a cada uno.

Pasos a seguir:

- Guardar el valor adaptativo de nuestro SL o TP cuando una posición/orden es abierta.
- Comprobar si la posición sigue abierta. En caso de que no, borrar dicho valor.
- Obtener el precio de apertura de la orden/posición y sumarle nuestro valor adaptativo de SL o TP.
- Comprobar nuestro nuevo valor (precio de apertura + SL o TP) frente al precio del mercado (ya sea de compra – Bid o de venta – Ask).
- Cerrar la posición/orden si se cumplen las condiciones apropiadas.

3- Nº de órdenes máxima= Más de 1. Cada posición tiene sus niveles correspondientes de SL y TP. Los SL y TP puede ser valores adaptativos o no adaptativos.

Pasos a seguir:

- Guardar todos los valores de SL/TP cuando se abren las posiciones/órdenes. Guardarlas en una lista.
- Comprobar esta lista en cada tick para asegurar que está actualizada (hay que asegurarse que no contenga posiciones que ya hayan sido cerradas)
- Obtener el precio de apertura de nuestras ordenes/posiciones y sumarle nuestros valores adaptativos/no adaptativos de SL o TP a cada una de ellas.
- Comprobar nuestro nuevo valor (precio de apertura + SL o TP) frente al precio del mercado (ya sea de compra – Bid o de venta – Ask) para cada posición.
- Cerrar posiciones si se cumplen las condiciones apropiadas.

“Esconder vs no esconder funciones” y ejecución “En cada tick”

La principal diferencia entre las capacidades escondidas o no escondidas de nuestras funciones o variables (ej TP/SL secretos, puntos muertos [Breakeven] y Trailing Stops) es la manera en la que las órdenes son implementadas. Para que nuestras funciones secretas

funcionen, necesitamos ejecutarlas en un análisis de backtest que funcione “En cada tick”. Explicado con un ejemplo:

SL secreto: Los SL secretos implican que nuestro AE (Asesor Experto) deba “recordar” nuestros niveles de parada de pérdidas (SL levels), comprobarlos y ejecutar una orden de salida si dichos niveles han sido alcanzados o sobrepasados.

SL conocido: Los SL conocido implican que nuestro robot manda nuestros niveles de SL mediante el uso de las funciones de MQL4 OrderSend () o OrderModify(). Esta orden es registrada con nuestro bróker y es ejecutada por él cuando el nivel de parada de pérdidas ha sido alcanzado

“Precios de apertura” vs “En cada tick”

Backtest de “Precios de apertura”: Los precios de compra (Bid) y de venta (Ask) son de hecho precios de apertura utilizados durante nuestro backtest de “Precios de apertura” (de ahí el nombre, lógicamente). Si ejecutamos el backtest con los precios de apertura, solo comprobamos las funciones/variables secretas usando precios de apertura. Esto provoca que nuestras funciones secretas ejecuten las ordenes/posiciones a precios erróneos o peores.

Ej: Se introduce un SL secreto para una operación de comprar en 1.3402. El precio de apertura para un desplazamiento de 1 (recordar que los desplazamientos están basados en la franja de tiempo que hayamos definido para realizar el backtest) es de 1.3422. El precio de apertura cuando el desplazamiento es 0 (es decir, la última barra que haya sucedido y refleje el estado actual) es de 1.3385. La operación parará en 1.3402.

Backtest de “En cada tick”: Cuando nosotros usamos “En cada tick” para nuestros backtests, nuestros precios de compra/venta (Bid/Ask) representan el precio del mercado (basado en la simulación de 1 min como franja de tiempo). Esto nos permite ejecutar nuestras ordenes/posiciones al precio deseado.

Ej: Un SL secreto para una operación de compra está situado en 1.3402. El precio de apertura cuando el desplazamiento es de 1 está en 1.3422. El precio de apertura cuando el desplazamiento es 0 es 1.3385. La transacción será cerrada en 1.3402.

5- ANÁLISIS Y DESARROLLO

5.1 Creación de estrategias

Prudencia en el mercado

Un sistema de trading se dice que es prudente frente al mercado si su lógica subyacente explota una ineficiencia de mercado fundamental.

La razón de esta ineficiencia de mercado es la razón de nuestras operaciones. Esto son los pilares básicos de nuestras estrategias de trading. Se aplica tanto al trading automático como al manual.

Ejemplo de tales ineficiencias son:

- Reversión de la media en una paridad de divisas debido a factores macroeconómicos en 2 países. Ej: Dólar australiano y dólar neozelandés.
- Discrepancias de precios entre los mismos activos en diferentes divisas o cambios.
- Sobrevaloración/infravaloración de activos o divisas debido a asimetría de información.

Enfoque prudente del mercado para diseñar estrategias

Hay dos pasos relativos al enfoque prudente del mercado:

- 1) Definir la ineficiencia fundamental de mercado que intentamos capturar
- 2) Crear una serie de reglas para capturar esa ineficiencia

Aplicado a un ejemplo ficticio:

- 1) El índice del dólar estadounidense (US Dollar Index) se tambalea mucho durante la semana después de los Non-Farm Payrolls (NFP) por razones macroeconómicas. El NFP es un exhaustivo informe sobre el estado de salud del mercado laboral estadounidense. Además, es un indicador clave mensual que los inversores y especuladores toman en cuenta para sus posiciones. Los empleados “no agrícolas” producen cerca del 80% del PIB (Producto Interior Bruto) de Estados Unidos. Esto en ocasiones crea una tendencia a la sobre especulación por lo que los precios pueden moverse demasiado.
- 2) Crear una estrategia que captura estas tendencias e implementarlas después de un informe NFP. Necesitamos añadir reglas para cerrar posiciones si los movimientos son exagerados. Por lo tanto, añadimos un oscilador o un indicador estadístico en nuestras reglas de salida para identificar aquellos movimientos negativos para nuestra curva de equidad.

Destacar que si nuestra ineficiencia deja de existir o es modificada, debemos reajustar o parar nuestro sistema de trading hasta que comprobemos con seguridad si la ejecución o “performance” de nuestro algoritmo es buena frente a las nuevas condiciones del mercado.

La clave para un buen sistema de trading es mantenerlo simple, sin excesivas reglas, solo aquellas que sean necesarias para captar el comportamiento del mercado y aprovechar la ineficiencia que este ha creado. Un número excesivo de reglas crea problemas de sobreajuste y complejidad.

5.2 Tipos de modelo para hacer análisis.

En el probador de estrategias de MT4, nos podemos dar cuenta de que 3 métodos para ejecutar “backtesting”. Ahora definiré brevemente dichas estrategias:

Solo precios de apertura (Open Prices Only)

Método: “Backtest” basado en los: Precios de apertura (Open), Precio más alto (High), Precio más bajo (Low) y Precios de cierre (Close), que en su conjunto se denominan “precios OHLC” en una determinada franja de tiempo.

Puntos de control (Control Points)

Método: “Backtest” basado en los precios OHLC de la franja de tiempo actual y aquella franja de tiempo que se corresponde con un nivel más bajo de la actual. Ej: 1 franja de hora frente a otra franja de 30 min

En cada tick (Every tick)

Método: “Backtest” basado en solo los precios de 1 min. Aunque el método se llame “En cada tick”, no significa que dicho método utilice los “ticks de datos”. Recordar que los ticks de datos, se corresponden con los cambios realizados en las franjas de tiempo menores a un minuto y prácticamente desde que cambia el precio ask-bid de las divisas/activos hasta que llega la información a nuestro PC.

¿Qué método es mejor?

Aunque puede sonar políticamente correcto, no hay uno mejor sobre el otro. Depende de algunos factores que debemos tener en cuenta en nuestro algoritmo:

- ¿Nuestro AE solo utiliza datos de los precios OHLC o requiere de otros parámetros como el modelado de las intrabarras de movimiento?
- Tiempo de optimización (podría llevar horas si nuestro AE es demasiado complejo y encima el modo de testeo es “En cada tick”).
- Franjas de tiempo. Si hacemos un backtest con datos de 1 min, el movimiento de nuestro precio de intrabarra será simulado (dicho de otra forma, no será real).
- Limpieza de los datos. Los datos podrían corromperse a medida que utilizamos franjas de tiempo más pequeñas.

Calidad del modelado (Modelling Quality)

Cuando ejecutamos una simulación en el Metatrader4, el programa nos da un número denominado calidad del modelo. Este número mide el porcentaje de franjas de tiempo pequeñas, las cuales son tomadas en cuenta cuando evaluamos un tipo de estrategia. La idea que subyace es que a menor franjas de tiempo, nuestra simulación tendrá mejor calidad. Ej:

Model	Open prices only (only for Expert Advisors that explicitly control bar opening)		
Parameters	MagicNumber=12345; SignalMail=false; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=true; StopLoss=30; UseTakeProfit=false; TakeProfit=0; UseTrailingStop=false; TrailingStop=30; sma_short=10; sma_long=40; atr_period=20; atr_shift=11; isSizingOn=true; Risk=1;		
Bars in test	2541 Ticks modelled	4081 Modelling quality	n/a
Model	Every tick (the most precise method based on all available least timeframes)		
Parameters	MagicNumber=12345; SignalMail=false; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=true; StopLoss=30; UseTakeProfit=false; TakeProfit=0; UseTrailingStop=false; TrailingStop=30; sma_short=10; sma_long=40; atr_period=20; atr_shift=11; isSizingOn=true; Risk=1;		
Bars in test	2541 Ticks modelled	10020724 Modelling quality	90.00%

Figura 36: Ejemplo de calidad de modelado en los diferentes modelos

Usando los “Precios de apertura” nos dará una calidad de modelado de n/a (no aplicable), debido a que usa otros parámetros u otra forma de proceder. Usando “En cada tick” nos dará una calidad de modelado de 99% o 90% dependiendo de si tenemos información de franjas de 1 minuto o de “ticks de datos”.

Una calidad de modelado alta indica que el AE fue simulado bajo una mayor resolución de datos cercana a los “ticks de datos”.

¿Podemos determinar entonces que a mayor nivel de calidad de modelado, mayor o más precisos serán los resultados? En absoluto. Para ello enunciamos 2 casos:

Caso A:

Un robot de trading utiliza datos cuando finaliza la cotización de dicho día (End-of-Day data). Esto significa el robot analiza el mercado basado en los precios diarios de cierre. Como no hay necesidad de analizar franjas de tiempo menores, un test “En cada tick” u otro test “Precios de apertura” darán los mismos resultados.

Caso B:

Un robot utiliza datos de cada tick. Con un 99% de calidad de modelado, el robot es testeado usando datos de cada ticks. Aun así, eso no significa que el “backtest” sea preciso.

El testeo de datos de tick requiere 2 fuentes de datos separados, uno para los precios de compra (Bid) y otro para los precios de venta (Ask). De todos modos, la fuente de datos está basado en los precios de venta (Ask). Un spread de 2 “pips” (u otra cantidad) es aplicado para encontrar los precios de compra (Bid) correspondientes. Por tanto, el test será impreciso.

¿Entonces qué nivel de testeo debemos usar?

Eso depende pura y exclusivamente del diseño y naturaleza del robot. Si nuestro robot requiere franjas de tiempo pequeñas, nos interesa utilizar un test basado “En cada tick”. Si controlamos las aperturas de control de las barras, podríamos utilizar un test basado “En los precios de apertura”, y si solo necesitamos los precios OHLC, podríamos utilizar un test mediante “Puntos de control” y compararlo con otros métodos.

Vamos a ver un caso de un robot en el que utilizamos datos de cierre para nuestros datos de entrada. Su límite de perdidas esta fijo en 30 “pips” y no es afectado por franjas de tiempo menores. Sin embargo, su “Trailing Stop” si es afectado por franjas de tiempo pequeñas. Por lo que eliminamos los Trailings.

Si usamos “Precios de apertura”, el “trailing stop” se desplazará al final de cada barra.
 Si usamos “En cada tick”, el trailing se desplazará después de cada minuto (o en cada tick dependiendo de la franja de tiempo más pequeña posible).

Strategy Tester Report BelindaSizing_Complete MetaQuotes-Demo (Build 792)

Symbol	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Period	4 Hours (H4) 2013.01.02 08:00 - 2013.12.31 19:59 (2013.01.01 - 2014.01.01)		
Model	Open prices only (only for Expert Advisors that explicitly control bar opening)		
Parameters	MagicNumber=12345; SignalMail=false; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=true; StopLoss=30; UseTakeProfit=false; TakeProfit=0; UseTrailingStop=false; TrailingStop=30; sma_short=10; sma_long=40; atr_period=20; atr_shift=11; isSizingOn=true; Risk=1;		
Bars in test	2541 Ticks modelled	4081 Modelling quality	n/a
Mismatched charts errors	0		
Initial deposit	10000.00	Spread	2
Total net profit	2309.03 Gross profit	4192.07 Gross loss	-1883.04
Profit factor	2.23 Expected payoff	82.47	
Absolute drawdown	50.49 Maximal drawdown	987.67 (7.43%) Relative drawdown	8.13% (950.82)
Total trades	28 Short positions (won %)	14 (28.57%) Long positions (won %)	14 (35.71%)
	Profit trades (% of total)	9 (32.14%) Loss trades (% of total)	19 (67.86%)
	Largest profit trade	933.07 loss trade	-129.45
	Average profit trade	465.79 loss trade	-99.11
	Maximum consecutive wins (profit in money)	2 (1322.42) consecutive losses (loss in money)	5 (-525.88)
	Maximal consecutive profit (count of wins)	1322.42 (2) consecutive loss (count of losses)	-525.88 (5)
	Average consecutive wins	1 consecutive losses	3

Figura 37: Informe de AE ejecutado con “Precios de apertura”

Strategy Tester Report BelindaSizing_Complete MetaQuotes-Demo (Build 792)

Symbol	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Period	4 Hours (H4) 2013.01.02 08:00 - 2013.12.31 16:00 (2013.01.01 - 2014.01.01)		
Model	Every tick (the most precise method based on all available least timeframes)		
Parameters	MagicNumber=12345; SignalMail=false; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=true; StopLoss=30; UseTakeProfit=false; TakeProfit=0; UseTrailingStop=false; TrailingStop=30; sma_short=10; sma_long=40; atr_period=20; atr_shift=11; isSizingOn=true; Risk=1;		
Bars in test	2541 Ticks modelled	10020724 Modelling quality	90.00%
Mismatched charts errors	0		
Initial deposit	10000.00	Spread	2
Total net profit	2455.72 Gross profit	4976.93 Gross loss	-2521.20
Profit factor	1.97 Expected payoff	68.21	
Absolute drawdown	62.70 Maximal drawdown	1231.21 (9.00%) Relative drawdown	9.05% (1041.34)
Total trades	36 Short positions (won %)	15 (26.67%) Long positions (won %)	21 (33.33%)
	Profit trades (% of total)	11 (30.56%) Loss trades (% of total)	25 (69.44%)
	Largest profit trade	957.62 loss trade	-129.00
	Average profit trade	452.45 loss trade	-100.85
	Maximum consecutive wins (profit in money)	2 (1357.22) consecutive losses (loss in money)	5 (-555.00)
	Maximal consecutive profit (count of wins)	1357.22 (2) consecutive loss (count of losses)	-555.00 (5)
	Average consecutive wins	1 consecutive losses	3

Figura 38: Informe del mismo AE pero ejecutado con “En cada tick”

Si nos fijamos observamos que el número total de operaciones es 36 “En cada tick” frente a los 28 de “Precios de apertura”. También el total neto de beneficios varia en uno y otro, siendo mayor en cada tick.

¿Por qué se produce esto?

En este gráfico podemos ver que en el modo de ejecución de “En cada tick” en una sola barra podemos ejecutar 5 operaciones:



Figura 39: Gráfico de candelabro con 4 posiciones abiertas en la misma franja de tiempo

En caso de utilizar “Solo precios de apertura”, solo habrá una operación en esta barra. Esto se produce porque en el modo de testeo del algoritmo siguiendo este modelo de análisis, llegará a un límite de pérdidas y será el fin de la barra (en este caso específico), no podrá ejecutar más ya que como hemos visto, solo toma los precios OHLC. En cambio si utilizamos el modo de análisis “En cada tick”, el algoritmo (concretamente el método Start()) se ejecutará varias veces en una sola barra ya que se ejecuta en cada tick. Dentro de una barra de 4h, la función Start() ejecuta múltiples veces. En este caso, el AE será más efectivo en un modo de análisis de “En cada tick” ya que es más realista ejecutar varias operaciones en una barra de tiempo, que solo una. De todas formas, todo es relativo y puede no interesarnos dados las características de nuestro robot, lanzar varias operaciones en una franja de tiempo. Aquí es más efectivo en cada tick, debido a que la franja de tiempo que hemos utilizado es de 4h, por lo que muchas operaciones deberían ser ejecutadas en ese tiempo.

Esto último no procede para el análisis que realizamos pero es una forma de solucionar el problema de lanzar operaciones múltiples en una franja de tiempo. Si queremos limitar el número de operaciones por franja de tiempo a uno podemos utilizar las siguientes funciones en el algoritmo:

```
if (New_Bar()){  
    “Condiciones de entrada correspondientes del robot”  
}  
  
bool New_Bar() {
```

```

// New_Time = 0 cuando New_Bar () es llamado por primera vez
static datetime New_Time=0;

// Si New_time no tiene el mismo tiempo que la barra actualmente abierta, entonces es una
// nueva barra
if (New_Time!=Time[0]){
    // Asignamos a New_Time el tiempo de la barra abierta actual
    New_Time=Time [0];
    return (true);
}
return (false);
}

```

Si añadimos este fragmento al algoritmo del robot y volvemos a ejecutar el modo de análisis según “En cada tick”, observemos los resultados que obtenemos:

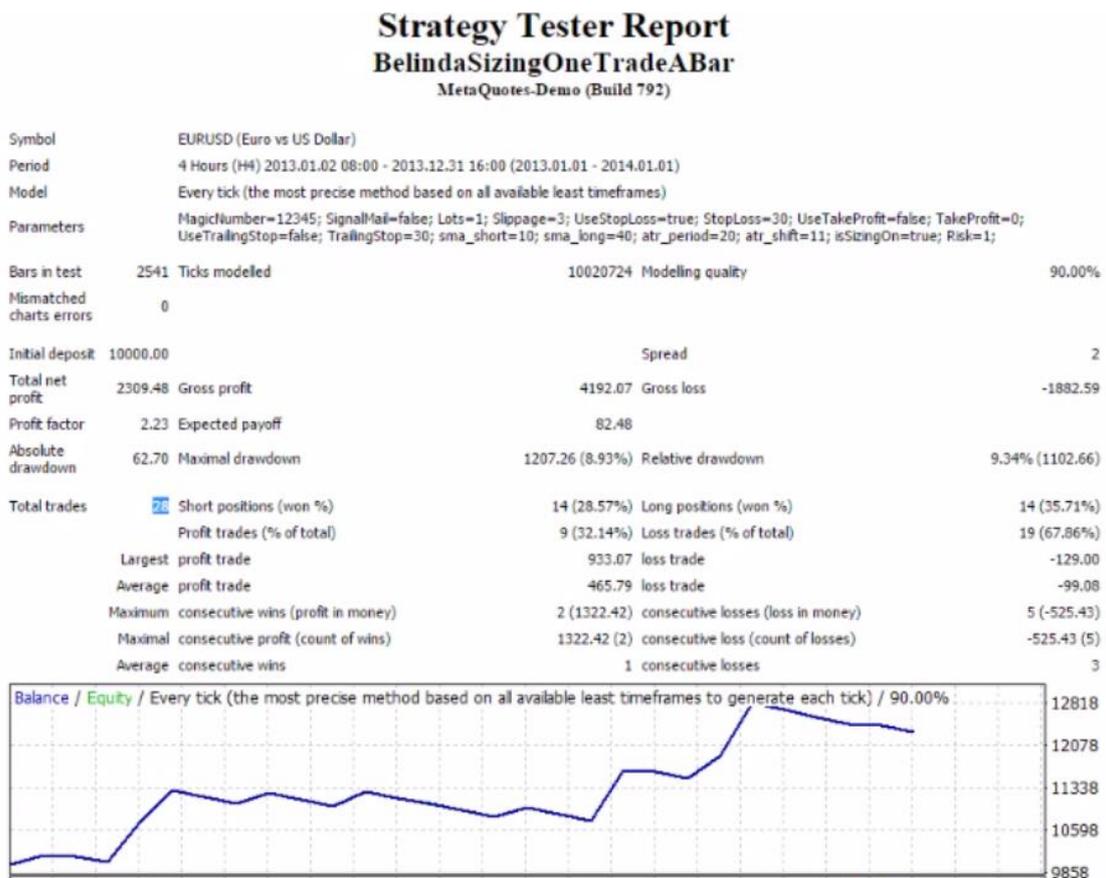


Figura 40: Informe del mismo AE pero con las variaciones introducidas

¿Ahora son prácticamente idénticos, no? Con esto quiero reflejar que cuenta mucho el tipo de análisis que utilizamos pero dicho análisis está condicionado al diseño del robot y las ideas de implementación que tengamos

5.3 Analizando la robustez de nuestro algoritmo

La robustez de un algoritmo es la capacidad del mismo para adaptarse a los cambios del mercado y comprobar cómo ha sido la ejecución del mismo. Para cada escenario debemos guardar y analizar:

- Los beneficios netos
- El factor de beneficios
- Los “drawdowns” negativos
- El número total de transacciones
- % de transacciones largas y cortas

Este análisis debe ser realizado tanto en los escenarios favorables como desfavorables o realmente impredecibles (Black Swan Theory ó Black Swan Events) del mercado. La Teoría del Cisne Negro la desarrolló Nassim Nicholas Taleb para explicar:

- El desproporcionado papel de alto impacto, difícil de predecir, y los sucesos extraños que están fuera del ámbito de las expectativas normales de la historia, la ciencia, las finanzas y la tecnología.
- La no computabilidad de la probabilidad de los sucesos raros consecuenciales utilizando métodos científicos (debido a la naturaleza misma de las probabilidades pequeñas).
- Los sesgos psicológicos que hacen a las personas individual y colectivamente ciegas a la incertidumbre e inconscientes al rol masivo del suceso extraño en los asuntos históricos.

Estos Eventos de Cisne Negro pueden ser:

- La crisis de 2008
- La Gran Depresión
- El lunes negro (Black Monday) del 19 de octubre de 1987
- La burbuja de Internet en el 2000

Para ello, debemos ejecutar los análisis de backtest correspondientes en dichos periodos de eventos así como cuando las condiciones son favorables, ver como se recuperan de dichos eventos o si sucumben por completo a estas situaciones impredecibles del mercado. Este conjunto de información lo podemos denominar “Condiciones Estratégicas del Mercado” y debemos captar dichas condiciones favorables y desfavorables. Tras haber encontrado las condiciones estratégicas, debemos analizar si nuestro algoritmo cumple o no, los objetivos para los que ha sido diseñado.

Pasos para hacer un análisis de backtesting a un AE en sus CEM

- 1) Encontrar los periodos positivos de CEM y aquellos periodos negativos de CEM (puede haber varios tipos de Condiciones Estratégicas del Mercado favorables y desfavorables)
- 2) Hacer un análisis de backtest en ambos periodos.
- 3) Guardar los resultados de cada análisis en un informe
- 4) Encontrar las diferencias entre un periodo favorable y su antagónico.

¿Cómo sabemos si nuestro robot es capaz de captar la ineficiencia deseada?

- 1) El AE tiene éxito capturando la ineficiencia que buscamos (Señales de ingresos positivos satisfacen las expectativas). Con este punto, comprobamos la robustez y los periodos favorables/desfavorables de CEM
- 2) El AE sobrevive cuando el mercado es especialmente incierto y no contiene la ineficiencia del mercado debido a hechos relacionados con la Teoría del Cisne Negro
- 3) (Bonificación) El AE supera con creces las expectativas en cuanto a ejecución y robustez.

5.4 Entender la influencia del spread Bid-Ask en nuestros análisis

¿Para qué utilizamos el spread?

En nuestro “Probador de Estrategias”, nosotros podemos variar el spread usado en nuestros análisis. Podemos verlo en esta imagen:

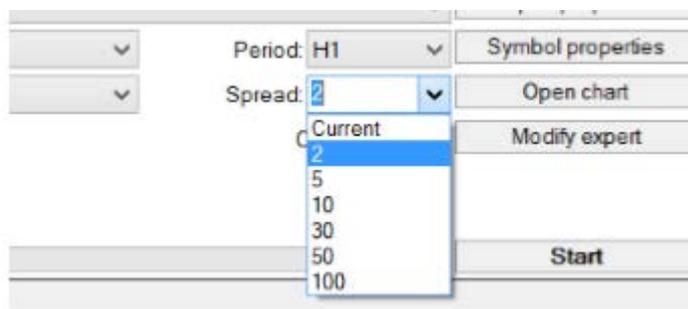


Figura 41: Interfaz de MT4 para fijar el spread

Los spreads actuales se refieren al último spread conocido del instrumento que deseamos intercambiar. Debemos tener en cuenta que el spread actual es mucho más grande los fines de semana. Si necesitaremos comprobar el spread actual podríamos abriendo la ventana de Propiedades del símbolo (o paridad). Destacar que **el spread está en puntos (Point) y no en pips.**

Usando las variables de spread

No podemos cambiar el spread cuando ejecutamos el análisis para reflejar las condiciones reales del mercado. Durante nuestro análisis de “Backtest”, nuestro spread será fijo. Para conocer y utilizar el spread que hayamos fijado en el “Probador de Estrategias”, podemos utilizando el siguiente fragmento de código `MarketInfo(Symbol(), MODE_SPREAD)`. Cuando utilizamos `MODE_SPREAD`, nos devuelve el valor del spread que hayamos fijado para la paridad correspondiente. Esto es fijo durante todo el proceso de “Backtest”.

¿Quiere decir esto que no podemos cambiarlo nunca? No necesariamente. En apartados más adelante hablaremos de la simulación de Monte Carlo donde utilizando los datos que se hayan generado tras haber finalizado el “Backtest” con la información correspondiente, podremos aleatorizar algunas variables como el Slippage o el spread aquí tratado para estudiar nuevas situaciones en el mercado y así comprobar la robustez de nuestro algoritmo.

Recordatorio: Pip vs Point

1 pip = 0.0001 en un bróker de 4 dígitos y 0.00010 en un bróker de 5 dígitos.

1 punto (Point) = 0.0001 en un bróker de 4 dígitos y 0.00001 en un bróker de 5 dígitos.

5.5 Optimización en MT4

Se dice por aquel proceso donde ajustamos la estructura y reglas de nuestro sistema de trading para maximizar/minimizar la función objetivo. Dicha función objetivo tiene que ver con la mejor ejecución o métrica de calidad para nuestro análisis de backtest con parámetros tales como: el ratio Sharpe, el ratio de beneficios o los beneficios netos. En otras palabras, es un proceso donde variando los valores de los parámetros y las reglas, podemos encontrar la mejor variación de rendimiento ya que queremos adaptar nuestro AE a las condiciones del mercado.

Funciones objetivo

Una función objetivo puede ser el objetivo del resultado de un intento de expresar el objetivo final de un negocio económico en términos matemáticos para su uso en análisis de decisión, investigación de operaciones y estudios de optimización. Una función objetivo debe tener 3 elementos

Elementos de una función objetivo

Ingresos o ganancias

Esto se refiere a todos los elementos que representan entradas de capital. Ej: Beneficios totales, ingresos anuales, ingresos absolutos e ingresos esperados.

Riesgo

El riesgo se refiere a la varianza que se produce en los ingresos. Nosotros lo calculamos con “drawdowns” (medida que evalúa el retroceso actual en la curva de resultados respecto al máximo anterior) y otros elementos relacionados con las pérdidas cuantificables. Ej: Drawdown máximo, % de drawdown y números consecutivos de transacciones que presentan pérdidas.

Consistencia

La consistencia se refiere a la varianza de los ingresos. En términos académicos también se usa el término riesgo como sinónimos de consistencia. Algunos de los ejemplos para medir la consistencia se basan en: la desviación estándar de los ingresos, la desviación estándar de las transacciones ganadoras/perdedoras, oblicuidad y curtosis (skewness and kurtosis).

Tipos de funciones objetivas en MT4

MetaTrader 4 nos permite seleccionar 5 tipos de funciones objetivas o desarrollar nuestra propia función objetiva:

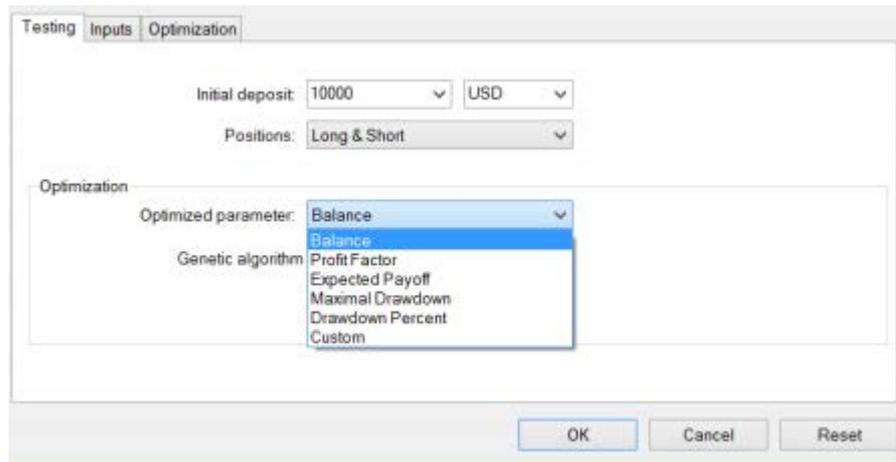


Figura 42: Interfaz de MT4 para seleccionar la función objetivo a optimizar.

Balance

Se refiere al balance final de la cuenta después de ejecutar el análisis de backtest. Es representado por los beneficios.

Beneficios= Balance final de la cuenta – Balance de la cuenta inicial.

Elementos en esta función objetivo: Ingresos o ganancias

Factor de beneficios

El factor de beneficios nos muestra el ratio entre el beneficio bruto y la pérdida bruta:

Factor de beneficios = Beneficio bruto / pérdida bruta

Donde:

Beneficio bruto = La suma de todos los beneficios de las transacciones con beneficios.

Pérdida bruta = La suma de todas las pérdidas de las transacciones con pérdidas.

Elementos en esta función objetivo: Ingresos y riesgo.

Pagos esperados (Expected Payoff)

Expected Payoff = Tasa de acierto * Beneficio por transacción – (1- Tasa de acierto)* Pérdida por transacción =

= (Transacciones con beneficios / Total de transacciones) * (Beneficio bruto / Transacciones con beneficios) –

(Transacciones con pérdidas / Total de transacciones) * (Pérdida bruta / Transacciones con pérdidas)

Elementos en esta función objetivo: Ingresos y riesgo.

Drawdown máximo

Drawdown máximo = Máximo de (Pico del balance inicial – pico mínimo del balance tras incurrir en pérdidas) o máximo de (Pico máximo – siguiente pico mínimo).

En esta gráfica el drawdown máximo es la flecha más gruesa:



Figura 43: Ejemplo de drawdown máximo en una curva de equidad

Elementos en esta función objetivo: Riesgo.

Drawdown máximo en %

Max Drawdown % = (Drawdown máximo / el máximo pico) * 100%

Elementos en esta función objetivo: Riesgo.

Personalizada (Custom)

MetaTrader4 nos permite crear nuestras propias funciones objetivo personalizadas. Algunas de ellas pueden ser:

Sharpe Ratio

$$S_a = \frac{E[R_a - R_b]}{\sigma_a} = \frac{E[R_a - R_b]}{\sqrt{\text{var}[R_a - R_b]}}$$

Figura 44: Formula del Ratio de Sharpe

Donde R_a es el rendimiento de la inversión en cuestión; R_b es el rendimiento de una inversión de referencia, como por ejemplo la tasa de interés libre de riesgo; $E[R_a - R_b]$ es el valor esperado del exceso de rendimiento de inversión comparado con el retorno de la inversión de referencia y $\sigma = \sqrt{\text{var}[R_a - R_b]}$ es la desviación estándar (volatilidad) del exceso de rendimiento de la inversión.

Elementos en esta función objetivo: Consistencia y recompensa

Ingresos sobre Drawdown Máximo % (RoMad)

$\text{RoMad} = \text{Retorno de la cartera} / \text{Máximo Drawdown \%}$

Elementos en esta función objetivo: Riesgo y recompensa

Algunas de las funciones objetivo que podemos crear son combinación de las anteriormente mencionadas:

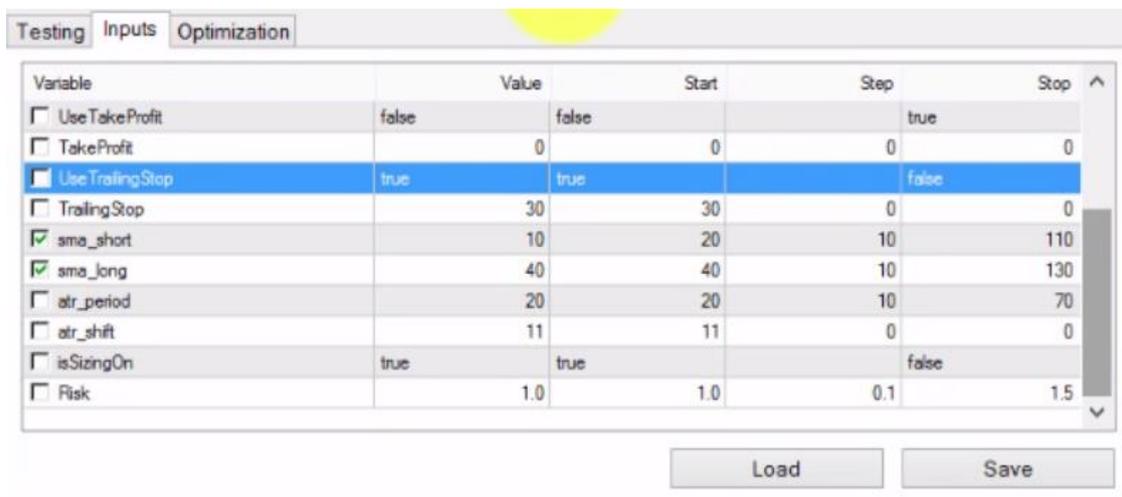
- Factor de beneficios / Desviación típica de los ingresos en cartera
- Ratio de Sharpe / Máximo Drawdown %
- RoMad / Desviación típica de los ingresos en cartera

No hay unos mejor que otros, siempre que cumplan algunos puntos o funcionalidades:

- 1) Meta de la optimización.
- 2) Análisis de la ejecución (performance).
- 3) Robustez de la función objetivo.
- 4) Uso de funciones objetivo consistentes cuando comparamos backtests.

Ajuste de los parámetros de entrada

En nuestro MT4, aparte de testear las diferentes funciones objetivo, podemos cambiar y optimizar los valores de los parámetros de entrada mediante la siguiente interfaz, la cual contiene todas las variables que declaremos en nuestro Asesor Experto:



Variable	Value	Start	Step	Stop
<input type="checkbox"/> UseTakeProfit	false	false	true	
<input type="checkbox"/> TakeProfit	0	0	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> UseTrailingStop	true	true	false	
<input type="checkbox"/> TrailingStop	30	30	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> sma_short	10	20	10	110
<input checked="" type="checkbox"/> sma_long	40	40	10	130
<input type="checkbox"/> atr_period	20	20	10	70
<input type="checkbox"/> atr_shift	11	11	0	0
<input type="checkbox"/> isSizingOn	true	true	false	
<input type="checkbox"/> Risk	1.0	1.0	0.1	1.5

Figura 45: Interfaz de MT4 para ajustar los parámetros de entrada

En ella podemos ver una columna para la variable que queremos optimizar, el valor “Value” que posee dicha variable, el valor inicial “Start” de dicha variable (suele coincidir con el valor que asignamos), los pasos “Steps” en los que queremos aumentar/reducir el tamaño de la variable y por último la columna de parada “Stop”, donde ponemos el valor límite que podrá

obtener la variable a optimizar tras el número de pasos necesarios para llegar a ese valor. Destacar que para optimizar una variable por pasos debemos marcar la caja de dicha variable. Las cajas sin marcar tendrán el valor “Value” por defecto introducido en el código y no se producirán aumentos/decrementos.

Pass	Profit	Total trades	Profit factor	Expected Payoff	Drawdown \$	Drawdown %	Inputs
15	2100.58	16	2.62	131.29	617.47	4.86	sma_short=90; sma_long=70; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
5	2074.10	36	1.79	57.61	783.78	7.01	sma_short=40; sma_long=50; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
27	2026.83	7	6.93	289.55	240.83	1.06	sma_short=60; sma_long=120; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
2	1585.40	31	1.64	51.14	1018.22	8.08	sma_short=30; sma_long=40; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
19	1337.17	15	2.39	89.14	315.55	2.94	sma_short=100; sma_long=60; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
1	1289.33	27	1.60	47.75	1318.32	10.47	sma_short=20; sma_long=40; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
18	1231.33	19	1.83	64.61	1092.03	9.46	sma_short=90; sma_long=80; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
4	1229.16	25	1.68	49.17	857.57	7.17	sma_short=30; sma_long=50; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
13	1090.50	18	1.95	60.58	434.76	4.02	sma_short=30; sma_long=70; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
32	877.43	11	2.00	79.77	787.95	6.75	sma_short=110; sma_long=130; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
10	764.57	25	1.48	30.58	960.00	8.26	sma_short=70; sma_long=60; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
24	669.96	11	2.10	60.91	446.80	4.33	sma_short=80; sma_long=110; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
23	587.73	7	2.37	83.96	429.26	3.90	sma_short=40; sma_long=110; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
3	582.96	15	1.56	38.93	403.27	3.93	sma_short=80; sma_long=40; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
25	548.37	12	1.76	45.70	408.48	3.92	sma_short=100; sma_long=110; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
9	537.71	19	1.43	28.30	647.43	5.88	sma_short=30; sma_long=60; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
21	504.15	15	1.48	33.61	759.48	6.74	sma_short=70; sma_long=100; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
22	465.85	15	1.40	31.06	1050.91	9.31	sma_short=80; sma_long=100; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
26	331.08	11	1.45	30.10	414.29	3.88	sma_short=30; sma_long=120; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
17	298.91	23	1.20	13.00	607.06	5.81	sma_short=70; sma_long=80; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
30	294.17	6	1.70	49.03	516.86	4.83	sma_short=60; sma_long=130; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
11	282.08	15	1.29	18.81	587.81	5.80	sma_short=110; sma_long=60; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
6	252.63	27	1.14	9.36	867.93	8.57	sma_short=60; sma_long=50; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
31	244.32	8	1.48	30.54	310.30	2.94	sma_short=80; sma_long=130; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...
7	198.00	37	1.08	5.85	848.68	7.71	sma_short=70; sma_long=50; MagicNumber=12345; SignalMail=0; Lots=1; Slippage=3; UseStopLoss=1; StopLoss=30; UseTakeProfit=0; TakeProfit=0; UseTrailingSt...

Figura 46: Resultados de la optimización generados por MT4

Tras ejecutar el análisis podemos ver aquí los resultados del análisis de optimización. Cada línea representa una situación, la cual es una representación de la variación de nuestra optimización. Los parámetros de entrada con sus valores que incluye cada línea, representan los “inputs” de cada situación. En cada línea podemos ver también las columnas referidas a las funciones objetivo mencionadas previamente: Beneficios, Número total de transacciones, Factor de beneficios, Pagos esperados, Drawdown y Drawdown %.

Si una de estas situaciones nos gusta para evaluar nuestro AE, podemos seleccionar la línea correspondiente y guardar los parámetros de entrada de dicha situación para así emplearlos en nuestra interfaz de optimización.

Una vez ejecuta la optimización podremos guardar el resultado de nuestra optimización en un informe con los datos que hemos explicado así con un gráfico donde el eje de las X se corresponde con las situaciones (Pass) y el eje de las y, con el balance de nuestra cuenta. Visto gráficamente sería así:

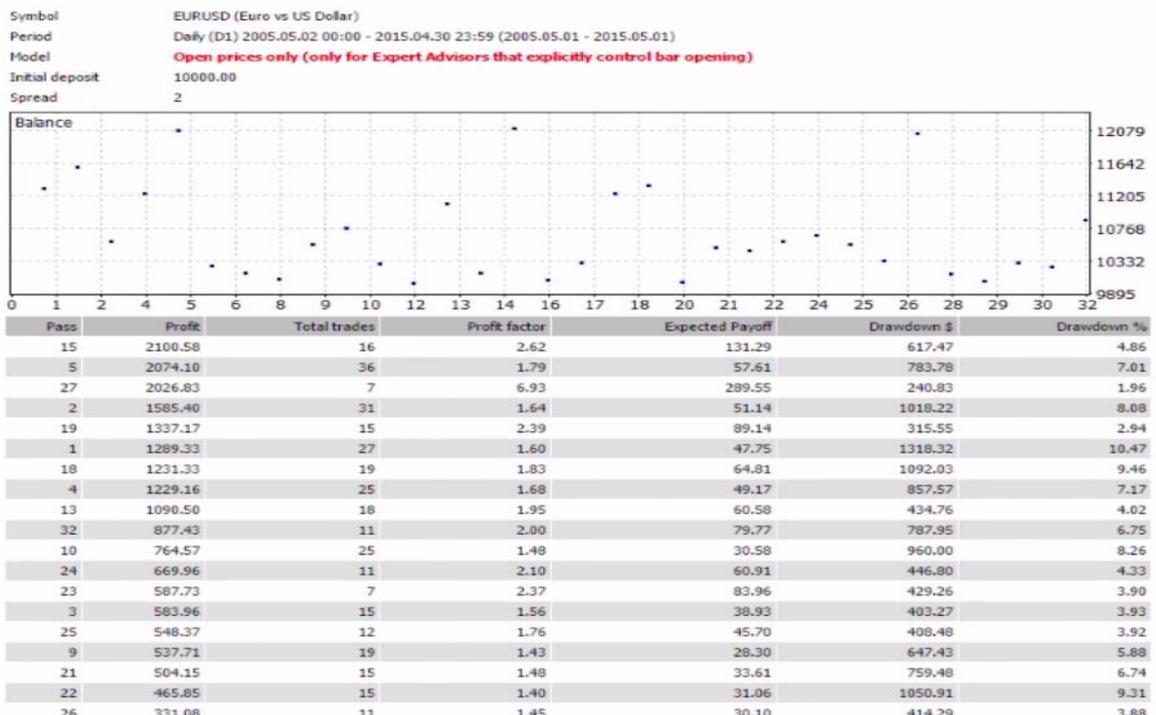


Figura 47: Informe de optimización con su gráfico generado por MT4

Tipos de limitaciones al optimizador de MT4

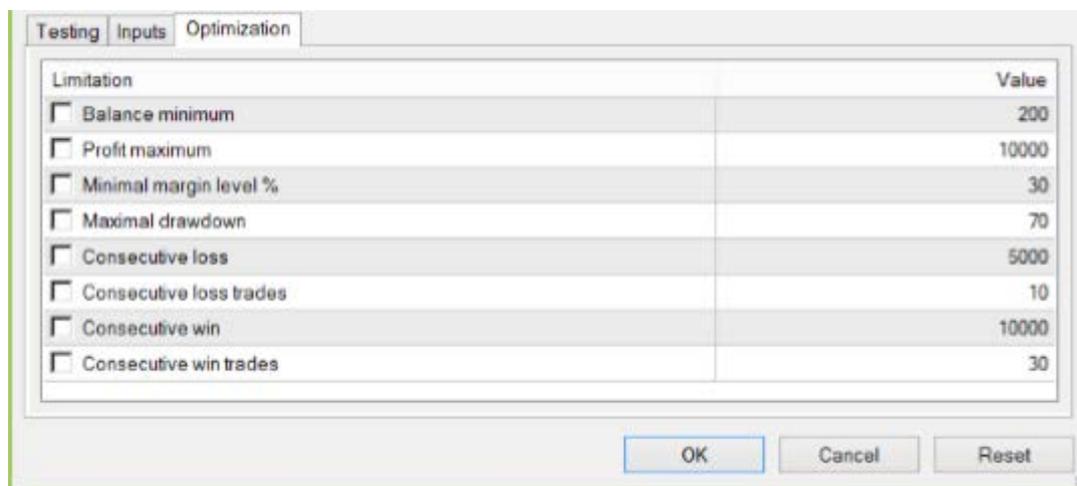


Figura 48: Interfaz del limitador de optimización de MT4

Balance mínimo: El valor más bajo del balance en nuestro deposito. Una situación de optimización parará su ejecución si el balance de la cuenta baja de los 200 \$

Máximo de beneficios: El valor más grande los beneficios en nuestro deposito. Una situación parará si nuestro beneficio sube por encima de los 10.000 \$

Mínimo nivel de margen en %: El valor más bajo en el nivel de margen en %. Una situación parará si nuestro nivel de margen % cae por debajo del 30%.

Nivel de margen % = (Equidad de la cuenta / Margen usado) * 100

- Equidad de la cuenta = Balance de la cuenta + beneficios inesperados – pérdidas inesperadas.
- Margen usado = (Valor total de las posiciones / Multiplicador del apalancamiento financiero)
 - Ejemplo: Si compramos un pack estándar de lots en EUR/USD (100000 \$ en USD) y nuestro bróker nos ofrece 100:1 de apalancamiento financiero. Nosotros necesitamos 1000 \$ en nuestra cuenta para abrir esa transacción. Nuestro margen usado es de 100. Esto se ve con la aplicación de la fórmula: Margen usado = $100.000 / 100 = 1000$.
 - En el ejemplo anterior, si la equidad de nuestra cuenta es 2000\$ y nuestro margen usado es de 1000, nuestro nivel de margen en % es de 200%.

Máximo drawdown %: El más grande drawdown en términos de porcentaje. Nuestra situación parará si nuestro % sube por encima del 70 % en este caso. Ej: Si tenemos 10.000 de capital inicial, las pérdidas exceden los 7000 \$.

Pérdidas consecutivas: El número más grande de pérdidas dentro de una serie de transacciones. Una situación parará si nuestras pérdidas en una serie de transacciones consecutivas sobrepasan los 5000 \$.

Transacciones negativas consecutivas: El número más grande de transacciones negativas consecutivas dentro de una serie. Una situación parará si el número de transacciones negativas excede de 10.

Beneficios consecutivos: El número más grande de pérdidas dentro de una serie de transacciones. Una situación parará si nuestros beneficios en una serie de transacciones consecutivas sobrepasan los 10000 \$.

Transacciones positivas consecutivas: El número más grande de transacciones positivas consecutivas dentro de una serie. Una situación parará si el número de transacciones positivas excede de 30.

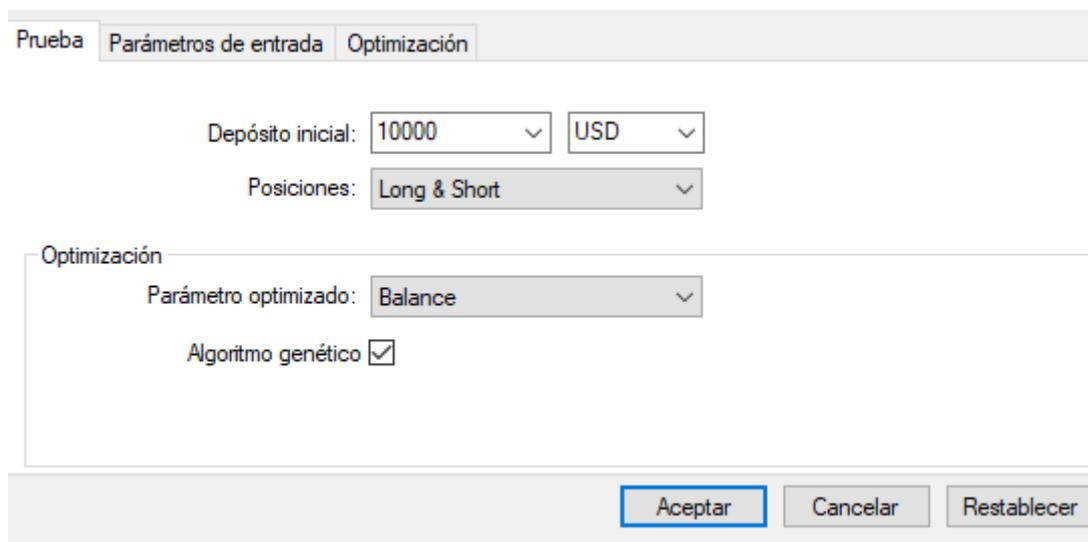
5.5.1 Algoritmos genéticos

Un algoritmo genético (AG) es una serie de pasos organizados que describe el proceso que se debe seguir, para dar solución a un problema específico. Estos algoritmos hacen evolucionar una población de individuos sometiéndola a acciones aleatorias semejantes a las que actúan en la evolución biológica (mutaciones y recombinaciones genéticas), así como también a una selección de acuerdo con algún criterio, en función del cual se decide cuáles son los individuos más adaptados, que sobreviven, y cuáles los menos aptos, que son descartados. Los algoritmos genéticos se enmarcan dentro de los algoritmos evolutivos.

Aplicando esta definición al mundo de las finanzas, un algoritmo genético es un método de optimización que va evolucionando para encontrar la situación con la mejor función de ejecución objetiva.

Algoritmo genético en la optimización de MT4

Para activar el algoritmo genético, debemos marcar la casilla correspondiente en la interfaz de optimización:



The image shows a screenshot of the MT4 optimization window. At the top, there are three tabs: 'Prueba', 'Parámetros de entrada', and 'Optimización'. The 'Optimización' tab is selected. Below the tabs, there are several input fields: 'Depósito inicial' with a value of '10000' and a currency dropdown set to 'USD'; 'Posiciones' with a dropdown set to 'Long & Short'. Below these is a section titled 'Optimización' which contains 'Parámetro optimizado' set to 'Balance' and a checked checkbox for 'Algoritmo genético'. At the bottom of the window, there are three buttons: 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Restablecer'.

Figura 49: Interfaz de optimización del algoritmo genético

Una vez activada, destacar que en esta optimización de MT4, la situación con la mejor función objetivo sobrevive. Al inicio de la optimización, el AG seleccionará situaciones aleatorias de la población actual y las cruzará. Estos pares de situaciones serán la primera generación de padres.

Cada par de padres producirá un hijo. El hijo es creado por una o una combinación de los siguientes métodos:

- El hijo toma los parámetros de valor de los padres con la función objetiva más alta.
- El hijo toma los parámetros de valor de la combinación de los parámetros de entrada de los padres
- El hijo toma los parámetros de entrada que sean producto de una variación aleatoria. Esto se conoce como mutación.
- El hijo toma los parámetros de entrada los cuales son inversos a los de sus padres

Por lo tanto, el hijo se supone que serán tan apto o más que sus padres. Esto no siempre es cierto, ya que requiere de varias generaciones (iteraciones) para que la población evoluciona hasta una situación óptima. La situación óptima es seleccionada cuando no hay una mejora significativa en el hijo sobre sus padres. Este hijo será la situación más adecuada o “fit”.

Implicaciones del AG

1- Requieren de un parámetro de optimización

De la imagen anterior, podemos ver que necesitamos seleccionar un “parámetro optimizado” en MT4 cuando marcamos la opción de algoritmo genético. Sin este “parámetro optimizado”, no hay una definición clara de cuál es el significado de ser apto o “fit” en una población. Por lo tanto no podemos evolucionar si no hay una finalidad en esa evolución.

2- Reducen la duración de la optimización

Con el AG, no tenemos que testear cada situación. Por tanto, la duración de nuestra optimización se reduce significativamente. El tiempo que ahorramos usando un AG puede ser desde horas hasta días.

3- No siempre son los mejores

No siempre nuestro AG nos dará la mejor situación. Hay elementos de aleatoriedad importantes en la selección de padres inicial y en las sucesivas generaciones, por lo que no podemos asegurar siempre que nuestra situación optimizada sea la más adecuada.

Aun así, nuestra situación optimizada suele estar cercana a la mejor situación posible. En muchos casos, el tiempo que nos ahorramos con nuestros AGs nos compensa el coste de tener menos precisión en el proceso de optimización.

5.5.2 Ajuste de curvas (curve fitting)

En estadística y aprendizaje automático, el sobreajuste de curvas ocurre cuando un modelo estadístico describe errores aleatorios o ruido en lugar de la relación subyacente. El sobreajuste generalmente ocurre cuando un modelo es excesivamente complejo, tal como muchos parámetros relativos al número de observaciones.

Dicho de otra manera, el sobreajuste de curvas es el proceso de adaptar a un sistema de trading tan cercano a los datos históricos (lo cual incluye tanto ruido como señales) que se vuelve inefectivo en el futuro al tratar con situaciones diferentes a las ocurridas en el pasado. Por este motivo debemos adaptar nuestras estrategias de trading a las señales de los datos históricos y no al ruido.

El sobreajuste de curvas no puede ser eliminado por completo cuando diseñamos AE. Siempre hay elementos de ajuste de curvas desde que utilizamos datos/gráficos del pasado y nos supone una inspiración para hacer nuestro robot.

La prudencia en el mercado contiene elementos de ajuste de curvas también. Las ineficiencias del mercado dan lugar a un cierto comportamiento del precio, nosotros sabemos que estas ineficiencias existen porque lo hemos visto en el pasado. Ej: Si el Banco Central Europeo imprime más euros, suponemos que el valor del euro bajará. Nosotros hacemos esta suposición en base a 2 conceptos:

- 1- Porque es lógico visto desde un punto de vista económico
- 2- Porque cuando un Banco Central imprime dinero por lo general causa inflación y su moneda se deprecia frente a otras porque lo hemos visto en algunos casos en el pasado además de aprenderlo por la experiencia. Esta suposición aunque sea cierta, contiene elementos de ajuste de curvas.

Si nos fijamos en las siguientes curvas de izquierda a derecha, vemos que la 1º tiene un ajuste pobre a los datos presentados en el gráfico por lo que la ejecución del AE será pobre en algunos casos. En el 2º caso se puede decir que es “robusta” ya que traza bien el recorrido de los valores históricos. El 3º en cambio, presenta un sobreajuste de la curva y por lo tanto, fallará desde que contenga datos diferentes a los estudiados en el pasado ya que no sabrá reaccionar ante nuevos datos o comportamientos diferentes a los del pasado. Se podría decir que se ha producido un sobreaprendizaje.

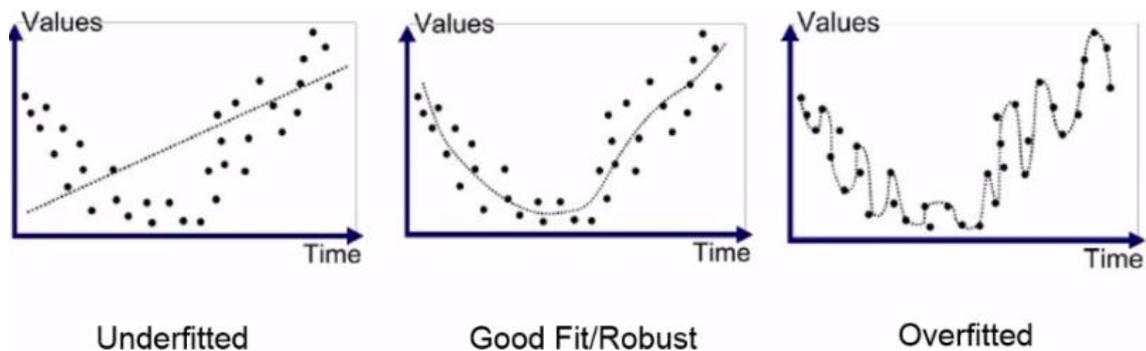


Figura 50: Tipos de ajuste de curvas de equidad

Algunas maneras de reducir el ajuste de curvas

1- Número de reglas limitado (Grados de libertad)

Debemos reducir el número de reglas de nuestras estrategias de trading a las que sean verdaderamente esenciales. A menor número de reglas que tenga nuestro robot, menos libertad tendrá para sobreajustarse a los datos del pasado. Este método está asociado a la idea de los grados de libertad.

2- Importancia de los parámetros

Hay muchas variables en una estrategia de trading, pero eso no significa que debemos optimizar cada parámetro. Nosotros solo debemos optimizar aquellos parámetros de entrada que tienen influencia sobre las señales de mercado que estamos interesados en captar.

3- Rangos de optimización significativos

Cuando optimizamos una variable, necesitamos seleccionar un rango de parámetros de valores para testarla. No es aconsejable utilizar un rango muy amplio en busca de una mejor ejecución del algoritmo. Nuestro rango de valores debe estar cercano a la ineficiencia del mercado que queremos capturar.

4- Rango de pasos en los parámetros significativos

<input checked="" type="checkbox"/> sma_short	43	20	1	119
<input checked="" type="checkbox"/> sma_long	41	40	1	139
<input checked="" type="checkbox"/> atr_period	29	20	1	40
<input type="checkbox"/> atr_shift	11	11	0	0

Figura 51: Ajuste de los pasos en las variables de nuestro AE con la ayuda de la interfaz de MT4

Tener pasos pequeños como los definidos en esta imagen es similar a tener un gran número de reglas en nuestra estrategia. Los valores pequeños en los pasos permiten

al robot adaptarse a los pequeños detalles del mercado, los cuales por lo general son ruido. Por este motivo, los rangos de los pasos deben ser significativos en cada iteración.

5- Optimización de variables independientes

Si nos fijamos en la imagen del punto 4), estamos intentando optimizar 3 variables juntas. En lugar de intentar optimizar esas 3 variables, nosotros podemos dividir la optimización en 3 y optimizar cada variable de forma independiente. Esto nos ayudará a entender cómo afecta cada variable al cómputo global de nuestra estrategia. Un entendimiento mejor de nuestra estrategia nos ayudara a bajar la tendencia al sobreajuste en nuestros análisis de backtest. De todas formas, si las variables están correlacionadas, una optimización independiente de cada variable puede conducir a una optimización errónea o con falta de información. En dicha imagen del punto 4), sma_short y sma_long están correlacionadas directamente de hecho ya que ambas variables están relacionadas con el cruce de Medias Móviles Simples (MMS).

Destacar que es preferible ejecutar varias optimizaciones de las variables para así reducir el tiempo de cómputo, que una sola optimización con todas las variables juntas, la cual tardará más tiempo. Aun así siempre debemos vigilar la correlación entre ellas.

6- Utilizar estrategias dentro y fuera de las muestras de datos

Optimizamos una estrategia utilizando un set de datos llamado X (datos de entrenamiento). Una vez encontrado la situación ideal para X, ejecutamos un análisis de backtest con los valores de nuestros parámetros optimizados en el mismo conjunto de datos X. ¿Qué ocurriría?

Lógicamente, debería reportar un informe mejor que la primera vez que ejecutamos dicho análisis. Esto sin embargo no es útil para nuestros objetivos. Nuestra situación ideal se habrá adaptado bien a X, pero cuando introducimos un diferente conjunto de datos llamado Y (datos de validación), es verdaderamente cuando vemos si nuestros parámetros de valores son adecuados para la estrategia de nuestro AE.

7- Tamaño de las muestras de datos

El tamaño de las muestras también está relacionado con el sobreajuste de las curvas. Si un conjunto de datos es demasiado grande, puede contener mucho ruido. Si es muy pequeño, puede contener señales del mercado o solamente ruido.

8- Optimización de avance (Walk-Forward optimization)

Cogiendo la idea del punto 6), debemos repetir nuestras estrategias muchas veces para tener una optimización de avance.

La optimización de avance es un método que engloba utilizar continuamente optimización de muestras/conjuntos de datos (datos de entrenamiento) para probarlos en otros conjuntos de datos diferentes (datos de validación) a los iniciales. Este es uno de los métodos en trading a la hora de probar estrategias.

9- Prudencia de mercado

Hay que mencionar la mejor defensa contra el sobreajuste del mercado, la prudencia. Si una estrategia de mercado es prudente, quizás pueda conseguir explotar una ineficiencia de mercado.

Esto da lugar a un efecto causal entre la ineficiencia del mercado y los beneficios:

- 1- Una ineficiencia en el mercado X dirige a un comportamiento del mercado Y (esto es causalidad y no correlación)
- 2- Diseñamos un robot Z que explote el comportamiento del mercado Y
- 3- Implementamos el robot Z cuando creemos que la ineficiencia en el mercado X va a suceder
- 4- Beneficios (o pérdidas) de dicho mercado.

10- Búsqueda de correlaciones

Hay variables que por el diseño del código del AE pueden estar correlacionadas de forma directa e indirecta. En estos casos hay que ver cómo pueden influir los cambios producidos en una variable sobre la otra. Para ello debemos identificar la correlación:

Correlación explícita

- Comprobar si las variables se utilizan en las mismas reglas (entradas, salidas, position sizing, etc.)

Correlación implícita

- Comprobar si las variables están relacionadas desde el punto de vista de la ineficiencia del mercado que deseamos captar.
- Comprobar si dichas variables están relacionadas por una variable, comportamiento o regla intermedia.

5.6 Estudio y análisis de algunos AEs del mercado

A la hora de buscar Asesores Expertos implementados en lenguaje MQL4, podemos obtener una gran cantidad de ellos por Internet en las páginas especializadas ya sean de pago o de forma gratuita.

Yo empecé viendo algunos Asesores Expertos que estaban disponibles en la página de MQL4 o que podían ser descargados de los principales sitios especializados con la idea de ver el funcionamiento de los mismos y corregir las carencias que tenían algunos de ellos. Algunos de estos son: Belinda, Darcie, Ariel entre otros y las plantillas que obtuve de Lucas Liew, un bróker de Black Algo Technologies, donde se nos mostraba las pautas y lo que caracterizaba a los algoritmos de trading más potentes del mercado.

Todos estos AEs tienen particularidades a la hora de coger sus señales de entrada y de salida, así como de la implementación de los mismos con la ayuda de funciones diferentes. Procuré coger a los más avanzados o aquellos más específicos que controlaran diversos aspectos como los tiempos más adecuados para hacer trading (omitiendo lunes y viernes o algunos fechas determinadas), así como otras formas de controlar la volatilidad. Estos son algunas de las características de los mismos:

Belinda: Este es uno de los Asesores Expertos más sencillos a la hora de empezar a analizar las características propias de los AEs para decidir los motivos de inversión. Es un tipo de AE con una función más educativa o de tipo plantilla, aunque también es posible operar con él:

Reglas de entrada:

Si la volatilidad actual medida en ATR (ATR (20)) es mayor que la volatilidad (ATR (20)) de hace 10 horas:

- 1- Abre una posición larga cuando la Media Movil Simple corta (short_SMA (10)) cruza la MMS larga (long_SMA (40)) desde abajo (Ver detalles en “Crosstriguered”).
- 2- Abre una posición corta cuando la MMS corta (short_SMA (10)) cruza la MMS larga (long_SMA (40)) desde arriba (Ver detalles en “Crosstriguered”).

Reglas de salida:

- 1- Salir de una posición larga cuando la MMS corta (short_SMA(10)) cruza la MMS larga (long_SMA(40)) desde arriba.
- 2- Salir de una posición corta cuando la MMS corta (short_SMA(10)) cruza la MMS larga (long_SMA (40)) desde abajo.
- 3- 30 pips de parada (30 pips de separación desde el precio de entrada inicial).
- 4- Trailing stop de 30 pips.

Regla de sizing:

1 lot de sizing (en función del tipo de lot elegido).

Ariel: Este tiene incorporado una estrategia de las tortugas simplificada a la hora de abrir posiciones y reglas de entrada y salida. Tiene problemas con la volatilidad. Visto de una forma más específica:

Reglas de entrada:

Orden larga de mercado: Cuando el precio de cierre es igual o cruza la frontera superior del canal de Donchian (Donchian(20)) desde abajo y además la MMS corta (short_SMA(40)) es mayor que la MMS larga (SMA(80)). Esto indica que estamos en una tendencia alcista del mercado.

Orden corta de mercado: Cuando el precio de cierre es igual o cruza la frontera inferior del canal de Donchian (Donchian(20)) desde arriba y además la MMS corta (short_SMA(40)) es menor que la MMS larga (SMA(80)). Esto indica que estamos en una tendencia bajista del mercado.

Reglas de salida:

Salida de toma de ganancias (Profit-Taking Exit):

Salimos de la posición larga cuando el precio de cierre es igual o cruza la frontera inferior del canal de Donchian (Donchian(20)) desde arriba.

Salimos de la posición corta cuando el precio de cierre es igual o cruza la frontera superior del canal de Donchian (Donchian(20)) desde abajo.

Orden de parada de pérdidas (StopLoss Order):

Ponemos una orden de parada con un valor de $= 2 * ATR(20)$ cuando la posición es ejecutada por primera vez.

Regla de sizing:

1% de riesgo del capital por posición.

Nota: Ariel tiene problemas de ejecución cuando realizamos un análisis de backtest con el modelo “En cada tick” al tener carencias a la hora de controlar la volatilidad que se genera en franjas de tiempo menores a 1 min.

Blair: Un tipo de bot que se ayuda de los gráficos de candelabros para ejecutar estrategias con las siguientes reglas:

Reglas de entrada:

Orden larga de mercado: Cuando la parte baja de un candelabro es menor que la frontera inferior de un canal de Keltner (Keltner Channels(20) con $k=2$).

Orden corta de mercado: Cuando la parte alta de un candelabro es mayor que la frontera superior de un canal de Keltner (Keltner Channels(20) con $k=2$).

Reglas de salida:

Salida basada en el tiempo:

Cerrar cualquier orden después de 10 periodos independientemente de beneficios o pérdidas.

Salida de toma de ganancias (Profit-Taking Exit):

Ponemos una orden de toma de ganancias con valor de $= 3 * ATR (20)$ de distancia del precio de apertura cuando la posición es abierta por primera vez.

Orden de parada de pérdidas (StopLoss Order):

Ponemos una orden de parada con un valor de $= 2 * ATR (20)$ cuando la posición es ejecutada por primera vez.

Regla de sizing:

2% de riesgo del capital por posición.

Cary: Este es una mezcla entre Belinda y Blair como veremos ahora.

Reglas de entrada:

Si la volatilidad actual medida en ATR (ATR (20)) es mayor que la volatilidad (ATR (20)) de hace 10 horas:

- 1- Orden larga de mercado: El precio de cierre cruza la frontera superior de los canales de Keltner (Keltner Channel(20)) desde abajo.
- 2- Orden corta de mercado: El precio de cierre cruza la frontera inferior de los canales de Keltner (Keltner Channel(20)) desde arriba.

Reglas de salida:

Salida basada en el tiempo:

Cerrar cualquier orden después de 10 periodos independientemente de beneficios o pérdidas.

Salida de toma de ganancias (Profit-Taking Exit):

Ponemos una orden de toma de ganancias con valor de $= 5 * ATR (20)$ de distancia del precio de apertura cuando la posición es abierta por primera vez.

Orden de parada de pérdidas (StopLoss Order):

Ponemos una orden de parada con un valor de $= 2 * ATR (20)$ cuando la posición es ejecutada por primera vez.

Regla de sizing:

2% de riesgo del capital por posición.

NOTA: Este AE se asume que ejecuta en una franja de tiempo de 1H para las siguientes reglas descritas previamente.

Darcie: Este es un tipo de bot de retraseo. Es decir funciona similar a como funcionaría un Trailing Stop.

Reglas de entrada:

Orden larga de mercado: El precio de cierre toca la frontera inferior de los canales de Donchian (Donchian(24)) y es mayor que la MMS larga (SMA(72)). Esto indica que estamos en una tendencia alcista.

Orden corta de mercado: El precio de cierre toca la frontera superior de los canales de Donchian (Donchian(24)) y es menor que la MMS larga (SMA(72)). Esto indica que estamos en una tendencia bajista.

Reglas de salida:

Salida de toma de ganancias (Profit-Taking Exit):

Ponemos una orden de toma de ganancias con valor de $= 0.5 * \text{ancho de Donchian (24)}$ de distancia del precio de apertura cuando la posición es abierta por primera vez.

Nota: Ancho de Donchian = Tope superior del canal de Donchian – Tope inferior del canal de Donchian.

Orden de parada de pérdidas (StopLoss Order):

Ponemos una orden de parada con un valor de $= 2 * \text{ATR (24)}$ cuando la posición es ejecutada por primera vez.

Regla de sizing:

2% de riesgo del capital por posición.

Faith: Robot oscilante con reglas parecidas a las que tiene Cary. Este es utilizado para controlar casos de mayor volatilidad.

Reglas de entrada:

Si la volatilidad actual medida en ATR (ATR (20)) es menor que la volatilidad (ATR (20)) de hace 10 horas:

Orden larga de mercado: El precio de cierre cruza la frontera inferior de los canales de Keltner (Keltner Channel(20)) desde abajo.

Orden corta de mercado: El precio de cierre cruza la frontera superior de los canales de Keltner (Keltner Channel(20)) desde arriba.

Reglas de salida:

Salida basada en el tiempo:

Cerrar cualquier orden después de 10 periodos independientemente de beneficios o pérdidas.

Salida de toma de ganancias (Profit-Taking Exit):

Ponemos una orden de toma de ganancias con valor de $= 2 * ATR (20)$ de distancia del precio de apertura cuando la posición es abierta por primera vez.

Orden de parada de pérdidas (StopLoss Order):

Ponemos una orden de parada con un valor de $= 1 * ATR (20)$ cuando la posición es ejecutada por primera vez.

Regla de sizing:

2% de riesgo del capital por posición.

Elisa: Este es un AE cuya principal característica es que no hace trading durante los lunes y el primer día del mes. Parecido a Cary. Es el principal AE para evaluar el efecto estacional del tiempo, debido a que es el único de los AEs que se muestran en este trabajo que controla los días de trading.

Reglas de entrada:

Si la volatilidad actual medida en ATR (ATR (20)) es menor que la volatilidad (ATR (20)) de hace 10 horas:

Orden larga de mercado: El precio de cierre cruza la frontera superior de los canales de Keltner (Keltner Channel(20)) desde abajo.

Orden corta de mercado: El precio de cierre cruza la frontera inferior de los canales de Keltner (Keltner Channel(20)) desde arriba.

No abre posiciones los lunes.

No abre posiciones el primer día del mes.

Reglas de salida:

Salida basada en el tiempo:

Cerrar cualquier orden después de 10 periodos independientemente de beneficios o pérdidas.

Salida de toma de ganancias (Profit-Taking Exit):

Ponemos una orden de toma de ganancias con valor de $= 5 * ATR (20)$ de distancia del precio de apertura cuando la posición es abierta por primera vez.

Orden de parada de pérdidas (StopLoss Order):

Ponemos una orden de parada con un valor de $= 2 * ATR (20)$ cuando la posición es ejecutada por primera vez.

Regla de sizing:

2% de riesgo del capital por posición.

5.7 Análisis del sistema de la app software

Tras hablar de los aspectos más relevantes en cuanto a la creación y optimización de los AEs, procederemos a analizar las funcionalidades que debe contener nuestra App software

En esta sección demostramos el alcance y análisis del sistema implementado, la cual consiga satisfacer a los “stakeholders” involucrados y especialmente el usuario final. Este apartado ha sido elaborado en función del EVS realizado previamente

5.7.1 Alcance del sistema

La creación de los AEs documentados en nuestro trabajo tienen una función económica, en la que mediante trading automático, el robot será capaz de comprar y vender divisas cuando se den las apropiadas condiciones o reglas de entrada. Una vez iniciada las posiciones/órdenes de compra/venta, el AE determina cual es el mejor momento para abandonar una posición condicionado a sus reglas de salida específicas. Estas funcionalidades son las siguientes:

- Trading algoritmo automático.
- Elaboración y modificación de los AEs por los usuarios.
- Obtención de los precios históricos y actuales.
- Ejecución de informes económicos detallados.
- Posibilidad de optimización de código.
- “Live Trading”
- Acceso a la aplicación para solicitar creación o asesoramiento de AEs
- Posibilidad de seleccionar el AE para “Live Trading” que más se adapta a las condiciones del usuario

Trading algoritmo automático

- El AE será capaz de ejecutar automáticamente una vez iniciada la orden de comienzo por el usuario.
- El AE debe ser capaz de parar el trading si el usuario indica alguna restricción a la ejecución. Ej: Máximo número de transacciones con pérdidas
- Si no se producen restricciones por parte del usuario, el sistema ejecutará durante el tiempo determinado por el usuario o hasta que desee pararlo.

Elaboración y modificación de los AEs por los usuarios

- El usuario podrá acceder a los AEs para analizar el código subyacente.
- El usuario puede realizar una labor de creación desde 0, con la ayuda de las funciones de MQL4, indicadores técnicos y gestión de errores.
- Modificaciones en el código de los AEs por el usuario y a su conveniencia.

Obtención de los precios históricos y actuales

- Se podrá realizar análisis históricos de “Backtesting” con la ayuda de los precios del pasado a lo largo del tiempo determinado por el usuario.
- Obtención de los precios actuales con la mayor rapidez en caso de que el usuario desee ejecutar trading en tiempo real.

Ejecución de informes económicos detallados

- El AE proporcionará al usuario, una vez finalizada la ejecución, una interfaz donde podrá ver los resultados de su “Estrategia de Mercado” correspondiente al AE ejecutado. En caso de querer guardar el informe, podrá guardarlo en un documento HTML para su posterior consulta.
- Posibilidad de obtener informes de optimización de las estrategias con las modificaciones que hayamos hecho en los parámetros de entrada del código para analizar cada situación.

Posibilidad de optimización del código

- Una vez diseñado el AE, el usuario podrá ejecutar iteraciones de su AE en la que los valores de los parámetros van aumentando hasta un límite definido por el usuario. Dichas iteraciones darán lugar a nuevas situaciones para la selección de los mejores valores para los “inputs”
- Posibilidad de ejecutar algoritmos genéticos dentro de la plataforma MetaTrader4 para reducir el tiempo de ejecución en nuestros análisis de “Backtesting”

Live Trading

- MT4 pone a disposición del usuario, la posibilidad de ejecutar trading financiero con dinero real y los precios actuales del mercado sin coste adicional alguno.

Acceso a la aplicación para solicitar creación o asesoramiento de AEs

- El cliente podrá solicitar un presupuesto para la creación de un Asesor Experto
- El cliente podrá contratar alguno de los servicios de asesoramiento previamente mencionados.

Posibilidad de seleccionar el AE para “Live Trading” que más se adapta a las condiciones del usuario.

- El cliente podrá invertir con uno de los AEs creados por nuestra empresa. Se cobraría una comisión sobre los beneficios en caso de incurrir en ellas y ninguna en caso de entrar en pérdidas.

5.7.2 Identificación del entorno tecnológico

El entorno tecnológico el que está desarrollado el sistema, está expuesto en el anexo “Planificación y presupuesto”, como en “Estudio de las alternativas de solución”. Sus características formales son las siguientes:

- Sistema operativo Windows 10
- Plataforma de trading MetaTrader 4
- Editor de código MetaEditor
- Conexión a Internet veloz
- Aplicación de software “ForexToTrade” para mandar solicitudes de ayuda y recibir informes de los desarrolladores.
- Servidor Cloud XL.
- Sistema gestor de BBDD Oracle SQL.

El desarrollo del código para ejecutar el AE en la plataforma MT4 seguirá el patrón de arquitectura “Modelo-Vista-Controlador”. Es uno de los principales patrones de arquitectura del software basado en la reutilización de código y la separación de conceptos. Esta arquitectura es la más adecuada para el Modelo de Ciclo de Vida por Prototipos debido a las características de la misma. En esta arquitectura tenemos:

- **Modelo:** Representa la información que está en contacto con el sistema y la gestión de la misma.
- **Vista:** Actúa de interfaz de usuario debido a que las operaciones del sistema podrán ser visualizadas por el usuario.
La plataforma MT4 será nuestra vista ya que será la principal interfaz para ejecutar los AEs con las diferentes opciones.
- **Controlador:** Sirve de enlace entre la vista y el modelo y consta de las acciones de los usuarios dentro de la aplicación.
El editor de código MetaEditor será la que provea la arquitectura de controlador puesto que ahí crearemos y modificaremos el código de los AEs con la ayuda de las librerías de MQL4.

Finalmente la aplicación será el modelo de nuestra arquitectura puesto que ahí gestionamos toda la información de los usuarios, tanto sus AEs como las peticiones de asesoramiento financiero o algorítmico.

5.7.3 Especificación de estándares y normas

Los estándares y las normas son aquellas reglas que deben seguirse rigurosamente para el correcto y formal desarrollo del software. Esto facilita la labor de comprensión por las partes involucradas en el desarrollo y aceptación del producto, así como en la correcta elaboración del proyecto que tenemos entre manos:

- **Métrica v.3:** Metodología elaborada por el Gobierno de España. Hemos simplificado algunas de las partes. Enngloba :
 - Estudio de Viabilidad del Sistema (EVS)
 - Análisis del Sistema de Información (ASI)
 - Diseño y codificación
 - Pruebas
 - Implementación
- **UML:** Lenguaje Unificado de Modelado, sirve para visualizar y documentar un sistema. Es de los más conocidos y utilizados.
- **IEEE 1074:** Normas utilizadas para aquellas tareas de definición de procesos.

5.7.4 Identificación de los usuarios

Aquellos usuarios que usarán nuestro sistema son:

- ❖ **Usuarios participantes:** Usuarios que realizan una labor de supervisión y orientativa en la realización de este proyecto:
 - Antonio Berlanga de Jesús, profesor de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid.
 - Miguel Ángel López Gómez, profesor de Economía de la Empresa de la Universidad Carlos III de Madrid.

- ❖ **Usuarios internos:** Usuarios que interaccionan con las labores de mantenimiento, supervisión, análisis y ejecución del sistema:
 - **Administrador:** Usuario que gestionará los informes generados por los AEs, así como las fechas en las que se produjeron. Es también el encargado de gestionar las solicitudes de los usuarios en la aplicación y el gestor de la BBDD.
 - **Analista económico:** Usuario que en función de los informes económicos facilitados por el administrador, analizara los factores macroeconómicos así como la estrategia de trading del AE.
 - **Programador:** Usuario destinado a resolver y mejorar las cuestiones de codificación tanto en la aplicación como en los AEs de la empresa o de los usuarios.
 - **Clientes:** Usuario final que podrá recibir asesoramiento por parte nuestra a la hora de adquirir, modificar o incluso crear por su cuenta, un Asesor Experto, siempre siguiendo los pasos de nuestra metodología.

5.7.5 Análisis de los casos de uso

En UML, un caso de uso es una secuencia de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema. En nuestro caso, el usuario desea utilizar el AE en MT4 y tanto la plataforma como el AE deben responder a los distintos eventos que quiera invocar el actor principal sobre nuestra arquitectura de “Modelo-Vista-Controlador”. Adjuntamos la principal notación para los casos de uso:

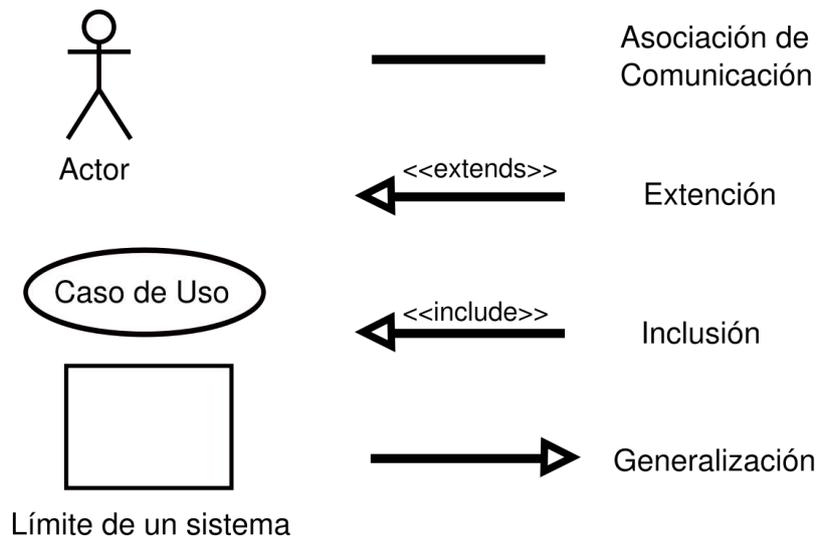


Figura 52: Elementos Casos de Uso

5.7.5.1 Identificación de casos de uso

Según la Ingeniería del Software, podemos desarrollar una tabla modelo de casos de uso como la siguiente, a fin de explicar con la mayor facilidad los puntos más relevantes del caso de uso en cuestión:

Identificador: CdU-nn	
Nombre:	
Actores:	
Tipo:	
Descripción:	
Pre-Condiciones:	
Post-Condiciones	

La tabla recoge la siguiente información:

- **Identificador:** Los requisitos tendrán un identificador que contiene caracteres alfanuméricos, el cual nos proporcionará la identificación unívoca de un requisito. un caso de uso.
- **Nombre:** El nombre es el resumen del caso de uso que queremos describir.
- **Actores:** Son aquellas personas que intervienen en la tarea específica del caso de uso. Estos pueden ser:
 - Administrador
 - Cliente
 - Programador
 - Analista economista
- **Tipo:** Podemos diferenciar dos grupos:
 - **Según la importancia:** Primario, secundario u opcional
 - **Según el grado de compromiso:** Esencial o real
- **Descripción:** Breve explicación del contenido del caso de uso, de manera que el receptor pueda entenderlo.
- **Pre-Condiciones:** Datos necesarios para el funcionamiento del caso de uso
- **Post-Condiciones:** Estado del sistema una vez ejecutado el caso de uso en cuestión.

5.7.5.2 Catalogación de casos de uso

Identificador: CdU-01	
Nombre:	Registro en la aplicación
Actores:	Cliente, Administrador
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	El cliente para poder utilizar la aplicación debe registrarse rellenando un formulario de entrada.
Pre-Condiciones:	Rellenar todos los campos obligatorios del formulario con los datos del cliente.
Post-Condiciones	Los datos del cliente pasarán a la BBDD para ser gestionados por el administrador de la misma.

Tabla 42: Caso de uso “Registro en la aplicación”

Identificador: CdU-02	
Nombre:	Login y logout de la aplicación
Actores:	Cliente y desarrolladores (Economista, Administrador y Programador)
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	Los usuarios internos se registrarán haciendo uso de sus credenciales y cerraran sesión cuando no requieran funcionalidades de la app.
Pre-Condiciones:	El usuario debe haber hecho el registro correspondiente en la aplicación
Post-Condiciones	Los usuarios podrán interactuar con la app. Según el rol que desempeñen accederán a una interfaz u otra. El usuario al cerrar la sesión será redirigido a la pantalla de inicio. En caso de desear volver a entrar deberá hacer login

Tabla 44: Caso de uso “Login y logout de la aplicación”

Identificador: CdU-03	
Nombre:	Solicitar creación de AE
Actores:	Cliente, Programador
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	El cliente podrá solicitar a un programador el diseño de un AE a su gusto. El programador implementará las funcionalidades correspondientes

Pre-Condiciones:	El usuario mediante un formulario sencillo indicará el tipo de AE que desea dependiendo del riesgo con el que desee invertir.
Post-Condiciones	El programador tras recibir la solicitud, diseñará el AE en un plazo de tiempo determinado para su posterior cobro.

Tabla 45: Caso de uso “Solicitar creación de AE”

Identificador: CdU-04	
Nombre:	Solicitar informe económico
Actores:	Cliente, Economista
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	El cliente podrá solicitar a un economista, información sobre la paridad en la que desea invertir además de información relevante para obtener beneficios a través de ineficiencias del mercado de esa paridad.
Pre-Condiciones:	El usuario mediante un formulario sencillo indicará la paridad a invertir y el tipo de información que desea adquirir sobre la misma.
Post-Condiciones	El economista tras recibir la solicitud, diseñará una estrategia que sea más beneficiosa para la paridad deseada.

Tabla 46: Caso de uso “Solicitar informe económico”

Identificador: CdU-05	
Nombre:	Crear cuenta de Metatrader4
Actores:	Cliente, Administrador
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	El administrador tras recibir el registro del cliente y verificar los datos, abrirá una cuenta en Metatrader4 asociada a la empresa que podrá ser utilizado por el cliente mientras esté conectado al servidor de la app
Pre-Condiciones:	El cliente debe estar registrado en la app
Post-Condiciones	El cliente podrá utilizar MT4 siempre que haya iniciado sesión en la app.

Tabla 47: Caso de uso “Crear cuenta de Metatrader4”

Identificador: CdU-06	
Nombre:	Acceso al código del AE
Actores:	Cliente
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	El cliente podrá acceder al código para su consulta y modificación
Pre-Condiciones:	El cliente debe haber iniciado la app y tener cuenta en MT4
Post-Condiciones	El cliente accederá al código y en caso de modificación quedará registrado.

Tabla 48: Caso de uso “Acceso al código del AE”

Identificador: CdU-07	
Nombre:	Depuración código del AE
Actores:	Cliente, Programador
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	El programador podrá acceder al código del cliente para su depuración
Pre-Condiciones:	El cliente debe tener algún AE asociado en su App y haber mandado una solicitud al programador.
Post-Condiciones	El programador soluciona los problemas y permite la compilación del código.

Tabla 49: Caso de uso “Depuración código del AE”

Identificador: CdU-07	
Nombre:	Optimizar código del AE
Actores:	Cliente, Programador, Economista
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	El cliente tras mandar la solicitud de optimización de su AE podrá ser ayudado por el programador y el economista para la mejora del AE.
Pre-Condiciones:	El cliente debe tener algún AE asociado en su App además de haber tramitado una solicitud.
Post-Condiciones	El programador codificará una solución óptima en base al informe de optimización producido por el economista.

Tabla 50: Caso de uso “Optimizar código del AE”

Identificador: CdU-07	
Nombre:	Ejecutar “Backtesting” con AE
Actores:	Cliente
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	El cliente podrá ejecutar un AE asociado a su cuenta para labores de testeo y optimización utilizando análisis de “Backtest”
Pre-Condiciones:	El cliente debe tener algún AE asociado en su App y estar conectado a MT4
Post-Condiciones	El cliente recibirá los informes de su estrategia del AE y podrá optimizarla

Tabla 51: Caso de uso “Ejecutar Backtesting con AE”

Identificador: CdU-08	
Nombre:	Ejecutar “Live Trading”
Actores:	Cliente y desarrolladores
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	El cliente podrá ejecutar un AE asociado a su cuenta para ejecutar trading con dinero real
Pre-Condiciones:	El cliente debe tener algún AE asociado en su App , estar conectado a MT4 y tener un deposito inicial en dicha plataforma
Post-Condiciones	El cliente ejecutará su AE hasta que surge alguna condición de parada manual o automática. Tras ello se mandaran los informes tanto al cliente como a los desarrolladores. Estos últimos comunicarán cualquier circunstancia especial al cliente.

Tabla 52: Caso de uso “Ejecutar Live Trading”

Identificador: CdU-09	
Nombre:	Gestión de clientes
Actores:	Cliente y administrador
Tipo:	Primario, Esencial
Descripción:	El cliente una vez registrado y con su cuenta de MT4 abierta, deberá quedar registrado en la BBDD
Pre-Condiciones:	El cliente debe tener una cuenta en la App

Post-Condiciones	El administrador registrará al usuario cuya información correspondiente será pasado a la BBDD
-------------------------	---

Tabla 53: Caso de uso "Ejecutar Live Trading"

5.7.5.3 Clases asociadas a los casos de uso

Para representar la información de los casos, los haremos mediante clases. Estas clases en función de la tarea que realizan pueden ser agrupadas en:

- **Clases de Entidad:** Representación de la información que va a emplear un caso de uso.
- **Clases de Control:** Control y coordinación de los objetos que tengan relación con el caso de uso tratado.
- **Clases de Interfaz de Usuario:** Descripción de la iteración entre actores involucrados y las respuestas del sistema.

5.7.5.4 Diagramas de secuencia

Los diagramas de secuencia son la representación gráfica del flujo de acciones que se da en un caso de uso.

Para representarlos hemos seleccionado los casos de uso más representativos en los que pueden estar involucrados el mayor número de actores y funciones del sistema.

Acceso al código del AE

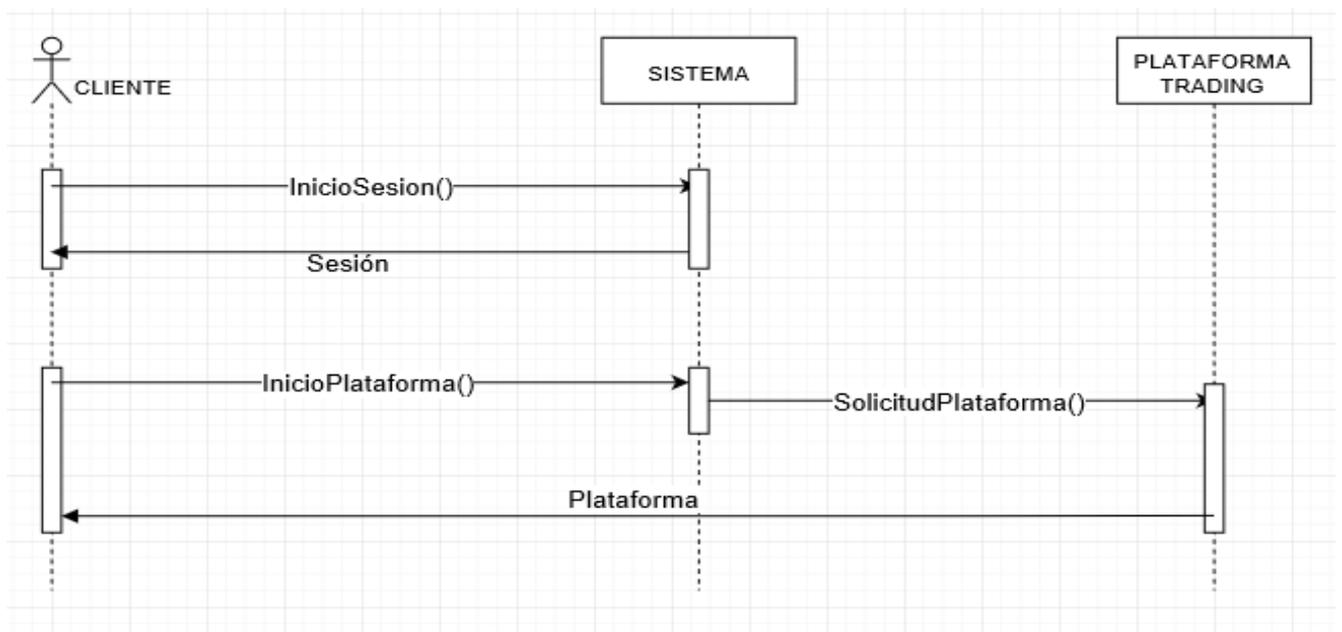


Figura 53: Caso de uso para Acceso al código del AE

Ejecutar "Backtesting" con AE

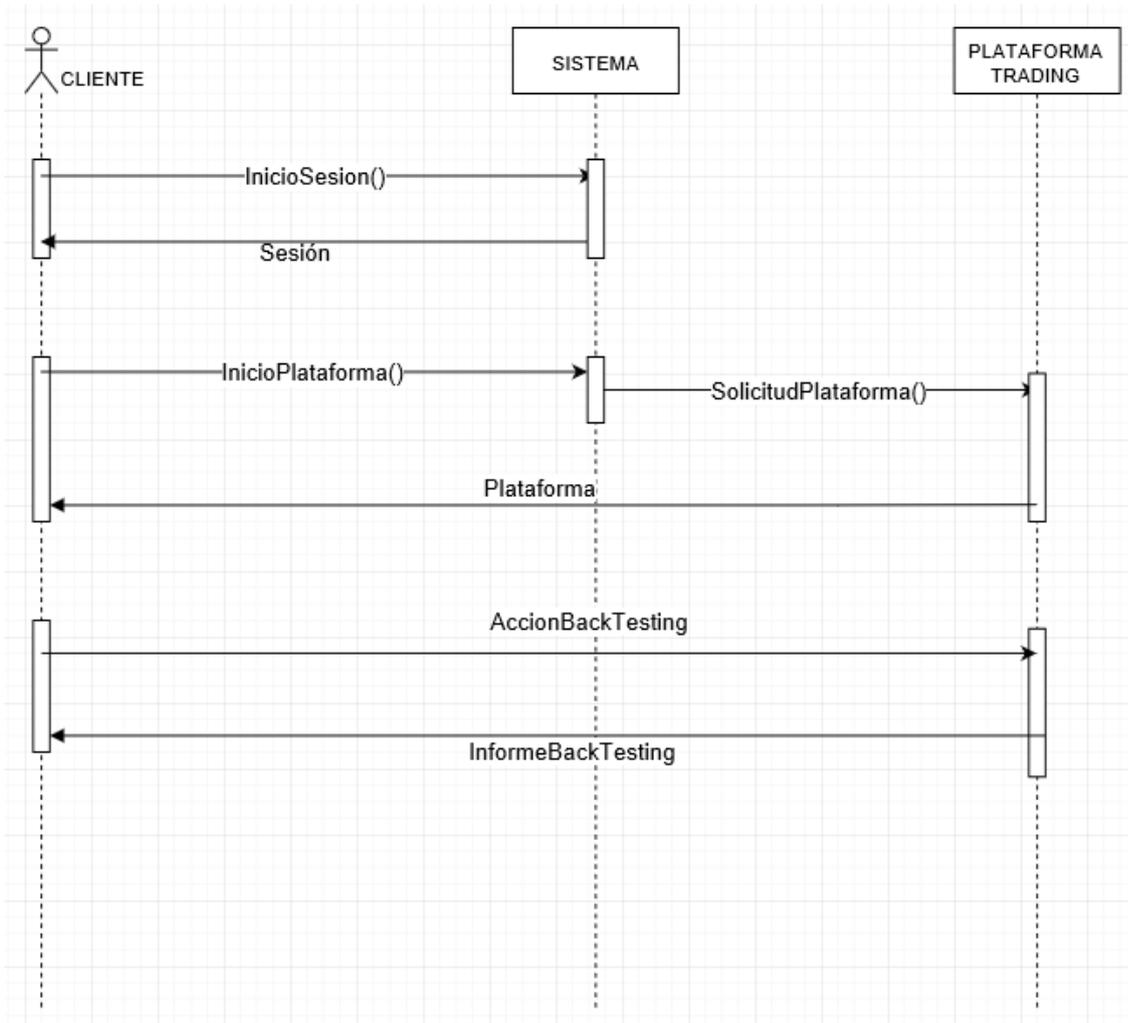


Figura 54: Caso de uso para Ejecutar "Backtesting" con AE

Ejecutar "Live Trading" con AE

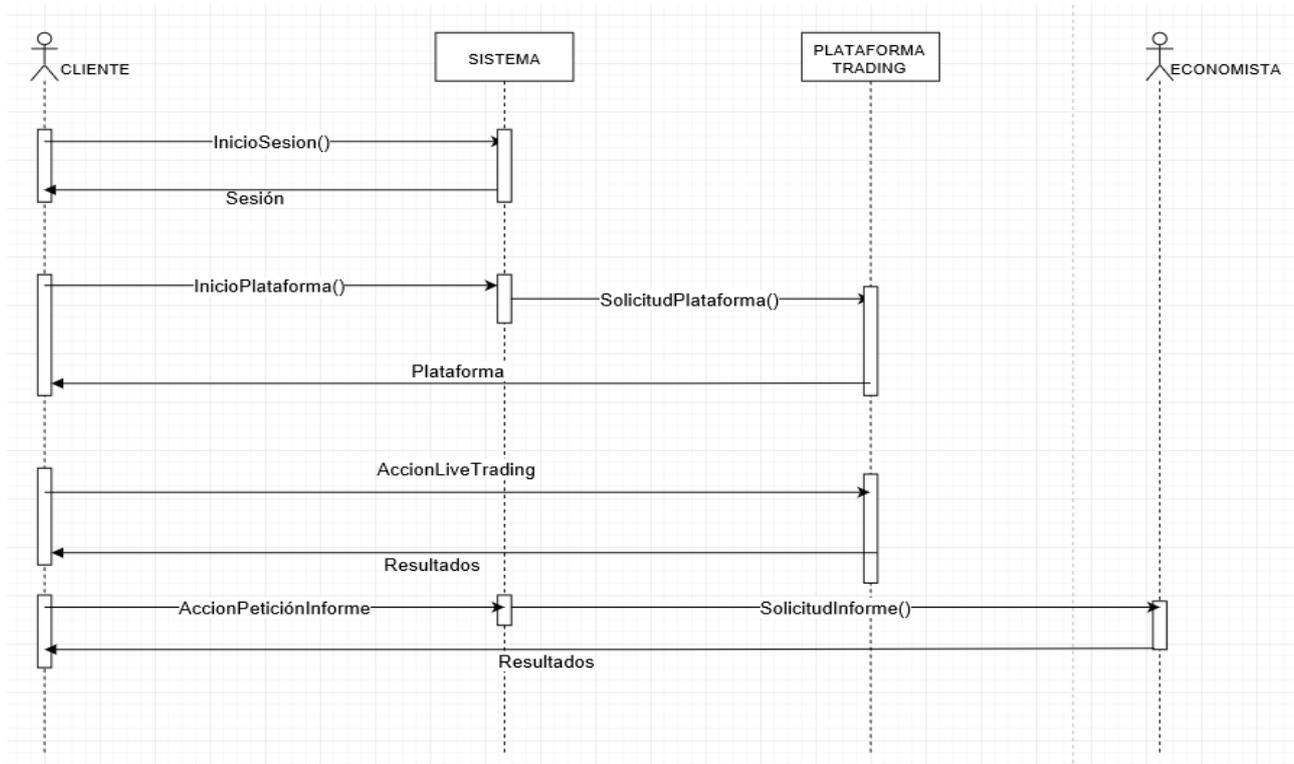


Figura 55: Caso de uso para Ejecutar "Live Trading" con AE

5.8- Análisis de las clases

En este apartado desarrollaremos las clases que serán necesarias para implementar los requisitos software que hayamos definido. El desarrollador partirá de este epígrafe como base para la codificación de los requisitos.

Creamos unas tablas que constaran con dos apartados. En el 1º describimos la funcionalidad o responsabilidad de la clase y en el 2º, los atributos o entidades que se relacionan con dicha clase:

CLASE	NOMBRE DE LA CLASE
Responsabilidad	Descripción de la funcionalidad
Atributos	Atributos y sus características

5.8.1 Clases de la interfaz

CLASE	REGISTRO
Responsabilidad	Esta clase contiene las funcionalidades necesarias para realizar el registro de un nuevo usuario en la aplicación. El registro del resto de los desarrolladores será realizado por el administrador. Todos los datos correspondientes a los usuarios serán registrados en la BBDD
Atributos	Cliente: El registro se hará para el usuario del tipo Cliente, y contendrá todos los atributos de la clase Cliente.

Tabla 54: Clase “Registro”

CLASE	INICIO SESION
Responsabilidad	Contiene las funcionalidades necesarias para el inicio de sesión del cliente o de los desarrolladores. Tras comprobar los datos introducidos verificamos si existe el usuario en la BBDD
Atributos	<p>Cliente: Hace referencia al objeto “Cliente” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Administrador: Hace referencia al objeto “Administrador” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Economista: Hace referencia al objeto “Economista” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Programador: Hace referencia al objeto “Programador” con los atributos inherentes a él.</p>

Tabla 55: Clase “Inicio sesion”

CLASE	APLICACIÓN CLIENTE
Responsabilidad	En esta clase se cargará el perfil del cliente con la información referida a él.
Atributos	<p>Cliente: Hace referencia al objeto “Cliente” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Mensajes: Se muestran los mensajes que haya mandado o recibido el usuario. Esta objeto contiene todos los atributos asociados a la clase mensaje</p> <p>Solicitudes: Muestra las solicitudes que haya mandado y recibido el usuario. Esta clase permite la creación y gestión de solicitudes</p> <p>Informes: Se muestran los informes que haya mandado o recibido el usuario. Esta clase permite el envío y gestión de informes.</p> <p>Información de cuenta MT4 Cliente: Es la clase que contiene la información de la cuenta MT4 del cliente.</p>

Tabla 55: Clase “Aplicación cliente”

CLASE	APLICACIÓN ECONOMISTA
Responsabilidad	En esta clase se cargará el perfil del economista con la información referida a él.
Atributos	<p>Economista: Hace referencia al objeto “Economista” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Mensajes: Se muestran los mensajes que haya mandado o recibido el usuario. Esta objeto contiene todos los atributos asociados a la clase mensaje</p> <p>Solicitudes: Muestra las solicitudes que haya mandado o recibido el usuario. Esta clase permite la creación y gestión de solicitudes</p>

	<p>Informes: Se muestran los informes que haya mandado o recibido el usuario. Esta clase permite el envío y gestión de informes.</p> <p>Información de cuenta MT4 desarrollador: Es la clase que contiene la cuenta MT4 del desarrollador. Esta clase también permite la adquisición de la cuenta MT4 de cualquier cliente, con el fin de supervisión y mantenimiento.</p>
--	--

Tabla 56: Clase “Aplicación economista”

CLASE	APLICACIÓN ADMINISTRADOR
Responsabilidad	En esta clase se cargará el perfil del administrador con la información referida a él.
Atributos	<p>Administrador: Hace referencia al objeto “Administrador” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Mensajes: Se muestran los mensajes que haya mandado o recibido el usuario. Esta objeto contiene todos los atributos asociados a la clase mensaje</p> <p>Informes: Se muestran los informes que haya mandado o recibido el usuario. Esta clase permite el envío y gestión de informes.</p> <p>Solicitudes: Muestra las solicitudes que haya mandado y recibido el usuario. Esta clase permite la creación y gestión de solicitudes</p> <p>Información de cuenta MT4 desarrollador: Es la clase que contiene la cuenta MT4 del desarrollador. Esta clase permite la adquisición al desarrollador la cuenta de MT4 de cualquier cliente.</p>

Tabla 57: Clase “Aplicación administrador”

CLASE	APLICACIÓN PROGRAMADOR
Responsabilidad	En esta clase se cargará el perfil del programador con la información referida a él.
Atributos	<p>Programador: Hace referencia al objeto “Economista” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Mensajes: Se muestran los mensajes que haya mandado o recibido el usuario. Esta objeto contiene todos los atributos asociados a la clase mensaje</p> <p>Solicitudes: Muestra las solicitudes que haya mandado y recibido el usuario. Esta clase permite la creación y gestión de solicitudes</p> <p>Informes: Se muestran los informes que haya mandado o recibido el usuario. Esta clase permite el envío y gestión de informes.</p> <p>Información de cuenta MT4 desarrollador: Es la clase que contiene la cuenta MT4 del desarrollador. Esta clase permite la adquisición al desarrollador la cuenta de MT4 de cualquier cliente.</p>

Tabla 58: Clase “Aplicación programador”

CLASE	SOLICITUDES
Responsabilidad	Clase que permite cargar y mostrar la información referente a las solicitudes del usuario. Contiene la creación de objetos de tipo de solicitud y a quien van dirigidos.
Atributos	<p>Cliente: Hace referencia al objeto “Cliente” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Economista: Hace referencia al objeto “Economista” con los atributos inherentes a él.</p>

	<p>Programador: Hace referencia al objeto “Programador” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Solicitud: Contiene el objeto Solicitud y los atributos que lo forman</p>
--	---

Tabla 59: Clase “Solicitudes”

CLASE	INFORMES
Responsabilidad	Clase que permite cargar y mostrar la información referente a los informes del usuario. Contiene la creación de objetos de tipo de Informe y a quien van dirigidos.
Atributos	<p>Cliente: Hace referencia al objeto “Cliente” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Economista: Hace referencia al objeto “Economista” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Programador: Hace referencia al objeto “Programador” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Administrador: Hace referencia al objeto “Administrador” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Informe: Contiene el objeto Informe y los atributos que lo forman.</p>

Tabla 60: Clase “Informes”

CLASE	MENSAJES
Responsabilidad	Clase que permite cargar y mostrar la información referente a los mensajes del usuario. Contiene la creación de objetos de tipo de Mensaje y a quien van dirigidos.
Atributos	Cliente: Hace referencia al objeto “Cliente” con los atributos inherentes a él.

	<p>Economista: Hace referencia al objeto “Economista” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Programador: Hace referencia al objeto “Programador” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Administrador: Hace referencia al objeto “Administrador” con los atributos inherentes a él.</p> <p>Mensaje: Contiene el objeto Mensaje y los atributos que lo forman.</p>
--	--

Tabla 61: Clase “Mensajes”

CLASE	CLIENTE
Responsabilidad	Objeto Cliente formado por todos los atributos que constarán en la BBDD del sistema y los métodos de la misma.
Atributos	<p>Int id</p> <p>String Nombre</p> <p>String Apellidos</p> <p>String email</p> <p>String contrasenya</p> <p>String DNI</p> <p>String numero_cuenta_bancaria</p> <p>String Sexo</p> <p>CUENTAMT4_CLIENTE</p> <p>cuentaMT4</p>

Tabla 62: Clase “Cliente”

CLASE	ADMINISTRADOR
Responsabilidad	Objeto Administrador formado por todos los atributos que constarán en la BBDD del sistema y los métodos de la misma.
Atributos	String Nombre String Apellidos String email String contrasenya String DNI String Sexo CUENTAMT4_Desarrollador cuentaMT4

Tabla 62: Clase "Administrador"

CLASE	ECONOMISTA
Responsabilidad	Objeto Economista formado por todos los atributos que constarán en la BBDD del sistema y los métodos de la misma.
Atributos	String Nombre String Apellidos String email String contrasenya String DNI String Sexo CUENTAMT4_Desarrollador cuentaMT4

Tabla 63: Clase "Economista"

CLASE	PROGRAMADOR
Responsabilidad	Objeto Programador formado por todos los atributos que constarán en la BBDD del sistema y los métodos de la misma.
Atributos	String Nombre String Apellidos String email String contrasenya String DNI String Sexo CUENTAMT4_Desarrollador cuentaMT4

Tabla 64: Clase "Programador"

CLASE	SOLICITUD
Responsabilidad	Objeto Solicitud formado por todos los atributos que constarán en la BBDD del sistema y los métodos de la misma.
Atributos	Int id_solicitud String texto_solicitud_economica String texto_solicitud_informatica int presupuesto String anyo String mes String dia CLIENTE cliente ECONOMISTA economista PROGRAMADOR programador

Tabla 65: Clase "Solicitud"

CLASE	MENSAJE
Responsabilidad	Objeto Mensaje formado por todos los atributos que constarán en la BBDD del sistema y los métodos de la misma.
Atributos	Int id_mensaje String asunto String texto String anyo String mes String dia CLIENTE cliente ECONOMISTA economista PROGRAMADOR programador ADMINISTRADOR administrador

Tabla 65: Clase "Mensaje"

CLASE	INFORME
Responsabilidad	Contiene las funcionalidades necesarias para el inicio de sesión del cliente o de los desarrolladores. Tras comprobar los datos introducidos verificamos si existe el usuario en la BBDD. Los informes son archivos HTML generados por MT4 pero que son pasados a la app para guardar toda la información de los mismos en la cuenta del usuario.
Atributos	HTML id_informe CLIENTE cliente ECONOMISTA economista PROGRAMADOR programador ADMINISTRADOR administrador

Tabla 65: Clase "Informe"

CLASE	CUENTAMT4_CLIENTE
Responsabilidad	Objeto cuenta MT4 cliente formado por todos los atributos que constarán en la BBDD del sistema y los métodos de dicha clase.
Atributos	String nombre_usuario String contrasenia CLIENTE cliente

Tabla 66: Clase "CuentaMT4_Cliente"

CLASE	CUENTAMT4_DESARROLLADOR
Responsabilidad	Objeto cuenta MT4 desarrollador formado por todos los atributos que constarán en la BBDD del sistema y los métodos de dicha clase.
Atributos	String nombre_usuario String contrasenia ECONOMISTA economista PROGRAMADOR programador ADMINISTRADOR administrador

Tabla 67: Clase "CuentaMT4_Desarrollador"

Todas estas clases tienen unos métodos inherentes, los cuales nos permitirán representar dichas clases en las interfaces del sistema, así como la gestión de atributos y otras funcionalidades características de ellas. Mediante métodos podremos comunicarnos entre las diferentes clases presentes en este documento.

Los AEs se gestionan desde la aplicación de MT4. Una vez el usuario haya accedido a la plataforma podrá consultar desde ahí los AEs generados ya que todos se hayan en el MetaEditor de MT4. Los desarrolladores podrán acceder a los AEs del cliente al igual que a los suyos tras haberse autenticado correctamente desde la App.

6- SOLUCIÓN

6.1 Desarrollo de mis AEs “RobotTradingTFG” y “RobotTradingTurtlesTFG”

Tras haber mostrado el contenido teórico y práctico de los problemas y las posibles soluciones a los mismos, he desarrollado una metodología con las cosas que cumplimentan los diferentes Asesores Expertos que se pueden encontrar en el mercado y los que he podido diseñar a modo de mejora de los mismos. Esta metodología constará con variables que nos permitirán ver la influencia de las mismas frente a los diferentes AEs para hacer una comparación de los mismos.

Producto de toda la información obtenida, pude desarrollar RobotTradingTFG y RobotTradingTurtlesTFG:

RobotTradingTFG: Utilizando como entradas las intersecciones en los cruces de MMS (Medias Moviles Simples) tanto larga como corta, así como la utilización de los canales de Keltner a modo de Trailing Stop adaptativo. Construí este AE para captar entradas en el mercado de una paridad.

Para salir de la posición diferenciamos entre las posiciones de compra y de venta y si sucede la intersección por el lado que no nos interesa, como vimos en “Crosstriguered”, cerramos la posición puesto que podemos incurrir en pérdidas abultadas.

Presenta un algoritmo de sizing similar al que hemos definido en el apartado “Algoritmo de sizing para la divisa de nuestra cuenta”. Esto nos limita la cantidad a invertir para que en caso de pérdidas, no perdamos mucho si la volatilidad aumenta.

En este AE como en RobotTradingTurtles se han implementado varias funciones las cuales cumplen los siguientes puntos:

- 1- Controlan las señales de entrada y salida.
- 2- Fijan los lots y comprueban que sean acordes al balance inicial invertido.
- 3- Cuentan el número de posiciones/ordenes abiertas y si se han llegado al máximo de posiciones que permite (en este caso solo permite abrir una posición por franja de tiempo)
- 4- Abre posiciones de mercado y las ordenes pendientes (recordar que una posición está abierta, mientras que una orden está pendiente de ser ejecutada).
- 5- Cerrar posiciones
- 6- Comprobar si tenemos un bróker de 4 o 5 dígitos, además de ajustar nuestra cuenta a la divisa de “yenes japoneses” en caso de trabajar con ellos.
- 7- Limitar la volatilidad de la toma de ganancias (Take Profit) y la parada de pérdidas (Stop Loss).
- 8- Funciones para captar las intersecciones de las MMS
- 9- Comprobar si hemos llegado al límite de pérdidas o a la volatilidad máxima que hayamos definido en nuestro algoritmo.
- 10- Asignar a una posición/orden que abrimos, una de las posiciones del array secreto de parada de pérdidas en el que previamente calculará la toma de pérdidas secretas para esa posición/orden y un disparador para eliminar o cerrar posiciones/ordenes basados en los límites secretos de pérdidas que hemos definido.

- 11- Asignar a una posición/orden que abrimos, una de las posiciones del array secreto de toma de beneficios en el que previamente calculará la toma de beneficios secretas para esa posición/orden y un disparador para eliminar o cerrar posiciones/ordenes basados en los límites secretos de toma de beneficios que hemos definido.
- 12- Una función para definir puntos muertos (Breakeven Stops) para todas las posiciones. Hemos visto anteriormente que no es estrictamente necesario aunque yo lo utilizo como otro elemento de control.
- 13- Además de definir puntos muertos conocidos, también tenemos un array de puntos muertos secretos para las posiciones. Este array se gestiona con la ayuda de dos funciones:
 - 1) Una función analiza a través de las posiciones abiertas y hace 2 cosas:
 - 1- Si la posición está dentro del buffer/array secreto del punto muerto, cerrara dicha posición si se cumplen las condiciones apropiadas
 - 2- Si la posición no está dentro del buffer/array secreto del punto muerto, lo introducirá en el array si cumple las condiciones apropiadas para ello.
 - 2) La otra función elimina/borra los elementos del array/buffer secreto del punto muerto para si las posiciones/ordenes han sido cerradas.
- 14- Funciones para gestionar los trailing stops, los cuales son los componentes más importantes tanto del AE “RobotTradingTFG” y “RobotTradingTurtlesTFG”. Estos Trailing Stops son conocidos y secretos, los cuales tienen las funciones de gestión correspondientes para ajustar los niveles de trailing a cada posición.
- 15- También tenemos funciones para gestionar los trailing stops de volatilidad adaptativos, los cuales se adaptan a la volatilidad como ya vimos de los “Canales de Keltner” o los “Canales de Donchian” según si utilizamos “RobotTradingTFG” o “RobotTradingTurtlesTFG”. Keltner se usa para “RobotTradingTFG” y Donchian se usa para “RobotTradingTurtlesTFG”.
- 16- Función para tratar con los posibles errores de conexión con la plataforma Metatrader4.
- 17- Función para enseñar por pantalla los posibles errores que podemos cometer nosotros o la plataforma (esta es parte de la librería de MT4).

Destacar que este es un algoritmo que implementé de una forma en la que pudiese operar en Forex teniendo en cuenta los principales puntos argumentados a lo largo del documento. Fue a modo de realizar un algoritmo que pudiese reportar beneficios aunque fueran pequeños, a la vez que si incurriera en pérdidas no fueran muy abultadas. En optimizaciones en las que mejoramos el riesgo por transacción además del número de transacciones que abre por franja de tiempo, tiene una mejor ejecución aunque no siempre son los mejores resultados debido a la propia naturaleza conservadora del algoritmo frente a otros Asesores Expertos. En algunas paridades si no se cumplen determinadas condiciones ya sean de volatilidad o de beneficios/pérdidas, no ejecuta muchas transacciones, lo cual hace que se requiera un análisis de backtest con mayor tiempo de inicio y fin para así obtener una importancia estadística significativa.

RobotTradingRulesTFG: Este Asesor Experto utiliza la estrategia de las tortugas. La estrategia de las tortugas fue creada por Richard Dennis y William Eckhardt. Estos, discutían que un bróker no se hacía, sino que nacía con ese don para las finanzas. Producto de esta discusión, los autores cogieron gente de la calle para enseñarles a ejecutar su estrategia con los pasos que ellos habían diseñado y así averiguar quién tenía razón. Para definir la estrategia de una forma más completa, definimos los siguientes apartados:

- **Mercados:** ¿Qué vender o comprar? En los mercados que se movían las Tortugas, eran todos aquellos que presentaran una buena liquidez. Este era el criterio primario utilizado por las tortugas para determinar los productos financieros futuros que pudieran ser intercambiados debido a las tendencias subyacentes del mercado. El mercado de divisas al ser muy líquido es idóneo para esta estrategia.
- **Posicionamiento de sizing:** ¿Cuánto deseamos comprar o vender? Como hemos visto, el algoritmo de sizing es una de las medidas esenciales en cualquier programa de trading financiero. Las Tortugas usaban un algoritmo sizing de posicionamiento muy avanzado en su día, ya que ajustaba el tamaño de la posición basado en la volatilidad del dólar en el mercado. Esto significa que una determinada posición se movería hacia arriba/abajo en un día determinado sobre la misma cantidad en términos de dólares, sin considerar del todo la volatilidad subyacente del mercado.

Las Tortugas desarrollaron un parámetro llamado N para representar la volatilidad subyacente de un mercado en particular. N es la Media de Movimiento Exponencial de 20 días del Rango Verdadero, el cual también se conoce como ATR, la medida de volatilidad de muchos de nuestros AEs. De una forma más formulada:

Para calcular el Rango Verdadero diario:

$$\text{Rango Verdadero} = \text{Máximo (H-L, H-PDC, PDC-L)}$$

Donde:

H- Precio alto actual (High)

L- Precio bajo actual (Low)

PDC- Precio de cierre del día anterior (Previous Day's Close)

Para calcular N utilizamos la siguiente fórmula:

$$N = \frac{(19 \times \text{PDN} + \text{TR})}{20}$$

Donde:

PDN: Valor de N del día anterior (Previous Day's N)

TR: Rango Verdadero del día actual (True Range)

La N nos permitirá ajustar la volatilidad del dólar u otras divisas, el cual es determinado por:

Volatilidad del dólar= N * Dólares por transacción

Conociendo la volatilidad del dólar podremos ajustar nuestras posiciones y determinar cuánto capital queremos arriesgar en cada transacción.

- **Entradas:** ¿Cuándo deseamos comprar o vender? Las Tortugas usaban como regla de entrada los “Canales de Donchian” basado en la Rotura de Canales diseñada por Richar Donchian como hemos visto en el apartado de “Indicadores Técnicos”
- **Paradas:** ¿Cuándo salir de una posición perdedora? Las Tortugas se basaban en el cálculo de la N aplicado a las paradas de pérdidas (Stop Loss), ajustado a la volatilidad del mercado. Cada transacción tenía su Stop Loss basado en la N para diversificar la cartera y en consecuencia, el riesgo de las transacciones. Aun así, dependen mucho del comportamiento del mercado y la actitud del bróker a parar/seguir ejecutando el AE.
- **Salidas:** ¿Cuándo salir de una posición ganadora? Las Tortugas no tenían una toma de ganancias (Take-Profit) variable o fija. Esto se debe a que conocían la importancia de saber retirarse de una posición ganadora marcaba la diferencia entre ganar o perder grandes cantidades. Principalmente si se producía alguna rotura del canal por la parte superior era síntoma de señal de salida aunque en caso de no ocurrir dicha rotura, el bróker debía saber mantener las posiciones esperando a un movimiento favorable del mercado. Esto no es fácil puesto que en ocasiones podemos perder los beneficios que hayamos obtenido o incluso incurrir en pérdidas.

Explicación de algunas variables características de este AE

Reglas de las variables de Trading

Se introducen las variables para la estrategia de las tortugas que tienen que ver con los periodos de entrada “DonchianPeriodsEntry” y de salida “DonchianPeriodsExit”, así como el número máximo de barras por periodo “MaxBars”.

Ajustes del posicionamiento de sizing

Aquí tenemos el número de lots “Lots” que vamos a utilizar, así como una variable booleana para comprobar si el sizing está activado “isSizingOn”, además de fijar el riesgo “Risk” por transacción a un 2%

Ajustes de Take Profit & Stop Loss

Tenemos una variable booleana “UseFixedStopLoss” para comprobar si tenemos un limitador de pérdidas activado, este por defecto está a true, una variable “FixedStopLoss” inicializada a 0 para calcular en el código nuestro nivel de pérdidas. Tenemos además una variable booleana para comprobar si se ha utilizado un limitador de volatilidad en las pérdidas “isVolatilityStopOn” que por defecto está activado. Además de ello tenemos un multiplicador para la volatilidad en unidades de volatilidad “VolBasedSLMultiplier”, el cual está relacionado con la N.

Las variables anteriores controlan la parada de pérdidas “Stop Loss”. Ahora debemos controlar la toma de ganancias “Take Profit” y lo hacemos con unas variables similares a las expuestas en el párrafo anterior. Utilizamos un booleano “UseFixedTakeProfit” para indicar si se ha utilizado un límite de beneficios, en este caso lo tenemos activado por defecto a false por las reglas que utiliza este algoritmo para captar las ineficiencias del mercado. Una variable numérica “FixedTakeProfit” para indicar el limite fijo de beneficios en "Pips", la cual está a 0. Tenemos además una variable booleana para comprobar si se ha utilizado un limitador de volatilidad en los beneficios “isVolatilityTakeProfitOn” que por defecto no está activado. Además de ello tenemos un multiplicador para la volatilidad en unidades de volatilidad “VolBasedTPMultiplier” el cual está inicializado a 0. Todo esto también tiene que ver con la N, la cual hemos definido previamente.

Muchas de las funciones implementadas y explicadas en RobotTradingTFG tienen una función similar en este AE, solo que mientras que RobotTradingTFG controla solo una sola posición por franja de tiempo, RobotTradingTurtles ejecuta 4, las cuales tienen reglas y funciones específicas cuando se produce una Rotura de Canal de Donchian. Dependiendo de si la Rotura de Canal se ha producido por encima o por abajo, tenemos que abrir posiciones largas o cortas para ejecutar operaciones de compra/venta, las cuales gestionamos en las reglas de entrada y salida del algoritmo.

6.3 Análisis de consistencia y especificación de requisitos

6.3.1 Verificación y análisis de consistencia entre modelos

Para analizar la consistencia entre los requisitos funcionales y los casos de uso, creamos una matriz donde señalamos los requisitos que cumplen los casos de uso diseñados:

	CU1	CU2	CU3	CU4	CU5	CU6	CU7	CU8	CU9	CU10	CU11
RF-RS-01	X										
RF-RS-02		X									
RF-RS-03	X										
RF-RS-04		X									
RF-RS-05		X									
RF-RA-01	X										X
RF-RA-02	X										X
RF-RA-03					X						
RF-RA-04											
RF-RP-01											X
RF-RP-02											X
RF-RP-03											X
RF-RP-04											X
RF-RE-01											X
RF-RE-02											X
RF-RC-01									X		
RF-RC-02							X	X			
RF-RC-03				X							
RF-RC-04							X	X			
RF-RC-05										X	
RF-RC-06						X					
RF-RC-07						X	X				
RF-RC-08							X				
RF-RC-09			X								
RF-RC-10										X	
RF-RC-11										X	

Tabla 68: Matriz de trazabilidad entre requisitos funcionales y casos de uso

7- RESULTADOS

7.1 AEs que trabajan con la paridad EUR/USD

Primero he decidido testear todos los robots previamente mencionados además de los creados en un periodo reciente tanto con sus optimizaciones como sin ellas. Las optimizaciones se basan en abrir más posiciones ya que en muchos de los Aes solo se permite abrir una transacción por franja de tiempo. El periodo elegido para ejecutar el backtesting es del 1 de enero de 2013 al 8 de septiembre de 2017 para poder captar el mayor número de transacciones y así nuestros análisis tendrán significancia estadística, además de cumplir el Teorema Central del Límite. Con dicha prueba, intento ver que robots son mejores para ejecutar transacciones y por qué aciertan unos mientras que otros fallan. Tras comprobar algunos de ellos podemos obviar:

1. Belinda y Blair, debido a que Cary al ser una combinación de estos AEs, funciona mejor que los mismos individualmente.
2. Ariel, al no ser fiable los resultados que ejecuta por su bajo control de la volatilidad y las pérdidas que puede llegar a ocasionar ya que no presenta una buena robustez.
3. Faith, al ser principalmente un robot que produce curvas de equidad descendentes y con mala predicción, no pudiendo recuperarnos de las pérdidas.
4. Darcie, tiene una ejecución irregular, puesto que puede obtener beneficios además de mantenerlos pero aun controlando la volatilidad tiende a tener una tendencia a la baja que nos limita la robustez del algoritmo.

Cuando analizamos una paridad, nuestro balance está en la divisa base (en este caso, euros) y nuestros beneficios/pérdidas están en la cota de cotización de la otra divisa. Si nuestro balance estuviese en otra divisa base, ejecutará el algoritmo pero tras haber hecho el cambio correspondiente con las comisiones o swaps que nos demande el bróker. Por este motivo es preferible operar en un balance con la divisa base, obtener los beneficios/ pérdidas en la cotización de la otra divisa para finalmente ejecutar el cambio con el resultado a la divisa base. Aun así, el bróker nos devolverá siempre los beneficios/pérdidas en la moneda de nuestro balance, pero si tenemos una divisa base distinta de las de la paridad, cobrará una comisión al transformar nuestra divisa a la divisa base y los beneficios/perdidas correspondientes de la cotización de la otra divisa a la divisa de nuestro balance.

He aquí algunos de los resultados utilizando como modelos “Solo precios de apertura” y “En cada tick”. El modelo de “Puntos de Control” lo he desechado por ser poco significativo para analizar los AEs:

Carry (solo precios de apertura y sin optimización): Este robot recordamos que es una mezcla entre Blair y Belinda. En este caso vemos que los resultados no son muy buenos, con una tendencia bajista:

Strategy Tester Report

Cary 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:59 (2013.01.01 - 2017.09.10)		
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)		
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;		
Barras en el historial	30050 Ticks modelados	59083 Calidad del modelado	n/a
Errores de desalineación de gráficos	0		
Depósito inicial	10000.00	Spread	2
Beneficio neto total	-2650.35 Beneficio bruto	63841.95 Pérdida bruta	-66492.31
Factor de beneficio	0.96 Beneficio esperado	-2.56	
Drawdown absoluto	5811.98 Drawdown máximo	8207.05 (66.21%) Drawdown relativo	66.21% (8207.05)
Total de transacciones	1034 Posiciones cortas (% ganadoras)	544 (40.81%) Posiciones largas (% ganadoras)	490 (41.02%)
	Transacciones rentables (% del total)	423 (40.91%) Transacciones no rentables (% del total)	611 (59.09%)
	Mayor transacción rentable	529.74 transacción no rentable	-227.72
	Media transacción rentable	150.93 transacción no rentable	-108.83
	Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	5 (1081.60) pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	10 (-1269.55)
	Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	1280.53 (4) pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-1269.55 (10)
	Promedio ganancias consecutivas	2 pérdidas consecutivas	2



Figura 56: Informe del AE Cary ejecutando análisis de backtest "Solo precios de apertura" desde 2013 a 2017

Viendo las transacciones con más detalle, podemos ver cómo empezó a subir nuestro balance para luego bajar abultadamente:

#	Tiempo	Tipo	Orden	Volumen	Precio	S / L	T / P	Beneficios	Balance
1	2013.01.03 12:00	sell	1	0.54	1.30958	1.31403	1.29846		
2	2013.01.03 23:00	close	1	0.54	1.30490	1.31403	1.29846	193.67	10193.67
3	2013.01.04 09:00	sell	2	0.58	1.30072	1.30484	1.29042		
4	2013.01.04 16:00	s/l	2	0.58	1.30484	1.30484	1.29042	-182.96	10010.71
5	2013.01.08 15:00	sell	3	0.70	1.30815	1.31158	1.29957		
6	2013.01.09 02:00	close	3	0.70	1.30717	1.31158	1.29957	51.93	10062.64
7	2013.01.09 13:00	sell	4	0.88	1.30499	1.30774	1.29813		
8	2013.01.09 18:00	s/l	4	0.88	1.30774	1.30774	1.29813	-185.09	9877.55
9	2013.01.10 11:00	buy	5	0.75	1.31018	1.30702	1.31809		
10	2013.01.10 15:00	t/p	5	0.75	1.31809	1.30702	1.31809	449.91	10327.46
11	2013.01.11 15:00	buy	6	0.60	1.33406	1.32994	1.34436		
12	2013.01.14 00:00	close	6	0.60	1.33621	1.32994	1.34436	96.69	10424.15
13	2013.01.14 14:00	sell	7	0.73	1.33387	1.33728	1.32535		
14	2013.01.14 19:00	s/l	7	0.73	1.33728	1.33728	1.32535	-186.29	10237.86
15	2013.01.17 10:00	buy	8	0.56	1.33394	1.32961	1.34476		
16	2013.01.17 21:00	close	8	0.56	1.33857	1.32961	1.34476	193.70	10431.56
17	2013.01.22 06:00	buy	9	0.99	1.33421	1.33169	1.34052		
18	2013.01.22 11:00	s/l	9	0.99	1.33169	1.33169	1.34052	-187.54	10244.02
19	2013.01.24 15:00	buy	10	0.64	1.33524	1.33142	1.34480		
20	2013.01.25 02:00	close	10	0.64	1.33665	1.33142	1.34480	67.67	10311.69
21	2013.01.25 09:00	buy	11	0.72	1.34092	1.33751	1.34944		
22	2013.01.25 20:00	close	11	0.72	1.34615	1.33751	1.34944	279.73	10591.42
23	2013.01.30 09:00	buy	12	0.92	1.35119	1.34845	1.35805		
24	2013.01.30 20:00	close	12	0.92	1.35672	1.34845	1.35805	374.99	10966.41

Figura 57: Informe EA Cary de transacciones ocurridas en 2013 que incurren en beneficios

88	2013.03.25 00:00	close	44	0.72	1.29724	1.29100	1.30417	137.83	11497.25
89	2013.03.25 14:00	sell	45	0.53	1.29405	1.29919	1.28120		
90	2013.03.26 01:00	close	45	0.53	1.28573	1.29919	1.28120	342.55	11839.80
91	2013.03.27 09:00	sell	46	0.88	1.28242	1.28562	1.27442		
92	2013.03.27 20:00	close	46	0.88	1.27748	1.28562	1.27442	340.29	12180.09
93	2013.03.28 13:00	buy	47	0.86	1.28093	1.27754	1.28940		
94	2013.03.29 00:00	close	47	0.86	1.28144	1.27754	1.28940	34.44	12214.53
95	2013.04.01 03:00	sell	48	1.37	1.27919	1.28132	1.27386		
96	2013.04.01 10:00	s/l	48	1.37	1.28132	1.28132	1.27386	-227.72	11986.81
97	2013.04.03 15:00	buy	49	1.20	1.28385	1.28146	1.28982		
98	2013.04.04 02:00	close	49	1.20	1.28490	1.28146	1.28982	98.95	12085.76
99	2013.04.05 15:00	buy	50	0.68	1.29891	1.29466	1.30955		
100	2013.04.08 00:00	close	50	0.68	1.29937	1.29466	1.30955	24.24	12110.00
101	2013.04.08 14:00	buy	51	0.90	1.30332	1.30012	1.31132		
102	2013.04.08 18:00	s/l	51	0.90	1.30012	1.30012	1.31132	-221.42	11888.58
103	2013.04.10 18:00	sell	52	0.91	1.30584	1.30895	1.29807		
104	2013.04.11 05:00	close	52	0.91	1.30545	1.30895	1.29807	25.06	11913.64
105	2013.04.11 12:00	buy	53	1.01	1.30953	1.30672	1.31656		
106	2013.04.11 23:00	close	53	1.01	1.30998	1.30672	1.31656	34.70	11948.34
107	2013.04.12 10:00	sell	54	0.89	1.30636	1.30958	1.29831		
108	2013.04.12 17:00	s/l	54	0.89	1.30958	1.30958	1.29831	-218.81	11729.53
109	2013.04.15 11:00	sell	55	0.80	1.30549	1.30901	1.29670		
110	2013.04.15 15:00	s/l	55	0.80	1.30901	1.30901	1.29670	-215.01	11514.52
111	2013.04.17 13:00	sell	56	0.70	1.31351	1.31746	1.30364		
112	2013.04.17 17:00	t/p	56	0.70	1.30364	1.31746	1.30364	529.74	12044.26
113	2013.04.18 17:00	buy	57	0.72	1.30804	1.30407	1.31796		
114	2013.04.19 04:00	close	57	0.72	1.30592	1.30407	1.31796	-116.70	11927.56
115	2013.04.19 11:00	buy	58	0.82	1.30965	1.30619	1.31829		
116	2013.04.19 19:00	s/l	58	0.82	1.30619	1.30619	1.31829	-217.12	11710.44
117	2013.04.22 15:00	sell	59	0.84	1.30272	1.30604	1.29443		
118	2013.04.22 21:00	s/l	59	0.84	1.30604	1.30604	1.29443	-213.56	11496.88

Figura 58: Informe EA Cary de transacciones ocurridas en 2013 que incurren en beneficios

132	2013.05.03 15:00	s/l	66	0.67	1.30881	1.30881	1.32291	-206.99	11051.96
133	2013.05.03 15:00	sell	67	0.69	1.30445	1.30830	1.29482		
134	2013.05.03 16:00	s/l	67	0.69	1.30830	1.30830	1.29482	-202.59	10849.37
135	2013.05.06 17:00	sell	68	0.86	1.30570	1.30870	1.29820		
136	2013.05.07 04:00	close	68	0.86	1.30784	1.30870	1.29820	-141.39	10707.98
137	2013.05.07 13:00	buy	69	1.02	1.31193	1.30942	1.31822		
138	2013.05.07 17:00	s/l	69	1.02	1.30942	1.30942	1.31822	-195.65	10512.33
139	2013.05.08 09:00	buy	70	1.04	1.31141	1.30900	1.31744		
140	2013.05.08 11:00	s/l	70	1.04	1.30900	1.30900	1.31744	-191.02	10321.31
141	2013.05.08 11:00	buy	71	0.88	1.31217	1.30938	1.31914		
142	2013.05.08 18:00	t/p	71	0.88	1.31914	1.30938	1.31914	465.50	10786.81
143	2013.05.09 15:00	sell	72	0.98	1.31323	1.31585	1.30668		
144	2013.05.09 21:00	t/p	72	0.98	1.30668	1.31585	1.30668	493.17	11279.98
145	2013.05.14 13:00	sell	73	0.73	1.29609	1.29976	1.28691		
146	2013.05.15 00:00	close	73	0.73	1.29315	1.29976	1.28691	165.40	11445.38
147	2013.05.15 09:00	sell	74	0.76	1.28988	1.29350	1.28084		
148	2013.05.15 20:00	close	74	0.76	1.28723	1.29350	1.28084	156.46	11601.84
149	2013.05.16 16:00	buy	75	0.89	1.29017	1.28706	1.29795		
150	2013.05.16 22:00	s/l	75	0.89	1.28706	1.28706	1.29795	-214.96	11386.88
151	2013.05.17 15:00	sell	76	0.72	1.28258	1.28635	1.27316		
152	2013.05.20 00:00	close	76	0.72	1.28448	1.28635	1.27316	-107.06	11279.82
153	2013.05.20 11:00	buy	77	0.70	1.28715	1.28331	1.29674		
154	2013.05.20 22:00	close	77	0.70	1.28887	1.28331	1.29674	93.42	11373.24
155	2013.05.22 10:00	buy	78	0.82	1.29348	1.29016	1.30179		
156	2013.05.22 17:00	s/l	78	0.82	1.29016	1.29016	1.30179	-211.39	11161.85
157	2013.05.23 14:00	buy	79	0.64	1.28905	1.28489	1.29946		
158	2013.05.24 01:00	close	79	0.64	1.29322	1.28489	1.29946	206.53	11368.38
159	2013.05.24 11:00	buy	80	0.71	1.29788	1.29407	1.30740		
160	2013.05.24 15:00	s/l	80	0.71	1.29407	1.29407	1.30740	-209.19	11159.19
161	2013.05.29 11:00	buy	81	0.76	1.28903	1.28554	1.29777		
162	2013.05.29 22:00	close	81	0.76	1.29406	1.28554	1.29777	295.41	11454.60
163	2013.05.30 12:00	buy	82	0.71	1.29971	1.29584	1.30939		
164	2013.05.30 14:00	s/l	82	0.71	1.29584	1.29584	1.30939	-212.12	11242.48
165	2013.05.31 12:00	sell	83	0.84	1.29813	1.30134	1.29012		
166	2013.05.31 15:00	s/l	83	0.84	1.30134	1.30134	1.29012	-207.58	11034.90
167	2013.06.03 09:00	buy	84	0.73	1.30235	1.29872	1.31143		
168	2013.06.03 16:00	s/l	84	0.73	1.29872	1.29872	1.31143	-204.44	10830.46
169	2013.06.03 16:00	sell	85	0.72	1.29622	1.29982	1.28722		
170	2013.06.03 17:00	s/l	85	0.72	1.29982	1.29982	1.28722	-198.95	10631.51
171	2013.06.06 10:00	buy	86	0.77	1.31234	1.30906	1.32054		
172	2013.06.06 16:00	s/l	86	0.77	1.30906	1.30906	1.32054	-192.06	10439.45
173	2013.06.07 16:00	sell	87	0.65	1.32029	1.32415	1.31064		
174	2013.06.10 00:00	close	87	0.65	1.31919	1.32415	1.31064	53.69	10493.14
175	2013.06.10 21:00	buy	88	0.62	1.32609	1.32207	1.33614		
176	2013.06.11 08:00	close	88	0.62	1.32705	1.32207	1.33614	45.00	10538.14
177	2013.06.11 12:00	buy	89	0.75	1.32808	1.32474	1.33643		

Figura 59: Informe EA Cary de transacciones ocurridas en 2013 que incurren en una bajada de nuestro balance

Luego sigue cayendo por debajo de los 10000 € hasta llegar a los 5800 € (es decir, incurrimos en pérdidas). Finalmente, alcanzamos un periodo en el que vuelve a recuperar parte de esas pérdidas aunque cierra aun así el análisis con pérdidas:

2034	2017.08.15 16:00	t/p	1017	0.67	1.16987	1.17844	1.16987	350.70	7226.58
2035	2017.08.16 14:00	sell	1018	0.62	1.17014	1.17294	1.16314		
2036	2017.08.16 21:00	s/l	1018	0.62	1.17294	1.17294	1.16314	-147.95	7078.63
2037	2017.08.17 13:00	sell	1019	0.49	1.17064	1.17410	1.16199		
2038	2017.08.17 18:00	s/l	1019	0.49	1.17410	1.17410	1.16199	-144.36	6934.27
2039	2017.08.21 16:00	buy	1020	0.80	1.17792	1.17586	1.18308		
2040	2017.08.22 03:00	close	1020	0.80	1.18103	1.17586	1.18308	210.86	7145.13
2041	2017.08.22 12:00	sell	1021	0.72	1.17696	1.17932	1.17105		
2042	2017.08.22 23:00	close	1021	0.72	1.17592	1.17932	1.17105	63.68	7208.81
2043	2017.08.23 11:00	buy	1022	0.74	1.17811	1.17580	1.18389		
2044	2017.08.23 22:00	close	1022	0.74	1.18195	1.17580	1.18389	240.42	7449.23
2045	2017.08.24 12:00	sell	1023	0.81	1.17870	1.18091	1.17319		
2046	2017.08.24 15:00	s/l	1023	0.81	1.18091	1.18091	1.17319	-151.61	7297.62
2047	2017.08.25 11:00	sell	1024	0.95	1.17798	1.17982	1.17338		
2048	2017.08.25 12:00	s/l	1024	0.95	1.17982	1.17982	1.17338	-148.18	7149.44
2049	2017.08.25 14:00	buy	1025	0.88	1.18171	1.17978	1.18655		
2050	2017.08.25 17:00	s/l	1025	0.88	1.17978	1.17978	1.18655	-143.97	7005.47
2051	2017.08.28 19:00	buy	1026	0.56	1.19721	1.19422	1.20468		
2052	2017.08.29 06:00	close	1026	0.56	1.19694	1.19422	1.20468	-12.49	6992.98
2053	2017.08.29 09:00	buy	1027	0.72	1.19815	1.19583	1.20394		
2054	2017.08.29 11:00	t/p	1027	0.72	1.20394	1.19583	1.20394	346.05	7339.03
2055	2017.08.30 09:00	sell	1028	0.52	1.19646	1.19986	1.18796		
2056	2017.08.30 20:00	close	1028	0.52	1.19040	1.19986	1.18796	264.72	7603.75
2057	2017.08.31 09:00	sell	1029	0.54	1.18729	1.19066	1.17887		
2058	2017.08.31 19:00	s/l	1029	0.54	1.19066	1.19066	1.17887	-153.02	7450.73
2059	2017.09.01 17:00	sell	1030	0.46	1.18637	1.19020	1.17681		
2060	2017.09.04 00:00	close	1030	0.46	1.18809	1.19020	1.17681	-66.95	7383.78
2061	2017.09.04 12:00	buy	1031	0.50	1.19184	1.18832	1.20065		
2062	2017.09.04 23:00	close	1031	0.50	1.18964	1.18832	1.20065	-92.46	7291.32
2063	2017.09.05 11:00	sell	1032	0.65	1.18787	1.19055	1.18117		
2064	2017.09.05 14:00	s/l	1032	0.65	1.19055	1.19055	1.18117	-146.42	7144.90
2065	2017.09.06 12:00	buy	1033	0.51	1.19436	1.19101	1.20273		
2066	2017.09.06 23:00	s/l	1033	0.51	1.19101	1.19101	1.20273	-143.40	7001.50
2067	2017.09.07 11:00	buy	1034	0.65	1.19535	1.19277	1.20180		
2068	2017.09.07 16:00	t/p	1034	0.65	1.20180	1.19277	1.20180	348.15	7349.65

Figura 60: Informe EA Cary de transacciones ocurridas en 2017 que incurren en pérdidas.

Cary (en cada tick): Los resultados de este análisis tampoco son poco alentadores. Ocurre una situación parecida al análisis anterior. Nuestra curva de equidad sube un poco para luego caer abultadamente. Finalmente se recupera un poco pero nuestro balance ha pasado de 10000 a 6981.36 €.

Strategy Tester Report

Cary 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:00 (2013.01.01 - 2017.09.10)				
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	85095672	Calidad del modelado	90.00%
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00	Spread		2	
Beneficio neto total	-3018.64	Beneficio bruto	62382.14	Pérdida bruta	-65400.77
Factor de beneficio	0.95	Beneficio esperado	-2.92		
Drawdown absoluto	5743.53	Drawdown máximo	8116.91 (65.60%)	Drawdown relativo	65.60% (8116.91)
Total de transacciones	1034	Posiciones cortas (% ganadoras)	544 (40.99%)	Posiciones largas (% ganadoras)	490 (41.43%)
		Transacciones rentables (% del total)	426 (41.20%)	Transacciones no rentables (% del total)	608 (58.80%)
		Mayor transacción rentable	522.42	transacción no rentable	-226.08
		Media transacción rentable	146.44	transacción no rentable	-107.57
	Número máximo	ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	5 (1078.00)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	9 (-704.92)
	Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)		1427.01 (4)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-1031.65 (5)
	Promedio	ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	2



Figura 61: Informe del AE Cary ejecutando análisis de backtest “En cada tick” desde 2013 a 2017

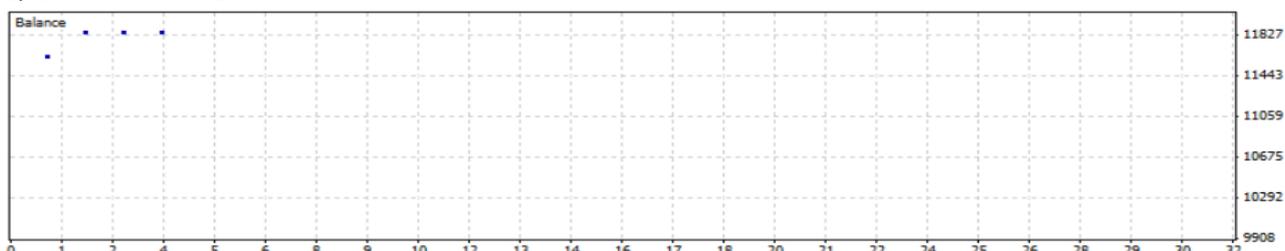
Cary optimización (en cada tick): Para intentar solucionar el problema, hice una optimización básica como ya indiqué al principio, en la cual ejecutamos un algoritmo genético que mejore el balance e indiqué a la plataforma MT4 que deseaba la optimización incrementando el número de posiciones a abrir (en muchas AEs suelen trabajar con una sola posición). Estos fueron los resultados de la optimización para Carry en cada tick:

Optimization Report

Cary 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo EURUSD (Euro vs US Dollar)
 Período 1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:00 (2013.01.01 - 2017.09.10)
 Modelo Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)
 Depósito inicial 10000.00
 Spread 2



Repaso	Beneficios	Total de transacciones	Factor de beneficio	Beneficio esperado	Reducción \$	Reducción %
4	1846.51	1314	1.02	1.41	8285.68	66.37
3	1846.51	1314	1.02	1.41	8285.68	66.37
2	1846.51	1314	1.02	1.41	8285.68	66.37
1	1617.12	1308	1.02	1.24	8294.37	66.44

Figura 62: Informe de optimización del AE Cary ejecutando análisis de backtest “En cada tick” desde 2013 a 2017.

Estos pasos son para ejecuciones con el parámetro “MaxPositionsAllowed” entre 3 y 6 posiciones. Este parámetro fue elegido para la optimización debido a la importancia de un análisis significativo además de testear la robustez “real” del algoritmo. Digo real porque quizás el algoritmo no se encuentra mal diseñado pero la elección e inicialización de los parámetros de entrada no es la mejor. En este caso hemos visto que la mejor ejecución se realiza con el parámetro “MaxPositionsAllowed” con un valor de 4. Aquí tenemos los resultados tras la optimización y posterior ejecución de Carry optimizado:

Strategy Tester Report

Cary 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:00 (2013.01.01 - 2017.09.10)				
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	85095672	Calidad del modelado	90.00%
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00		Spread		2
Beneficio neto total	1837.94	Beneficio bruto	94619.25	Pérdida bruta	-92781.31
Factor de beneficio	1.02	Beneficio esperado	1.40		
Drawdown absoluto	5805.35	Drawdown máximo	8288.19 (66.40%)	Drawdown relativo	66.40% (8288.19)
Total de transacciones	1314	Posiciones cortas (% ganadoras)	680 (42.65%)	Posiciones largas (% ganadoras)	634 (41.17%)
		Transacciones rentables (% del total)	551 (41.93%)	Transacciones no rentables (% del total)	763 (58.07%)
		Mayor transacción rentable	590.85	transacción no rentable	-260.61
		Media transacción rentable	171.72	transacción no rentable	-121.60
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	7 (1468.55)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	14 (-1759.72)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	2095.59 (5)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-2183.06 (10)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	3



Figura 63: Informe optimizado del AE Cary ejecutando análisis de backtest “En cada tick”

La curva presenta la misma tendencia llegando a caer nuestro balance hasta los 4194.65 €, como nos indica el drawdown absoluto, pero en este caso pasado un tiempo, podemos recuperar las pérdidas e incluso obtener beneficios:

2400	2017.05.09 22:00	close	1201	0.96	1.08682	1.09289	1.08492	334.77	9319.81
2401	2017.05.09 22:00	close	1200	0.96	1.08682	1.09287	1.08493	333.89	9653.70
2402	2017.05.09 22:00	close	1199	0.68	1.08682	1.09551	1.08442	345.37	9999.07
2403	2017.05.10 21:00	sell	1202	1.03	1.08581	1.08814	1.07999		
2404	2017.05.11 07:00	close	1202	1.03	1.08722	1.08814	1.07999	-135.99	9863.08
2405	2017.05.11 11:00	buy	1203	1.17	1.08869	1.08669	1.09369		
2406	2017.05.11 14:04	s/l	1203	1.17	1.08669	1.08669	1.09369	-215.33	9647.75
2407	2017.05.11 16:00	sell	1204	1.12	1.08518	1.08725	1.08000		
2408	2017.05.11 17:03	s/l	1204	1.12	1.08725	1.08725	1.08000	-213.24	9434.51
2409	2017.05.12 16:00	buy	1205	1.23	1.09060	1.08877	1.09518		
2410	2017.05.15 00:02	close	1205	1.23	1.09318	1.08877	1.09518	290.59	9725.10
2411	2017.05.15 12:00	buy	1206	1.21	1.09451	1.09258	1.09933		
2412	2017.05.15 22:00	close	1206	1.21	1.09778	1.09258	1.09933	360.43	10085.53
2413	2017.05.16 08:00	buy	1207	1.30	1.09916	1.09729	1.10383		
2414	2017.05.16 10:00	buy	1208	1.31	1.10138	1.09949	1.10611		
2415	2017.05.16 11:26	t/p	1207	1.30	1.10383	1.09729	1.10383	549.99	10635.52
2416	2017.05.16 14:13	t/p	1208	1.31	1.10611	1.09949	1.10611	560.19	11195.71
2417	2017.05.17 16:00	buy	1209	0.98	1.11232	1.10957	1.11919		
2418	2017.05.18 02:00	close	1209	0.98	1.11612	1.10957	1.11919	334.39	11530.10
2419	2017.05.18 07:00	buy	1210	0.95	1.11610	1.11320	1.12335		
2420	2017.05.18 09:20	s/l	1210	0.95	1.11320	1.11320	1.12335	-247.48	11282.62
2421	2017.05.18 13:00	sell	1211	0.87	1.11192	1.11504	1.10413		
2422	2017.05.18 15:00	sell	1212	0.85	1.11205	1.11523	1.10411		
2423	2017.05.19 01:00	close	1212	0.85	1.11003	1.11523	1.10411	154.02	11436.64
2424	2017.05.19 01:00	close	1211	0.87	1.11003	1.11504	1.10413	147.45	11584.09
2425	2017.05.19 11:00	buy	1213	0.89	1.11387	1.11075	1.12167		
2426	2017.05.19 21:00	close	1213	0.89	1.12100	1.11075	1.12167	566.07	12150.16
2427	2017.05.22 12:00	sell	1214	0.96	1.11678	1.11982	1.10919		
2428	2017.05.22 12:57	s/l	1214	0.96	1.11982	1.11982	1.10919	-260.61	11889.55
2429	2017.05.23 15:00	sell	1215	1.03	1.12178	1.12454	1.11488		
2430	2017.05.23 18:28	s/l	1215	1.03	1.12454	1.12454	1.11488	-252.79	11636.76
2431	2017.05.26 16:00	sell	1216	1.00	1.11801	1.12081	1.11100		
2432	2017.05.29 00:01	close	1216	1.00	1.11662	1.12081	1.11100	123.70	11760.46
2433	2017.05.30 01:00	sell	1217	1.58	1.11518	1.11697	1.11071		
2434	2017.05.30 11:00	close	1217	1.58	1.11405	1.11697	1.11071	160.26	11920.72
2435	2017.05.31 14:00	buy	1218	1.11	1.12127	1.11869	1.12771		
2436	2017.06.01 00:00	close	1218	1.11	1.12428	1.11869	1.12771	298.00	12218.72
2437	2017.06.01 15:00	sell	1219	1.15	1.12183	1.12436	1.11550		
2438	2017.06.01 19:00	sell	1220	1.09	1.12132	1.12402	1.11457		
2439	2017.06.02 05:00	close	1220	1.09	1.12173	1.12402	1.11457	-40.69	12178.03
2440	2017.06.02 05:00	close	1219	1.15	1.12173	1.12436	1.11550	9.35	12187.39
2441	2017.06.02 16:00	buy	1221	1.34	1.12693	1.12475	1.13239		
2442	2017.06.05 00:02	close	1221	1.34	1.12699	1.12475	1.13239	7.46	12194.85
2443	2017.06.05 14:00	sell	1222	1.37	1.12427	1.12640	1.11895		
2444	2017.06.05 20:38	s/l	1222	1.37	1.12640	1.12640	1.11895	-259.06	11935.79

Figura 64: Informe optimizado EA Cary de transacciones de 2017 que incurren en beneficios.

2587	2017.08.15 15:35	t/p	1293	1.10	1.16987	1.17844	1.16987	575.45	11815.64
2588	2017.08.15 23:00	close	1294	0.95	1.17393	1.17781	1.16779	82.54	11898.18
2589	2017.08.16 14:00	sell	1295	1.02	1.17014	1.17294	1.16314		
2590	2017.08.16 20:19	s/l	1295	1.02	1.17294	1.17294	1.16314	-243.49	11654.69
2591	2017.08.17 13:00	sell	1296	0.81	1.17064	1.17410	1.16199		
2592	2017.08.17 17:01	s/l	1296	0.81	1.17410	1.17410	1.16199	-238.70	11415.99
2593	2017.08.21 16:00	buy	1297	1.33	1.17792	1.17586	1.18308		
2594	2017.08.22 02:00	close	1297	1.33	1.18084	1.17586	1.18308	329.21	11745.20
2595	2017.08.22 12:00	sell	1298	1.18	1.17696	1.17932	1.17105		
2596	2017.08.22 22:00	close	1298	1.18	1.17509	1.17932	1.17105	187.78	11932.98
2597	2017.08.23 11:00	buy	1299	1.24	1.17811	1.17580	1.18389		
2598	2017.08.23 14:00	buy	1300	1.29	1.17817	1.17595	1.18371		
2599	2017.08.24 00:16	close	1300	1.29	1.18086	1.17595	1.18371	294.82	12227.80
2600	2017.08.24 00:16	close	1299	1.24	1.18086	1.17580	1.18389	289.69	12517.49
2601	2017.08.24 12:00	sell	1301	1.36	1.17870	1.18091	1.17319		
2602	2017.08.24 14:47	s/l	1301	1.36	1.18091	1.18091	1.17319	-254.52	12262.97
2603	2017.08.25 11:00	sell	1302	1.60	1.17798	1.17982	1.17338		
2604	2017.08.25 11:23	s/l	1302	1.60	1.17982	1.17982	1.17338	-249.53	12013.44
2605	2017.08.25 14:00	buy	1303	1.49	1.18171	1.17978	1.18655		
2606	2017.08.25 16:55	s/l	1303	1.49	1.17978	1.17978	1.18655	-243.75	11769.69
2607	2017.08.28 19:00	buy	1304	0.93	1.19721	1.19422	1.20468		
2608	2017.08.29 05:00	close	1304	0.93	1.19682	1.19422	1.20468	-30.08	11739.61
2609	2017.08.29 09:00	buy	1305	1.21	1.19815	1.19583	1.20394		
2610	2017.08.29 10:53	t/p	1305	1.21	1.20394	1.19583	1.20394	581.91	12321.52
2611	2017.08.30 09:00	sell	1306	0.87	1.19646	1.19986	1.18796		
2612	2017.08.30 19:00	close	1306	0.87	1.19263	1.19986	1.18796	279.39	12600.91
2613	2017.08.31 09:00	sell	1307	0.90	1.18729	1.19066	1.17887		
2614	2017.08.31 14:00	sell	1308	0.89	1.18604	1.18947	1.17748		
2615	2017.08.31 17:59	s/l	1308	0.89	1.18947	1.18947	1.17748	-256.64	12344.27
2616	2017.08.31 18:52	s/l	1307	0.90	1.19066	1.19066	1.17887	-254.73	12089.54
2617	2017.09.01 17:00	sell	1309	0.76	1.18637	1.19020	1.17681		
2618	2017.09.04 00:16	close	1309	0.76	1.18809	1.19020	1.17681	-110.62	11978.91
2619	2017.09.04 12:00	buy	1310	0.82	1.19184	1.18832	1.20065		
2620	2017.09.04 18:00	buy	1311	1.10	1.19121	1.18860	1.19773		
2621	2017.09.05 04:00	close	1311	1.10	1.18994	1.18860	1.19773	-117.13	11861.79
2622	2017.09.05 04:00	close	1310	0.82	1.18994	1.18832	1.20065	-130.73	11731.06
2623	2017.09.05 11:00	sell	1312	1.05	1.18787	1.19055	1.18117		
2624	2017.09.05 13:32	s/l	1312	1.05	1.19055	1.19055	1.18117	-236.36	11494.70
2625	2017.09.06 12:00	buy	1313	0.82	1.19436	1.19101	1.20273		
2626	2017.09.06 22:00	close	1313	0.82	1.19116	1.19101	1.20273	-220.29	11274.41
2627	2017.09.07 11:00	buy	1314	1.05	1.19535	1.19277	1.20180		
2628	2017.09.07 15:45	t/p	1314	1.05	1.20180	1.19277	1.20180	563.53	11837.94

Figura 65: 2º informe optimizado EA Cary de transacciones de 2017 que incurren en beneficios.

Cary optimización (solo precios de apertura): La optimización realizada fue igual al modelado “En cada tick” en la que elegimos ejecutar el algoritmo genético sobre el balance optimizando el número de posición que abrimos. Como en el caso anterior, abriremos 4 posiciones en lugar de 1, al ser la mejor combinación obtenida del informe de optimización:

Optimization Report

Cary 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)



Figura 66: Informe de optimización del AE Cary ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura” desde 2013 a 2017

Cary observamos que es un tipo de robot que tiene una ejecución mejor cuando lo ejecutamos con un tipo de modelado “Solo precios de apertura”. Esto tiene que ver con el tipo de análisis puesto que “En cada tick” presentamos un mayor número de ticks modelados (85095672, el cual coincide con el máximo que permite MT4) con una calidad del modelado de 90% frente a los 59083 ticks de este último análisis con una calidad de modelado “n/a” (no aplicable), puesto que no tenemos la información suficiente para determinar si “Solo con los precios de apertura” obtendríamos una buena calidad de modelado. Al no obtener una mayor información de los ticks así como construir los precios y las barras del historial con los precios de apertura, no tenemos la misma volatilidad y ruido que si obtenemos de los ticks por ser ejecutados en una franja de tiempo menor, lo cual puede condicionar los resultados de forma negativa/positiva. Dichos resultados no suelen variar de una forma significativa en ninguno de los dos sentidos aunque están condicionados al modelo de diseño del AE, la ejecución del mismo y sus correspondientes reglas de entrada y salida.

En el siguiente informe producido por MT4, vemos el informe con la estrategia optimizada:

Strategy Tester Report

Cary 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:59 (2013.01.01 - 2017.09.10)				
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	59083	Calidad del modelado	n/a
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00	Spread		2	
Beneficio neto total	2790.97	Beneficio bruto	100897.24	Pérdida bruta	-98106.28
Factor de beneficio	1.03	Beneficio esperado	2.12		
Drawdown absoluto	5865.77	Drawdown máximo	8543.86 (67.39%)	Drawdown relativo	67.39% (8543.86)
Total de transacciones	1314	Posiciones cortas (% ganadoras)	680 (43.09%)	Posiciones largas (% ganadoras)	634 (41.48%)
		Transacciones rentables (% del total)	556 (42.31%)	Transacciones no rentables (% del total)	758 (57.69%)
		Mayor transacción rentable	665.75	transacción no rentable	-280.66
		Media transacción rentable	181.47	transacción no rentable	-129.43
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	8 (962.45)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	14 (-1827.90)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	2130.21 (5)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-2149.46 (10)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	3



Figura 67: Informe optimizado AE Cary ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura”

Elisa (en cada tick): Esto son los resultados de la ejecución del robot Elisa:

Strategy Tester Report

Elisa 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:00 (2013.01.01 - 2017.09.10)				
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	85095672	Calidad del modelado	90.00%
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00	Spread		2	
Beneficio neto total	4675.73	Beneficio bruto	79483.82	Pérdida bruta	-74808.09
Factor de beneficio	1.06	Beneficio esperado	5.83		
Drawdown absoluto	4362.34	Drawdown máximo	6257.94 (52.61%)	Drawdown relativo	52.61% (6257.94)
Total de transacciones	802	Posiciones cortas (% ganadoras)	428 (43.46%)	Posiciones largas (% ganadoras)	374 (41.71%)
		Transacciones rentables (% del total)	342 (42.64%)	Transacciones no rentables (% del total)	460 (57.36%)
		Mayor transacción rentable	724.53	transacción no rentable	-304.45
		Media transacción rentable	232.41	transacción no rentable	-162.63
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	8 (1574.40)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	12 (-1928.20)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	1793.76 (5)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-1928.20 (12)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	2



Figura 68: Informe AE Elisa ejecutando análisis de backtest "En cada tick"

Analizando las transacciones de este AE vemos que presenta una fuerte caída durante un tiempo para luego ser sustituida por una subida de forma gradual, la cual incurre en beneficios durante el año 2013. Después a caer el balance de nuestra cuenta tras el cierre de 2013 y continúa acentuándose en 2014. Finalmente sube a finales del año 2016 y a lo largo del año 2017.

Elisa (Solo precios de apertura): Ahora realizamos el análisis solo con los precios de apertura, obtenemos un resultado aún más favorable. Si nos fijamos la curva de equidad presenta una forma parecida a la obtenida con el otro análisis pero con “picos” más leves. Como en el caso anterior, esto se debe a la volatilidad y ruido generado por los ticks:

Strategy Tester Report

Elisa 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:59 (2013.01.01 - 2017.09.10)				
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	59083	Calidad del modelado	n/a
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00	Spread		2	
Beneficio neto total	5611.17	Beneficio bruto	84714.13	Pérdida bruta	-79102.97
Factor de beneficio	1.07	Beneficio esperado	7.00		
Drawdown absoluto	4279.20	Drawdown máximo	6143.95 (51.78%)	Drawdown relativo	51.78% (6143.95)
Total de transacciones	802	Posiciones cortas (% ganadoras)	428 (43.69%)	Posiciones largas (% ganadoras)	374 (41.18%)
		Transacciones rentables (% del total)	341 (42.52%)	Transacciones no rentables (% del total)	461 (57.48%)
		Mayor transacción rentable	771.74	transacción no rentable	-323.60
		Media transacción rentable	248.43	transacción no rentable	-171.59
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	8 (1592.57)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	16 (-2306.14)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	1916.32 (5)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-2306.14 (16)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	2



Figura 69: Informe AE Elisa ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura”

Las transacciones realizadas se asemejan a las del modelo anterior siguiendo el siguiente ciclo:

- 1- Caída gradual de los beneficios a finales de 2013.
- 2- Incursión en pérdidas durante los años 2014-2015.
- 3- Recuperación en el periodo 2015-2016.
- 4- Obtención de beneficios a partir de los años 2016-2017.

Elisa optimizada (solo precios de apertura): Como tiene reglas parecidas a Cary, probamos a solo optimizar el parámetro “MaxPositionsAllowed” para subir de 1 posición a 4 con un algoritmo genético que mejore el balance. Tras hacer la optimización, los resultados fueron de lo más satisfactorios, suavizando bastante los “picos” que se podían producir en la curva de equidad, acentuando los beneficios y minimizando las pérdidas:

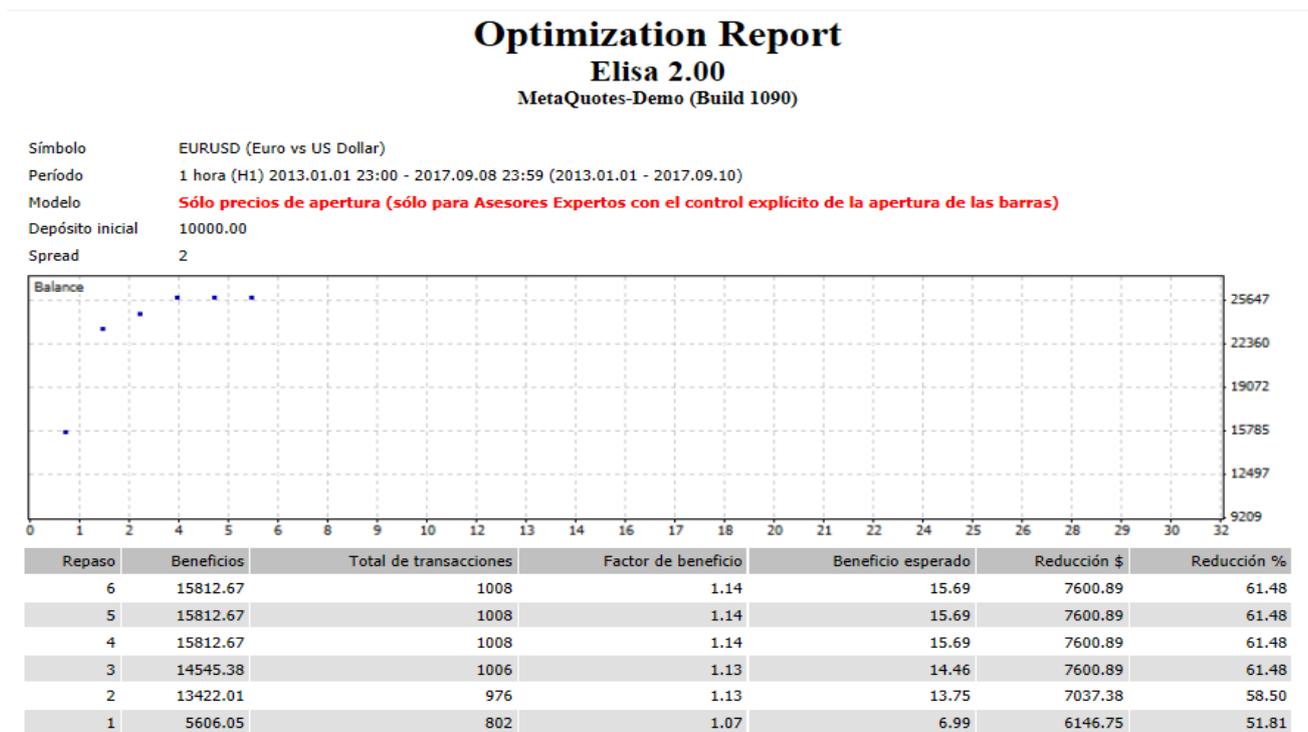


Figura 70: Informe de optimización AE Elisa con análisis de backtest “Solo precios de apertura”

Strategy Tester Report

Elisa 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:59 (2013.01.01 - 2017.09.10)		
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)		
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;		
Barras en el historial	30050 Ticks modelados	59083 Calidad del modelado	n/a
Errores de desalineación de gráficos	0		
Depósito inicial	10000.00	Spread	2
Beneficio neto total	15809.77 Beneficio bruto	127337.03 Pérdida bruta	-111527.26
Factor de beneficio	1.14 Beneficio esperado	15.68	
Drawdown absoluto	5234.58 Drawdown máximo	7598.23 (61.46%) Drawdown relativo	61.46% (7598.23)
Total de transacciones	1008 Posiciones cortas (% ganadoras)	531 (45.01%) Posiciones largas (% ganadoras)	477 (42.14%)
	Transacciones rentables (% del total)	440 (43.65%) Transacciones no rentables (% del total)	568 (56.35%)
	Mayor transacción rentable	1302.31 transacción no rentable	-549.81
	Media transacción rentable	289.40 transacción no rentable	-196.35
	Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	11 (1871.21) pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	17 (-2009.58)
	Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	3552.41 (4) pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-3363.60 (7)
	Promedio ganancias consecutivas	2 pérdidas consecutivas	3



Figura 71: Informe optimizado AE Elisa ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura”

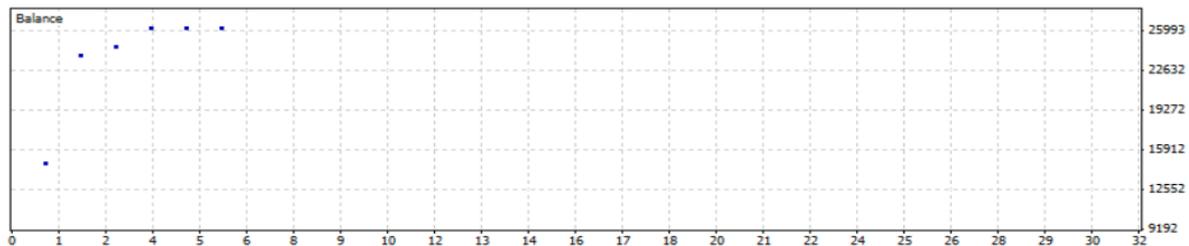
Elisa optimizada (en cada tick): Tras también ejecutar la optimización en Elisa con los mismos parámetros e instrucciones que el anterior análisis, obtenemos los siguientes resultados:

Optimization Report

Elisa 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo EURUSD (Euro vs US Dollar)
 Período 1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:00 (2013.01.01 - 2017.09.10)
 Modelo Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)
 Depósito inicial 10000.00
 Spread 2



Repaso	Beneficios	Total de transacciones	Factor de beneficio	Beneficio esperado	Reducción \$	Reducción %
6	16161.54	1008	1.15	16.03	7392.18	60.76
5	16161.54	1008	1.15	16.03	7392.18	60.76
4	16161.54	1008	1.15	16.03	7392.18	60.76
3	14564.43	1006	1.14	14.48	7392.18	60.76
2	13854.55	976	1.13	14.20	6991.26	57.58
1	4698.61	802	1.06	5.86	6236.57	52.48

Figura 72: Informe de optimización AE Elisa con análisis de backtest “En cada tick”

Como podemos ver en la figura xx presenta un comportamiento en ambos casos como hemos definido previamente:

- 1- Caída gradual de los beneficios a finales de 2013.
- 2- Incursión en pérdidas durante los años 2014-2015.
- 3- Recuperación en el periodo 2015-2016.
- 4- Obtención de beneficios a partir de los años 2016-2017.

Conclusiones: El hecho de no ejecutar transacciones los lunes y el primer día de cada mes añadido a la posibilidad de abrir 4 posiciones en lugar de 1, nos ha permitido mejorar sustancialmente nuestro balance, por lo que podemos concluir asegurando que los efectos estacionales o de tiempo, tienen una importante repercusión en el diseño de nuestro robot así como el número de posiciones que abrimos a modo de diversificar nuestras transacciones. Esta estrategia de abrir más posiciones es una situación que nos puede ocasionar grandes beneficios o pérdidas dependiendo de la época de las transacciones. Vemos que las pérdidas son mayores en los años 2014-2016 debido posiblemente a factores macroeconómicos.

Strategy Tester Report

Elisa 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)			
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:00 (2013.01.01 - 2017.09.10)			
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)			
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;			
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	85095672	Calidad del modelado 90.00%
Errores de desalineación de gráficos	0			
Depósito inicial	10000.00		Spread	2
Beneficio neto total	16129.15	Beneficio bruto	126134.19	Pérdida bruta -110005.04
Factor de beneficio	1.15	Beneficio esperado	16.00	
Drawdown absoluto	5243.21	Drawdown máximo	7406.14 (60.89%)	Drawdown relativo 60.89% (7406.14)
Total de transacciones	1008	Posiciones cortas (% ganadoras)	531 (44.63%)	Posiciones largas (% ganadoras) 477 (41.93%)
		Transacciones rentables (% del total)	437 (43.35%)	Transacciones no rentables (% del total) 571 (56.65%)
		Mayor transacción rentable	1352.44	transacción no rentable -568.10
		Media transacción rentable	288.64	transacción no rentable -192.65
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	11 (1889.09)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero) 13 (-1741.40)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	3715.43 (4)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas) -3504.84 (7)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas 3



Figura 73: Informe optimizado AE Elisa ejecutando análisis de backtest "En cada tick"

RobotTradingTFG (solo precios de apertura): En la ejecución en el mismo periodo de 2013 a 2017, obtuvimos un resultado que se nos quedaba por debajo del número requerido por el Teorema Central del Límite:

Strategy Tester Report

RobotTradingTFG

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:59 (2013.01.01 - 2017.09.10)				
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; FastMAPeriod=10; SlowMAPeriod=40; KeltnerPeriod=15; KeltnerMulti=3; Header2="----- --Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=1; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=6; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=true; VolBasedTPMultiplier=6; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="----- ---Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings----- ---"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header9="-----Volatility Trailing Stops Settings-----"; UseVolTrailingStops=false; VolTrailingDistMultiplier=0; VolTrailingBuffMultiplier=0; Header10="-----Hidden Volatility Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenVolTrailing=false; VolTrailingDistMultiplier_Hidden=0; VolTrailingBuffMultiplier_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=14; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="----- -Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	59083	Calidad del modelado	n/a
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00		Spread		2
Beneficio neto total	668.93	Beneficio bruto	12887.24	Pérdida bruta	-12218.31
Factor de beneficio	1.05	Beneficio esperado	2.11		
Drawdown absoluto	876.15	Drawdown máximo	943.66 (9.37%)	Drawdown relativo	9.37% (943.66)
Total de transacciones	317	Posiciones cortas (% ganadoras)	170 (44.12%)	Posiciones largas (% ganadoras)	147 (44.22%)
		Transacciones rentables (% del total)	140 (44.16%)	Transacciones no rentables (% del total)	177 (55.84%)
		Mayor transacción rentable	120.46	transacción no rentable	-119.55
		Media transacción rentable	92.05	transacción no rentable	-69.03
	Número máximo	ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	4 (435.73)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	7 (-581.48)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	435.73 (4)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-581.48 (7)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	2



Figura 74: Informe RobotTradingTFG ejecutando análisis de backtest “Solo precios de apertura”

Haciendo la misma optimización con el algoritmo genético sobre el balance e incrementando la variable “MaxPositionsAllowed” podemos obtener los siguientes resultados entre el que se incluye el del informe:

Optimization Report RobotTradingTFG MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo EURUSD (Euro vs US Dollar)
 Período 1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:59 (2013.01.01 - 2017.09.10)
 Modelo **Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)**
 Depósito inicial 10000.00
 Spread 2

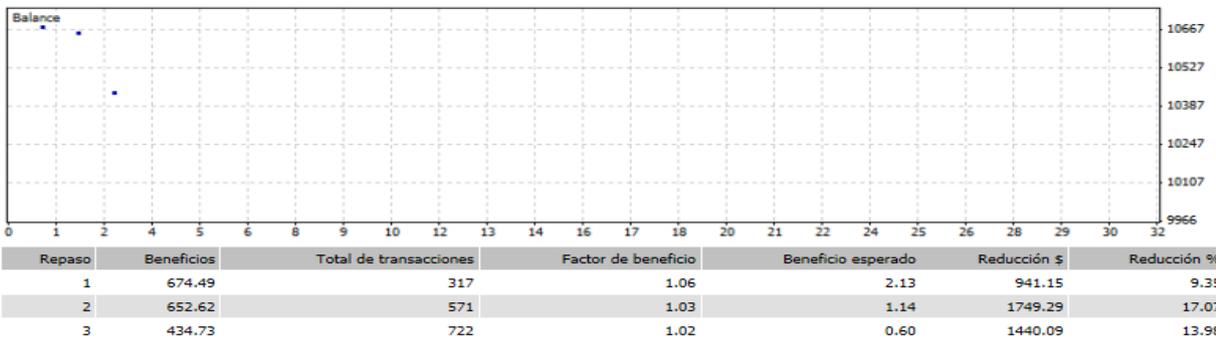


Figura 75: Informe optimización RobotTradingTFG “Solo precios de apertura”

Debido a la naturaleza adversa al riesgo, no genera grandes beneficios ya que tiene un control importante sobre las pérdidas como de los beneficios como vemos en los diferentes “picos” aun con las tendencias alcistas/bajistas del mercado. Esto genera que el mayor drawdown sea de solo 1500 (la cantidad más baja de nuestro balance es 8500)

Strategy Tester Report

RobotTradingTFG

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:59 (2013.01.01 - 2017.09.10)				
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)				
Parámetros	<pre>Header1="-----Trading Rules Variables-----"; FastMAPeriod=10; SlowMAPeriod=40; KeltnerPeriod=15; KeltnerMulti=3; Header2="----- --Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=1; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=6; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=true; VolBasedTPMultiplier=6; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="----- -----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings----- -----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header9="-----Volatility Trailing Stops Settings-----"; UseVolTrailingStops=false; VolTrailingDistMultiplier=0; VolTrailingBuffMultiplier=0; Header10="-----Hidden Volatility Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenVolTrailing=false; VolTrailingDistMultiplier_Hidden=0; VolTrailingBuffMultiplier_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=14; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=2; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="----- -Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;</pre>				
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	59083	Calidad del modelado	n/a
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00	Spread		2	
Beneficio neto total	652.62	Beneficio bruto	21784.91	Pérdida bruta	-21132.28
Factor de beneficio	1.03	Beneficio esperado	1.14		
Drawdown absoluto	1500.10	Drawdown máximo	1749.29 (17.07%)	Drawdown relativo	17.07% (1749.29)
Total de transacciones	571	Posiciones cortas (% ganadoras)	286 (44.76%)	Posiciones largas (% ganadoras)	285 (42.11%)
		Transacciones rentables (% del total)	248 (43.43%)	Transacciones no rentables (% del total)	323 (56.57%)
		Mayor transacción rentable	117.26	transacción no rentable	-115.46
		Media transacción rentable	87.84	transacción no rentable	-65.43
	Número máximo	ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	5 (437.01)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	7 (-339.81)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	437.01 (5)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-443.78 (6)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	2



Figura 76: Informe optimizado AE RobotTradingTFG “Solo precios de apertura”

RobotTradingTFG (en cada tick): Los resultados se asemejan al modelado de “precios de apertura”. Analizando una posible optimización con más posiciones de “MaxPositionsAllowed” nos indica que debido a las características del mismo, lo ideal es crear una sola descartando el resto:

Optimization Report RobotTradingTFG MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo EURUSD (Euro vs US Dollar)
 Período 1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:00 (2013.01.01 - 2017.09.10)
 Modelo Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)
 Depósito inicial 10000.00
 Spread 2

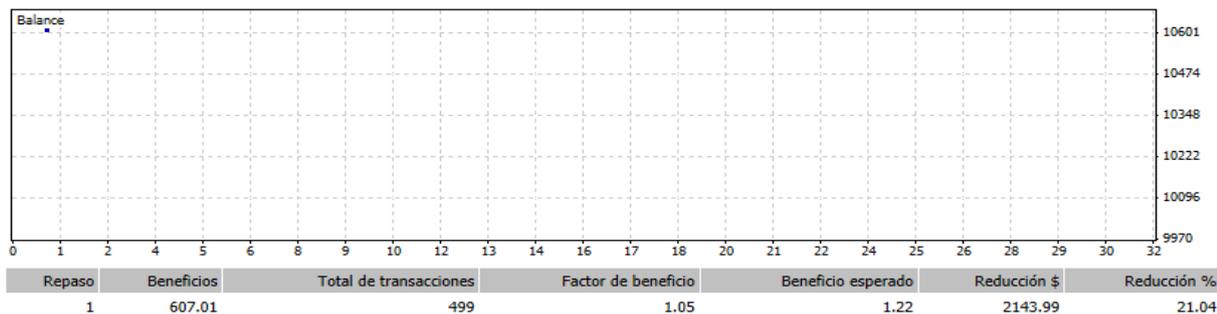


Figura 77: Informe optimización RobotTradingTFG “En cada tick”

Con el modelo “En cada tick” presenta unos resultados similares aún con la optimización. Este robot recordamos que es adverso al riesgo y arriesga 1% del capital (Risk=1) por transacción mientras que los demás solían ejecutar con un 2% de riesgo (Risk=2). Luego probaremos una optimización con las posiciones que abre y el riesgo por transacción. Vemos las transacciones que realiza este AE más a fondo:

Realiza transacciones pequeñas que pueden cursar en pérdidas o beneficios. Estas transacciones mantienen el balance alrededor de 10.000 €. En el periodo de 2014-2016 va bajando gradualmente hasta llegar al pico más bajo con 1940 de drawdown, el cual nos deja el balance a 8060 siendo esta la bajada más importante. En el periodo 2016-2017 vuelve a recuperarse nuestro balance incurriendo en beneficios aunque muy pequeños.

Strategy Tester Report

RobotTradingTFG

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:00 (2013.01.01 - 2017.09.10)				
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)				
Parámetros	<pre>Header1="-----Trading Rules Variables-----"; FastMAPeriod=10; SlowMAPeriod=40; KeltnerPeriod=15; KeltnerMulti=3; Header2="----- --Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=1; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=6; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=true; VolBasedTPMultiplier=6; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="----- -----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings----- -----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header9="-----Volatility Trailing Stops Settings-----"; UseVolTrailingStops=false; VolTrailingDistMultiplier=0; VolTrailingBuffMultiplier=0; Header10="-----Hidden Volatility Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenVolTrailing=false; VolTrailingDistMultiplier_Hidden=0; VolTrailingBuffMultiplier_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=14; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="----- -Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;</pre>				
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	85095672	Calidad del modelado	90.00%
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00		Spread		2
Beneficio neto total	636.25	Beneficio bruto	12993.82	Pérdida bruta	-12357.57
Factor de beneficio	1.05	Beneficio esperado	1.28		
Drawdown absoluto	1940.77	Drawdown máximo	2131.03 (20.91%)	Drawdown relativo	20.91% (2131.03)
Total de transacciones	499	Posiciones cortas (% ganadoras)	254 (36.61%)	Posiciones largas (% ganadoras)	245 (38.37%)
		Transacciones rentables (% del total)	187 (37.47%)	Transacciones no rentables (% del total)	312 (62.53%)
		Mayor transacción rentable	116.28	transacción no rentable	-110.92
		Media transacción rentable	69.49	transacción no rentable	-39.61
	Número máximo	ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	8 (490.33)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	11 (-424.19)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	730.42 (7)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-424.19 (11)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	3



Figura 78: Informe optimizado AE RobotTradingTFG "En cada tick"

Llegado a este punto, probé otro tipo de optimización en la cual variamos el riesgo “Risk” entre 1 y 6% con posiciones “MaxPositionsAllowed” que podían tomar los valores de 1 a 4. Los resultados de la optimización “Solo con precios de apertura” fueron los siguientes:

Optimization Report RobotTradingTFG MetaQuotes-Demo (Build 1090)

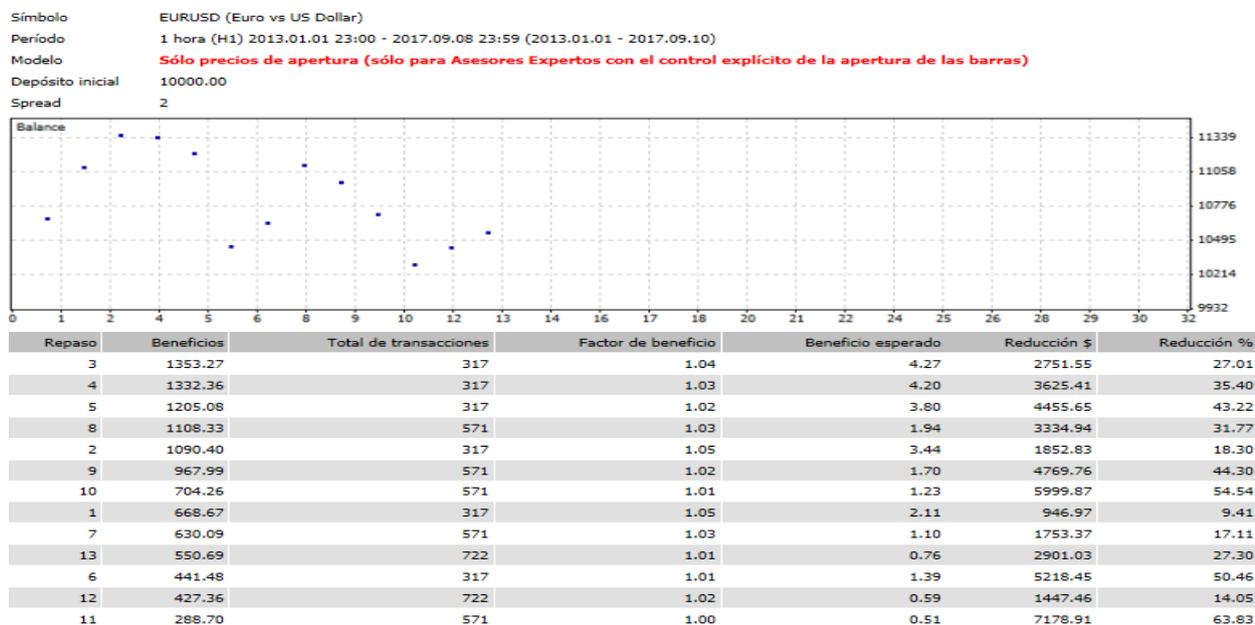


Figura 79: Informe de optimización RobotTradingTFG con optimizaciones sobre el riesgo y el nº de transacciones.

Esta optimización hizo que mejorará nuestros beneficios hasta llegar al máximo en el paso 8, el cual tenía un riesgo del 2% por transacción y permitía abrir 2 posiciones por franja de tiempo, la cual nos permite ejecutar 571 transacciones y reportar 1108.33 de beneficio. Ignoramos los pasos 5,4 y 3 al contener un número de transacciones inferior al requerido para cumplir el TCL.

La optimización “En cada tick” no se aplicó en este caso, puesto que tarda mucho más en realizar la simulación y no habrán mejoras significativas a esta optimización debido a que por las propias características de diseño del AE, no permite realizar grandes beneficios/pérdidas ya que es un robot creado para mejorar la seguridad de nuestro balance con unas paradas de pérdidas/toma de ganancias duras (Hard Stop Loss and Hard Take Profits).

RobotTradingTurtles (En cada tick): Tras analizar los AEs anteriormente mencionados, vamos a proceder al análisis de uno de los AEs expertos más característicos. Este robot ejecuta la estrategia de las tortugas la cual produce grandes beneficios así como grandes pérdidas, si no sabemos cuándo parar la ejecución del mismo al igual que debemos mantener posiciones (aunque sean perdedoras) para poder ganar después cuando vuelvan a subir. El informe que se genera es el siguiente:

Strategy Tester Report

RobotTradingTurtlesTFG

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)			
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:00 (2013.01.01 - 2017.09.10)			
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)			
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; DonchianPeriodsEntry=20; DonchianPeriodsExit=10; MaxBars=50; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=2; UseFixedTakeProfit=false; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=20; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="-----Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;			
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	85095672	Calidad del modelado 90.00%
Errores de desalineación de gráficos	0			
Depósito inicial	10000.00		Spread	2
Beneficio neto total	-8443.73	Beneficio bruto	112433.02	Pérdida bruta -120876.75
Factor de beneficio	0.93	Beneficio esperado	-1.64	
Drawdown absoluto	9793.26	Drawdown máximo	20753.05 (99.01%)	Drawdown relativo 99.01% (20753.05)
Total de transacciones	5157	Posiciones cortas (% ganadoras)	2495 (31.54%)	Posiciones largas (% ganadoras) 2662 (26.82%)
		Transacciones rentables (% del total)	1501 (29.11%)	Transacciones no rentables (% del total) 3656 (70.89%)
		Mayor transacción rentable	1166.33	transacción no rentable -339.30
		Media transacción rentable	74.91	transacción no rentable -33.06
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	16 (305.32)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero) 49 (-1687.23)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	4360.33 (4)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas) -3502.45 (32)
		Promedio ganancias consecutivas	4	pérdidas consecutivas 9



Figura 80: Informe AE RobotTradingTurtlesTFG “En cada tick” de 2013 a 2017

Curioso es ver como una estrategia que podía producir 8000 de beneficio, acaba produciendo -8443.73 de pérdidas, siendo muy abultadas y constantes en las siguientes etapas:

Primero nos mantenemos en una posición en la que nuestro balance oscila entre 10000 y 13000 para luego obtener pingues beneficios al cerrar unas transacciones. Después empieza a

caer abultadamente a lo largo del año 2013 en adelante y luego del 2014 en adelante continua la ejecución pero ya no es capaz de salvar las pérdidas ocasionadas.

No hay una posible optimización visible a simple vista al ser una estrategia característica con 4 posiciones que controlamos explícitamente como indicamos en el capítulo anterior. El riesgo se ha modificado pero no hay una optimización que pueda satisfacer esta situación.

RobotTradingTurtles (solo precios de apertura): El informe producido con este modelado tampoco es muy alentador. Vemos que tiene un gran pico de beneficios para luego caer abruptamente hasta prácticamente perder todo nuestro dinero:

Strategy Tester Report RobotTradingTurtlesTFG MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2017.09.08 23:59 (2013.01.01 - 2017.09.10)				
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; DonchianPeriodsEntry=20; DonchianPeriodsExit=10; MaxBars=50; Header2="----- Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=2; UseFixedTakeProfit=false; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=20; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="-----Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	30050	Ticks modelados	59083	Calidad del modelado	n/a
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00		Spread		2
Beneficio neto total	-9921.05	Beneficio bruto	73459.06	Pérdida bruta	-83380.11
Factor de beneficio	0.88	Beneficio esperado	-3.78		
Drawdown absoluto	9978.00	Drawdown máximo	24565.79 (99.91%)	Drawdown relativo	99.91% (24565.79)
Total de transacciones	2627	Posiciones cortas (% ganadoras)	1277 (31.25%)	Posiciones largas (% ganadoras)	1350 (26.15%)
		Transacciones rentables (% del total)	752 (28.63%)	Transacciones no rentables (% del total)	1875 (71.37%)
		Mayor transacción rentable	1415.70	transacción no rentable	-545.82
		Media transacción rentable	97.68	transacción no rentable	-44.47
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	9 (94.56)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	51 (-82.39)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	5396.59 (4)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-7262.69 (40)
		Promedio ganancias consecutivas	4	pérdidas consecutivas	9



Figura 81: Informe AE RobotTradingTurtlesTFG “Solo precios de apertura” de 2013 a 2017

De forma parecida al anterior, realiza buenas transacciones en 2013 pero a partir de un punto sigue realizando buenas transacciones y se mantiene en beneficios pero va cayendo gradualmente hasta producir pérdidas de las que no se podrá recuperar en el tiempo como pasaba con el modelado anterior.

¿Pero entonces, qué es lo que falla? Este AE no puede ser ejecutado durante un tiempo tan largo como el que lo ejecutamos y está sujeto a periodos de backtest menores en los que debemos parar la ejecución para así obtener beneficios. ¿Qué pasaría si probamos en un tiempo más pequeño como por ejemplo, a lo largo de 2013 que es cuando mayores beneficios se presentan? Este es el nuevo informe generado:

Strategy Tester Report

RobotTradingTurtlesTFG

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2013.01.01 23:00 - 2013.05.31 23:00 (2013.01.01 - 2013.06.01)				
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los periodos menores disponibles)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; DonchianPeriodsEntry=20; DonchianPeriodsExit=10; MaxBars=50; Header2="----- Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=2; UseFixedTakeProfit=false; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=20; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="-----Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	3573	Ticks modelados	4214940	Calidad del modelado	90.00%
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00	Spread			2
Beneficio neto total	-4382.08	Beneficio bruto	34173.30	Pérdida bruta	-38555.38
Factor de beneficio	0.89	Beneficio esperado			-9.87
Drawdown absoluto	4382.08	Drawdown máximo	14468.26 (72.03%)	Drawdown relativo	72.03% (14468.26)
Total de transacciones	444	Posiciones cortas (% ganadoras)	207 (39.13%)	Posiciones largas (% ganadoras)	237 (27.43%)
		Transacciones rentables (% del total)	146 (32.88%)	Transacciones no rentables (% del total)	298 (67.12%)
		Mayor transacción rentable	1058.97	transacción no rentable	-309.17
		Media transacción rentable	234.06	transacción no rentable	-129.38
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	8 (1774.17)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	32 (-3328.25)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	3969.64 (7)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-3328.25 (32)
		Promedio ganancias consecutivas	4	pérdidas consecutivas	7



Figura 82: Informe RobotTradingTurtlesTFG “En cada tick” durante el primer semestre de 2013

Vemos que a partir del primer semestre puede presentar beneficios para luego caer precipitadamente. Con un tiempo menor a seis meses desde el 1 de enero de 2013, no producimos los resultados deseados para cumplir el TCL y si añadimos más meses hasta 2014 por ejemplo, incurriremos en pérdidas.

Hemos visto en los otros AEs que durante el periodo de mediados de 2013 a 2016, los AEs mantienen un balance irregular debido a condiciones macroeconómicas y a partir de 2016-2017 obtienen una gran recuperación. Probemos en dichos periodos:

Año 2016-2017:

Strategy Tester Report

RobotTradingTurtlesTFG

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)			
Período	1 hora (H1) 2016.01.04 00:00 - 2017.09.07 23:00 (2016.01.01 - 2017.09.08)			
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)			
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; DonchianPeriodsEntry=20; DonchianPeriodsExit=10; MaxBars=50; Header2="----- Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=2; UseFixedTakeProfit=false; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=20; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="-----Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;			
Barras en el historial	11523	Ticks modelados	42253721	Calidad del modelado 90.00%
Errores de desalineación de gráficos	0			
Depósito inicial	10000.00		Spread	2
Beneficio neto total	-3420.99	Beneficio bruto	77234.96	Pérdida bruta -80655.95
Factor de beneficio	0.96	Beneficio esperado	-1.86	
Drawdown absoluto	8483.02	Drawdown máximo	9958.67 (86.78%)	Drawdown relativo 86.78% (9958.67)
Total de transacciones	1835	Posiciones cortas (% ganadoras)	884 (28.85%)	Posiciones largas (% ganadoras) 951 (31.02%)
		Transacciones rentables (% del total)	550 (29.97%)	Transacciones no rentables (% del total) 1285 (70.03%)
		Mayor transacción rentable	1108.75	transacción no rentable -227.15
		Media transacción rentable	140.43	transacción no rentable -62.77
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	16 (1558.23)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero) 40 (-2103.55)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	4720.74 (8)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas) -4363.28 (37)
		Promedio ganancias consecutivas	4	pérdidas consecutivas 9



Figura 83: Informe RobotTradingTurtlesTFG “En cada tick” durante 2016-2017

Año 2017:

Strategy Tester Report

RobotTradingTurtlesTFG

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Período	1 hora (H1) 2017.01.02 00:00 - 2017.09.07 23:00 (2017.01.01 - 2017.09.08)		
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)		
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; DonchianPeriodsEntry=20; DonchianPeriodsExit=10; MaxBars=50; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=2; UseFixedTakeProfit=false; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=20; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="-----Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;		
Barras en el historial	5296 Ticks modelados	15145264 Calidad del modelado	90.00%
Errores de desalineación de gráficos	0		
Depósito inicial	10000.00	Spread	2
Beneficio neto total	4489.58 Beneficio bruto	84158.85 Pérdida bruta	-79669.27
Factor de beneficio	1.06 Beneficio esperado	6.08	
Drawdown absoluto	5160.75 Drawdown máximo	12111.71 (45.53%) Drawdown relativo	65.61% (11268.12)
Total de transacciones	739 Posiciones cortas (% ganadoras)	367 (20.44%) Posiciones largas (% ganadoras)	372 (40.32%)
	Transacciones rentables (% del total)	225 (30.45%) Transacciones no rentables (% del total)	514 (69.55%)
	Mayor transacción rentable	2434.48 transacción no rentable	-499.17
	Media transacción rentable	374.04 transacción no rentable	-155.00
	Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	8 (10358.15) pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	35 (-5944.97)
	Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	10358.15 (8) pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-7834.85 (30)
	Promedio ganancias consecutivas	4 pérdidas consecutivas	8



Figura 84: Informe RobotTradingTurtlesTFG “En cada tick” durante 2017

Como vemos en la gráfica, en un punto dado nuestro balance está a 24592 (dando un beneficio de 14592 €), aunque finalmente cierra el periodo con una importante caída con la que baja nuestra balance a 14489,58.

7.2 AEs que trabajan con la paridad GBP/USD (ADE)

Podríamos decir dado los resultados del año 2017 que este robot funciona bien en el corto plazo (menos de 1 año) pero muy mal a largo plazo aunque en otras paridades se ha demostrado que obtiene mejores resultados que los otros robots anteriormente mencionados como en el caso de la paridad GBP/USD durante los años 2015-2017. Ahora la moneda de nuestro balance es en GBP y producimos los siguientes informes de los AEs:

RobotTradingTurtlesTFG (solo precios de apertura):

Strategy Tester Report RobotTradingTurtlesTFG MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	GBPUSD (Great Britain Pound vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2015.01.28 10:00 - 2017.09.07 23:59 (2015.01.01 - 2017.09.08)				
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; DonchianPeriodsEntry=20; DonchianPeriodsExit=10; MaxBars=50; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=2; UseFixedTakeProfit=false; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=20; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="-----Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	16361	Ticks modelados	32618	Calidad del modelado	n/a
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00	Spread		2	
Beneficio neto total	31551.21	Beneficio bruto	895076.66	Pérdida bruta	-863525.45
Factor de beneficio	1.04	Beneficio esperado	21.41		
Drawdown absoluto	221.50	Drawdown máximo	184647.39 (83.83%)	Drawdown relativo	83.83% (184647.39)
Total de transacciones	1474	Posiciones cortas (% ganadoras)	748 (29.28%)	Posiciones largas (% ganadoras)	726 (31.96%)
		Transacciones rentables (% del total)	451 (30.60%)	Transacciones no rentables (% del total)	1023 (69.40%)
		Mayor transacción rentable	22022.30	transacción no rentable	-4336.09
		Media transacción rentable	1984.65	transacción no rentable	-844.11
	Número máximo	ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	12 (9966.93)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	39 (-7464.92)
	Máx.	beneficio consecutivo (número de ganancias)	105195.16 (8)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-75792.05 (31)
	Promedio	ganancias consecutivas	4	pérdidas consecutivas	10



Figura 85: Informe RobotTradingTurtlesTFG “Solo precios de apertura” en GBP durante 2015-2017

RobotTradingTurtlesTFG (en cada tick):

Strategy Tester Report
RobotTradingTurtlesTFG
 MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	GBPUSD (Great Britain Pound vs US Dollar)			
Período	1 hora (H1) 2015.01.28 10:00 - 2017.09.07 23:00 (2015.01.01 - 2017.09.08)			
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los periodos menores disponibles)			
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; DonchianPeriodsEntry=20; DonchianPeriodsExit=10; MaxBars=50; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=2; UseFixedTakeProfit=false; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=20; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=4; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="-----Set Max Volatility Limit-----"; IsVollimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;			
Barras en el historial	16361	Ticks modelados	49940131	Calidad del modelado 39.63%
Errores de desalineación de gráficos	1			
Depósito inicial	10000.00		Spread	2
Beneficio neto total	72593.89	Beneficio bruto	2877762.57	Pérdida bruta -2805168.68
Factor de beneficio	1.03	Beneficio esperado	27.81	
Drawdown absoluto	1939.80	Drawdown máximo	612140.11 (88.90%)	Drawdown relativo 88.90% (612140.11)
Total de transacciones	2610	Posiciones cortas (% ganadoras)	1311 (29.60%)	Posiciones largas (% ganadoras) 1299 (31.25%)
		Transacciones rentables (% del total)	794 (30.42%)	Transacciones no rentables (% del total) 1816 (69.58%)
		Mayor transacción rentable	50081.24	transacción no rentable -9073.05
		Media transacción rentable	3624.39	transacción no rentable -1544.70
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	17 (19869.37)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero) 38 (-10687.27)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	193721.04 (4)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas) -156815.43 (34)
		Promedio ganancias consecutivas	4	pérdidas consecutivas 9



Figura 86: Informe RobotTradingTurtlesTFG “En cada tick” en GBP durante 2015-2017

Cary optimizado (solo precios de apertura):

Strategy Tester Report

Cary 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	GBPUSD (Great Britain Pound vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2015.01.28 10:00 - 2017.09.07 23:59 (2015.01.01 - 2017.09.08)				
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	16361	Ticks modelados	32618	Calidad del modelado	n/a
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00		Spread		2
Beneficio neto total	7732.95	Beneficio bruto	116766.55	Pérdida bruta	-109033.60
Factor de beneficio	1.07	Beneficio esperado	12.76		
Drawdown absoluto	88.43	Drawdown máximo	11673.17 (40.39%)	Drawdown relativo	40.39% (11673.17)
Total de transacciones	606	Posiciones cortas (% ganadoras)	314 (43.63%)	Posiciones largas (% ganadoras)	292 (43.49%)
		Transacciones rentables (% del total)	264 (43.56%)	Transacciones no rentables (% del total)	342 (56.44%)
		Mayor transacción rentable	1460.88	transacción no rentable	-616.27
		Media transacción rentable	442.30	transacción no rentable	-318.81
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	6 (2101.48)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	10 (-2124.36)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	2544.52 (3)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-3968.45 (8)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	2



Figura 87: Informe optimizado Cary "Solo precios de apertura" en GBP durante 2015-2017

Cary optimizado (en cada tick):

Strategy Tester Report

Cary 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	GBPUSD (Great Britain Pound vs US Dollar)		
Período	1 hora (H1) 2015.01.28 10:00 - 2017.09.07 23:00 (2015.01.01 - 2017.09.08)		
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)		
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;		
Barras en el historial	16361	Ticks modelados	49940131 Calidad del modelado 39.63%
Errores de desalineación de gráficos	1		
Depósito inicial	10000.00		Spread 2
Beneficio neto total	9659.64	Beneficio bruto	124398.60 Pérdida bruta -114738.96
Factor de beneficio	1.08	Beneficio esperado	15.94
Drawdown absoluto	123.13	Drawdown máximo	12304.47 (39.22%) Drawdown relativo 39.22% (12304.47)
Total de transacciones	606	Posiciones cortas (% ganadoras)	314 (44.59%) Posiciones largas (% ganadoras) 292 (43.15%)
		Transacciones rentables (% del total)	266 (43.89%) Transacciones no rentables (% del total) 340 (56.11%)
		Mayor transacción rentable	1591.05 transacción no rentable -665.18
		Media transacción rentable	467.66 transacción no rentable -337.47
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	7 (2327.65) pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero) 11 (-1953.43)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	2834.91 (3) pérdidas consecutivas (número de pérdidas) -4143.29 (8)
		Promedio ganancias consecutivas	2 pérdidas consecutivas 2



Figura 88: Informe optimizado Cary "En cada tick" en GBP durante 2015-2017

Elisa optimizado (solo precios de apertura):

Strategy Tester Report

Elisa 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	GBPUSD (Great Britain Pound vs US Dollar)		
Período	1 hora (H1) 2015.01.28 10:00 - 2017.09.07 23:59 (2015.01.01 - 2017.09.08)		
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)		
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;		
Barras en el historial	16361	Ticks modelados	32618 Calidad del modelado n/a
Errores de desalineación de gráficos	0		
Depósito inicial	10000.00		Spread 2
Beneficio neto total	5999.66	Beneficio bruto	94359.67 Pérdida bruta -88360.00
Factor de beneficio	1.07	Beneficio esperado	12.71
Drawdown absoluto	88.43	Drawdown máximo	13713.31 (47.48%) Drawdown relativo 47.48% (13713.31)
Total de transacciones	472	Posiciones cortas (% ganadoras)	241 (41.91%) Posiciones largas (% ganadoras) 231 (41.13%)
		Transacciones rentables (% del total)	196 (41.53%) Transacciones no rentables (% del total) 276 (58.47%)
		Mayor transacción rentable	1441.13 transacción no rentable -611.60
		Media transacción rentable	481.43 transacción no rentable -320.14
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	6 (2447.21) pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero) 12 (-1915.91)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	2959.64 (5) pérdidas consecutivas (número de pérdidas) -2902.64 (7)
		Promedio ganancias consecutivas	2 pérdidas consecutivas 2



Figura 89: Informe optimizado Elisa "Solo precios de apertura" en GBP durante 2015-2017

Elisa optimizado (en cada tick):

Strategy Tester Report

Elisa 2.00

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	GBPUSD (Great Britain Pound vs US Dollar)		
Período	1 hora (H1) 2015.01.28 10:00 - 2017.09.07 23:00 (2015.01.01 - 2017.09.08)		
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)		
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; Entry_ATR_Period=20; Entry_ATR_Current_Shift=1; Entry_ATR_Past_Shift=11; Entry_Keltner_Period=20; Exit_TimeOut_Period=10; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=2; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; Is_SL_ATR_On=true; SL_ATR_Multiplier=2; SL_ATR_Period=20; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; Is_TP_ATR_On=true; TP_ATR_Multiplier=5; TP_ATR_Period=20; IsVolatilityTakeProfitOn=false; VolBasedTPMultiplier=0; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=20; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=20; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=40; TrailingStopBuffer=10; Header9="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header10="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header11="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;		
Barras en el historial	16361 Ticks modelados	49940131 Calidad del modelado	39.63%
Errores de desalineación de gráficos	1		
Depósito inicial	10000.00	Spread	2
Beneficio neto total	7443.54 Beneficio bruto	99012.47 Pérdida bruta	-91568.93
Factor de beneficio	1.08 Beneficio esperado	15.77	
Drawdown absoluto	123.13 Drawdown máximo	12932.65 (43.73%) Drawdown relativo	43.73% (12932.65)
Total de transacciones	472 Posiciones cortas (% ganadoras)	241 (43.98%) Posiciones largas (% ganadoras)	231 (39.83%)
	Transacciones rentables (% del total)	198 (41.95%) Transacciones no rentables (% del total)	274 (58.05%)
	Mayor transacción rentable	1468.38 transacción no rentable	-621.59
	Media transacción rentable	500.06 transacción no rentable	-334.19
	Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	7 (3602.15) pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	12 (-1976.37)
	Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	3602.15 (7) pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-2942.98 (7)
	Promedio ganancias consecutivas	2 pérdidas consecutivas	2



Figura 90: Informe optimizado Elisa “En cada tick” en GBP durante 2015-2017

RobotTradingTFG (solo precios de apertura): Se ha ejecutado la misma optimización que la realizada con la paridad EUR/USD aunque el optimizador no ha encontrado ninguna situación o paso que optimice el algoritmo. El tiempo de backtest es mayor (de 2013 a 2017) para intentar obtener un mayor número de transacciones. Debido a la naturaleza conservadora de este algoritmo, se ejecutan pocas transacciones en esta paridad con unas condiciones de mercado inciertas para el algoritmo. Este ha ejecutado un análisis con pérdidas y poca importancia estadística:

Strategy Tester Report

RobotTradingTFG

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	GBPUSD (Great Britain Pound vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2015.01.28 10:00 - 2017.09.07 23:59 (2013.01.01 - 2017.09.08)				
Modelo	Sólo precios de apertura (sólo para Asesores Expertos con el control explícito de la apertura de las barras)				
Parámetros	Header1="-----Trading Rules Variables-----"; FastMAPeriod=10; SlowMAPeriod=40; KeltnerPeriod=15; KeltnerMulti=3; Header2="-----Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=1; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=6; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=true; VolBasedTPMultiplier=6; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="-----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings-----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header9="-----Volatility Trailing Stops Settings-----"; UseVolTrailingStops=false; VolTrailingDistMultiplier=0; VolTrailingBuffMultiplier=0; Header10="-----Hidden Volatility Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenVolTrailing=false; VolTrailingDistMultiplier_Hidden=0; VolTrailingBuffMultiplier_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=14; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="-----Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;				
Barras en el historial	16361	Ticks modelados	32618	Calidad del modelado	n/a
Errores de desalineación de gráficos	0				
Depósito inicial	10000.00	Spread			2
Beneficio neto total	-1378.52	Beneficio bruto	6446.33	Pérdida bruta	-7824.86
Factor de beneficio	0.82	Beneficio esperado	-6.96		
Drawdown absoluto	1746.66	Drawdown máximo	2150.86 (20.67%)	Drawdown relativo	20.67% (2150.86)
Total de transacciones	198	Posiciones cortas (% ganadoras)	100 (42.00%)	Posiciones largas (% ganadoras)	98 (35.71%)
		Transacciones rentables (% del total)	77 (38.89%)	Transacciones no rentables (% del total)	121 (61.11%)
		Mayor transacción rentable	111.12	transacción no rentable	-103.82
		Media transacción rentable	83.72	transacción no rentable	-64.67
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	6 (459.59)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	15 (-997.40)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	459.59 (6)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-997.40 (15)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	3

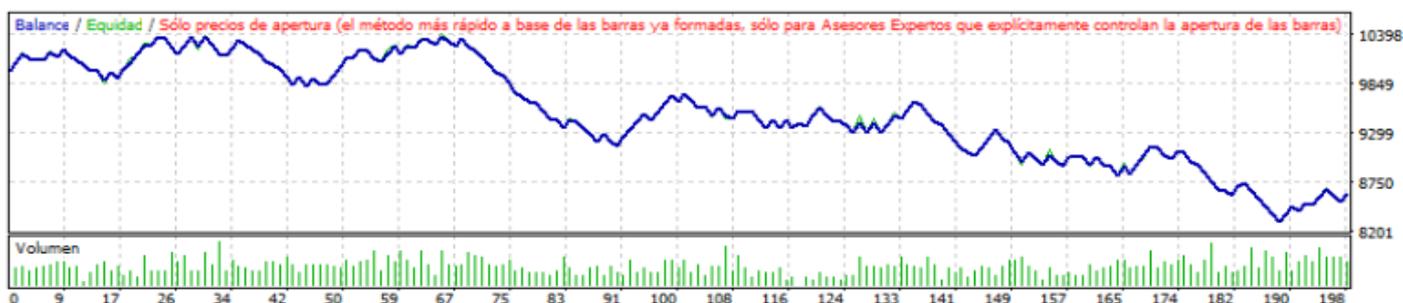


Figura 91: Informe RobotTradingTFG “Solo precios de apertura” en GBP durante 2013-2017

RobotTradingTFG (en cada tick): Se ha ejecutado la misma optimización que la realizada con la paridad EUR/USD aunque el optimizador no ha encontrado ninguna situación o paso que optimice el algoritmo. El tiempo de backtest es mayor (de 2013 a 2017) para intentar obtener un mayor número de transacciones. Esta ejecución, también ha ocasionado un análisis con pérdidas y poca importancia estadística:

Strategy Tester Report

RobotTradingTFG

MetaQuotes-Demo (Build 1090)

Símbolo	GBPUSD (Great Britain Pound vs US Dollar)				
Período	1 hora (H1) 2015.01.28 10:00 - 2017.09.07 23:00 (2013.01.01 - 2017.09.08)				
Modelo	Cada tick (el método más preciso basado en todos los períodos menores disponibles)				
Parámetros	<pre>Header1="-----Trading Rules Variables-----"; FastMAPeriod=10; SlowMAPeriod=40; KeltnerPeriod=15; KeltnerMulti=3; Header2="----- --Position Sizing Settings-----"; Lot_explanation="If IsSizingOn = true, Lots variable will be ignored"; Lots=0; IsSizingOn=true; Risk=1; Header3="-----TP & SL Settings-----"; UseFixedStopLoss=true; FixedStopLoss=0; IsVolatilityStopOn=true; VolBasedSLMultiplier=6; UseFixedTakeProfit=true; FixedTakeProfit=0; IsVolatilityTakeProfitOn=true; VolBasedTPMultiplier=6; Header4="-----Hidden TP & SL Settings-----"; UseHiddenStopLoss=false; FixedStopLoss_Hidden=0; IsVolatilityStopLossOn_Hidden=false; VolBasedSLMultiplier_Hidden=0; UseHiddenTakeProfit=false; FixedTakeProfit_Hidden=0; IsVolatilityTakeProfitOn_Hidden=false; VolBasedTPMultiplier_Hidden=0; Header5="----- -----Breakeven Stops Settings-----"; UseBreakevenStops=false; BreakevenBuffer=0; Header6="-----Hidden Breakeven Stops Settings -----"; UseHiddenBreakevenStops=false; BreakevenBuffer_Hidden=0; Header7="-----Trailing Stops Settings-----"; UseTrailingStops=false; TrailingStopDistance=0; TrailingStopBuffer=0; Header8="-----Hidden Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenTrailingStops=false; TrailingStopDistance_Hidden=0; TrailingStopBuffer_Hidden=0; Header9="-----Volatility Trailing Stops Settings-----"; UseVolTrailingStops=false; VolTrailingDistMultiplier=0; VolTrailingBuffMultiplier=0; Header10="-----Hidden Volatility Trailing Stops Settings-----"; UseHiddenVolTrailing=false; VolTrailingDistMultiplier_Hidden=0; VolTrailingBuffMultiplier_Hidden=0; Header11="-----Volatility Measurement Settings-----"; atr_period=14; Header12="-----Max Orders-----"; MaxPositionsAllowed=1; Header13="-----Set Max Loss Limit-----"; IsLossLimitActivated=false; LossLimitPercent=50; Header14="----- -Set Max Volatility Limit-----"; IsVolLimitActivated=false; VolatilityMultiplier=3; ATRTimeframe=60; ATRPeriod=14; Header15="-----EA General Settings-----"; MagicNumber=12345; Slippage=3; IsECNbroker=false; OnJournaling=true;</pre>				
Barras en el historial	16361	Ticks modelados	49940131	Calidad del modelado	39.63%
Errores de desalineación de gráficos	1				
Depósito inicial	10000.00	Spread		2	
Beneficio neto total	-1179.38	Beneficio bruto	6982.49	Pérdida bruta	-8161.87
Factor de beneficio	0.86	Beneficio esperado	-4.21		
Drawdown absoluto	1352.38	Drawdown máximo	1674.56 (16.22%)	Drawdown relativo	16.22% (1674.56)
Total de transacciones	280	Posiciones cortas (% ganadoras)	138 (36.23%)	Posiciones largas (% ganadoras)	142 (30.28%)
		Transacciones rentables (% del total)	93 (33.21%)	Transacciones no rentables (% del total)	187 (66.79%)
		Mayor transacción rentable	126.84	transacción no rentable	-102.94
		Media transacción rentable	75.08	transacción no rentable	-43.65
		Número máximo ganancias consecutivas (beneficio en dinero)	4 (304.60)	pérdidas consecutivas (pérdidas en dinero)	16 (-671.45)
		Máx. beneficio consecutivo (número de ganancias)	304.60 (4)	pérdidas consecutivas (número de pérdidas)	-671.45 (16)
		Promedio ganancias consecutivas	2	pérdidas consecutivas	3



Figura 92: Informe RobotTradingTFG "En cada tick" en GBP durante 2013-2017

7.3 Creación de prototipos de interfaz

7.3.1 Definición de interfaces de usuario

El objetivo de una interfaz es hacer que un determinado sistema sea capaz de comunicarse con el usuario de una forma que sea intuitiva y entendible para él. En nuestro caso, las interfaces deben cumplir las “Heurísticas de Nielsen”:

1. **Visibilidad del estado del sistema**
2. **Relación entre el sistema y el mundo real**
3. **Control y libertad del usuario**
4. **Consistencia y estándares**
5. **Prevención de errores**
6. **Reconocimiento antes que recuerdo**
7. **Flexibilidad y eficiencia de uso**
8. **Estética y diseño minimalista**
9. **Ayudar a los usuarios a reconocer**
10. **Ayuda y documentación**

7.3.2 Especificación de interfaces según usuario

Tras haber indicado las “Heurísticas de Nielsen” y las clases con la que va a contar nuestro sistema, procedemos a definir las interfaces respetando los casos de usos que hemos definido anteriormente:

- ✦ **Registro:** La interfaz exclusiva del usuario “Cliente” para poder registrarse y acceder a la aplicación.
- ✦ **Inicio sesión:** Interfaz para que cualquier usuario interno puede acceder a su sesión con su página de inicio correspondiente.
- ✦ **Sesión Cliente:** Interfaz principal del cliente que se inicializa cuando el usuario haya iniciado sesión. En ella podrá enviar y recibir mensajes, solicitudes o informes generados por su AE gracias a MT4 y la App.
- ✦ **Sesión Economista:** Interfaz principal del economista que se inicializa cuando el usuario haya iniciado sesión. Muestra un listado completo de los mensajes, solicitudes e informes que ha recibido de los clientes. Puede acceder a los datos de MT4 del cliente. Tiene una interfaz que le permite asignar un presupuesto a las solicitudes de los clientes y crear un informe especializado con los datos económicos más importantes a tener en cuenta por el AE del cliente. Una vez que el cliente acepta el presupuesto de la solicitud envía dicha solicitud al administrador para su cobro.
- ✦ **Sesión Administrador:** Interfaz principal del administrador que se inicializa cuando el usuario haya iniciado sesión. Muestra un listado completo de los mensajes e informes que ha recibido de los clientes. La principal característica es que puede acceder a todos los datos de los usuarios registrados en el sistema. Él crea informes especializados con los beneficios/pérdidas de los clientes para calcular la comisión

que se cobra, la tributación que debe hacer el cliente y los presupuestos de asesoramiento. Puede acceder a los datos de MT4 del cliente.

- ✦ **Sesión Programador:** Interfaz principal del programador que se inicializa cuando el usuario haya iniciado sesión. Muestra un listado completo de los mensajes, solicitudes e informes que ha recibido de los clientes. Puede acceder a los datos de MT4 del cliente. Tiene una interfaz que le permite asignar un presupuesto a las solicitudes de los clientes y crear un informe especializado con los parámetros de codificación más importante de los AEs. Una vez que el cliente acepta el presupuesto de la solicitud envía dicha solicitud al administrador para su cobro.
- ✦ **Solicitudes:** El cliente podrá enviar una solicitud especializada en función del destinatario ya sea economista o programador. Una vez recibida por el desarrollador designado, este se la devolverá al cliente junto con un presupuesto. Si el cliente la acepta, el desarrollador pasará la solicitud al cliente para formalizar su cobro.
- ✦ **Mensajes:** Los usuarios podrán intercambiarse mensajes con el fin de facilitar la comunicación y no englobar toda la comunicación entre usuarios mediante informes y solicitudes. Estas ayudarán a la gestión de la empresa y del sistema en general debido a la retroalimentación que se crea
- ✦ **Informes:** Los informes son documentos de HTML creados por MT4 que mediante la interfaz de informes podremos mandar a los diferentes usuarios para su visualización y estudio.

Nosotros indicamos que íbamos a realizar este proyecto mediante prototipos. A continuación mostraremos los prototipos que se han realizado cumpliendo las “Heurísticas de Nielsen”:

Registro: El usuario deberá rellenar una serie de campos. En ellos se le preguntará los aspectos más relevantes que serán guardados en la BBDD. Si no desea registrarse porque ya posee cuenta, podrá volver al inicio de sesión.



The screenshot shows a web browser window with the URL 'http://'. The page features a logo for 'ForexToTrade' and two buttons: 'Iniciar sesión' and 'Registrarse'. Below the logo is a form titled 'Registro' with the following fields: 'Nombre', 'Nombre de usuario', 'Email', 'Contraseña', 'Repetir contraseña', '¿Desea ejecutar trading en vivo?', and 'Inversión inicial'. There is a checkbox for 'Acepto los términos legales de ForexToTrade' and a 'Registrarse' button at the bottom right of the form.

Figura 93: Imagen de registro

Inicio sesión: En el login del usuario, se pondrán las credenciales correspondientes, en nuestro caso, email y contraseña. Tras ello el usuario podrá iniciar sesión en caso de constar en la BBDD pulsando el botón “Inicio de sesión”. Si no, deberá registrarse con la ayuda del botón superior derecho:



The screenshot shows the same web browser window as Figure 93. The 'Iniciar sesión' button is now active, and the form below it is titled 'Iniciar sesión'. It contains two input fields: 'Email' and 'Contraseña', followed by an 'Inicio sesión' button. The 'Registrarse' button is still visible in the top right corner.

Figura 94: Imagen de inicio de sesion

Sesión cliente: El cliente tendrá en su perfil toda la información referida a las solicitudes, informes, mensajes y facturas a las cuales podrá acceder pulsando las pestañas correspondientes. Podrá ver en la pantalla de inicio si le han llegado nuevos mensajes o solicitudes. Podrá cerrar sesión cuando lo desee.

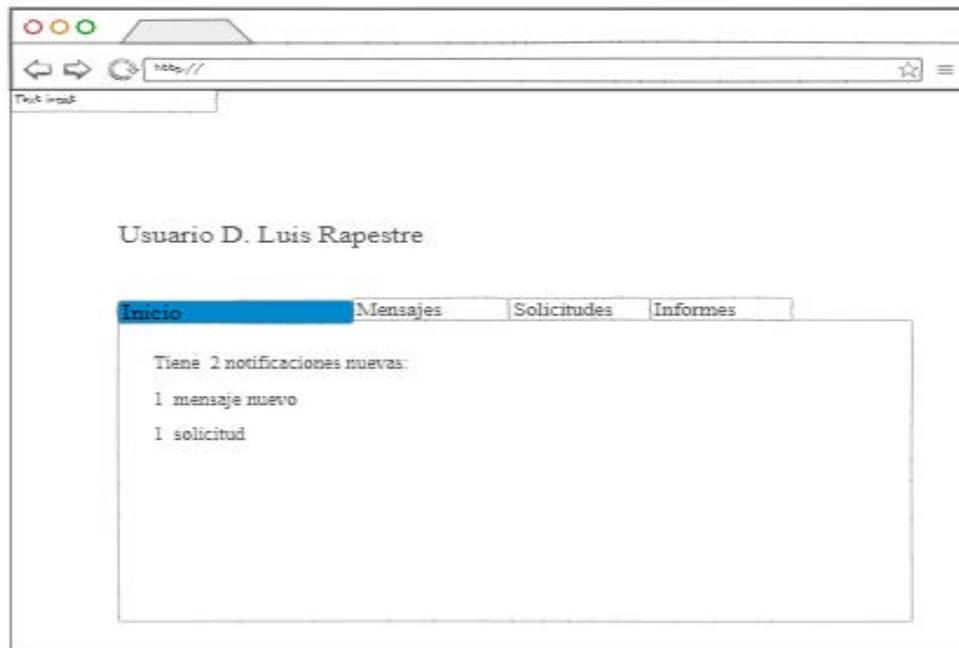


Figura 95: Imagen de sesión de cliente

Interfaz de mensajes: En esta sección podremos consultar los mensajes enviados como los mensajes recibidos. El diseño es igual para clientes como desarrolladores. Si seleccionamos escribir mensaje, podremos seleccionar al receptor del mensaje, el asunto del mismo y la descripción del mismo.

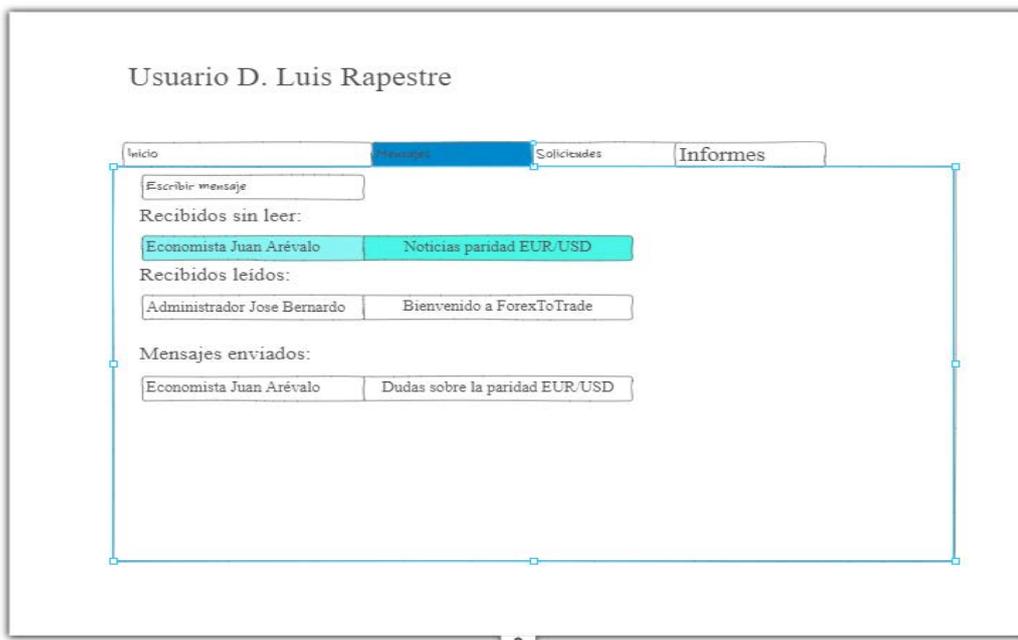


Figura 96: Imagen de interfaz de mensajes

Interfaz de solicitudes: Podremos escribir o recibir solicitudes abriendo la pestaña de solicitudes:

Usuario D. Luis Rapestre



Figura 97: Imagen de interfaz de solicitudes

Sesión administrador: El administrador tendrá una lista de todos los usuarios ya sean clientes o desarrolladores. Al pulsar en “Modificar usuario” entrará a otra ventana donde accederá a todos los datos correspondientes al usuario seleccionado y podrá modificarlos. Todas las modificaciones por parte del administrador serán almacenadas en la base de datos al igual que la eliminación de las tuplas de usuario.

Administrador D. Eduardo Portero

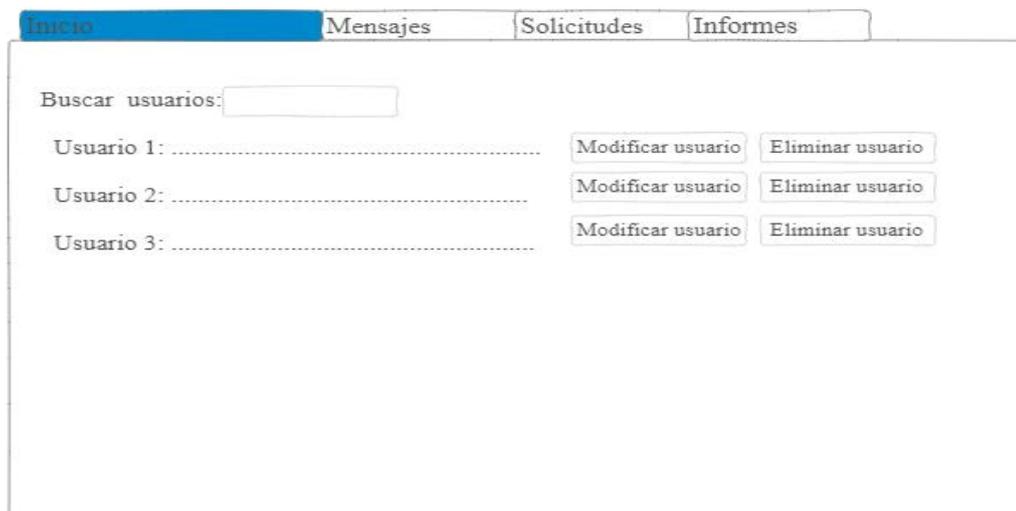


Figura 98: Imagen de sesión administrador

Interfaz de informes: En esta sección podremos consultar los informes que hayamos generado con el MT4. Además de los informes que podamos recibir de otros usuarios:

Usuario D. Luis Rapestre

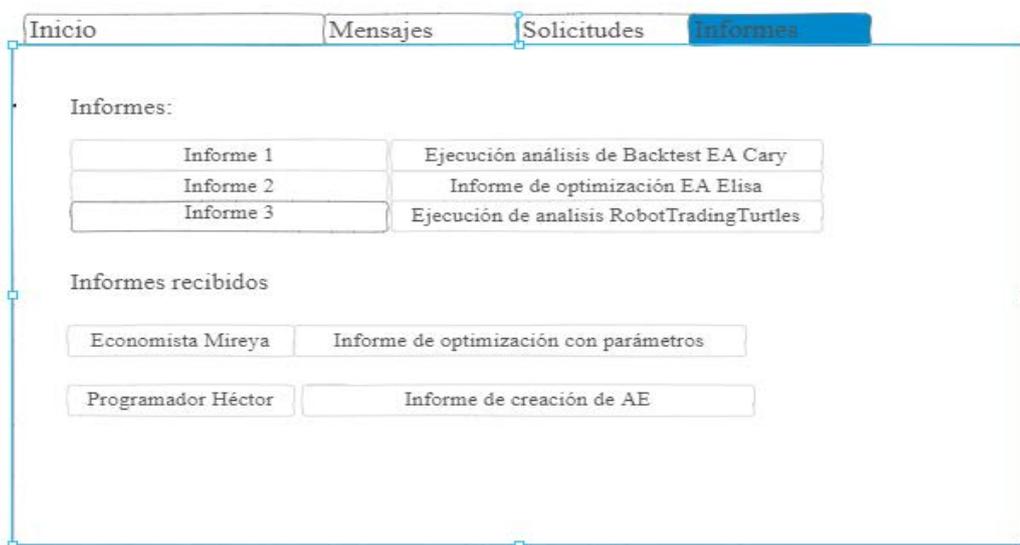


Figura 99: Imagen de interfaz de informes

Sesión Economista: Como podemos ver, en la página de inicio de la interfaz del economista, aparecen los informes, las solicitudes a las que se le asignará un presupuesto y los mensajes. En caso de seleccionar las pestañas “Mensajes”, “Solicitudes” o “Informes”, accederemos al histórico de estos:

Economista D^a Mireya Fábrega



Figura 100: Imagen de sesión economista

Sesión Programador: Funciona igual que la sesión del economista. En la página de inicio de la interfaz del programador, aparecen los informes, las solicitudes a las que se le asignará un presupuesto y los mensajes. En caso de seleccionar las pestañas “Mensajes”, “Solicitudes” o “Informes”, accederemos al histórico de estos:

Programador D. Héctor Sánchez

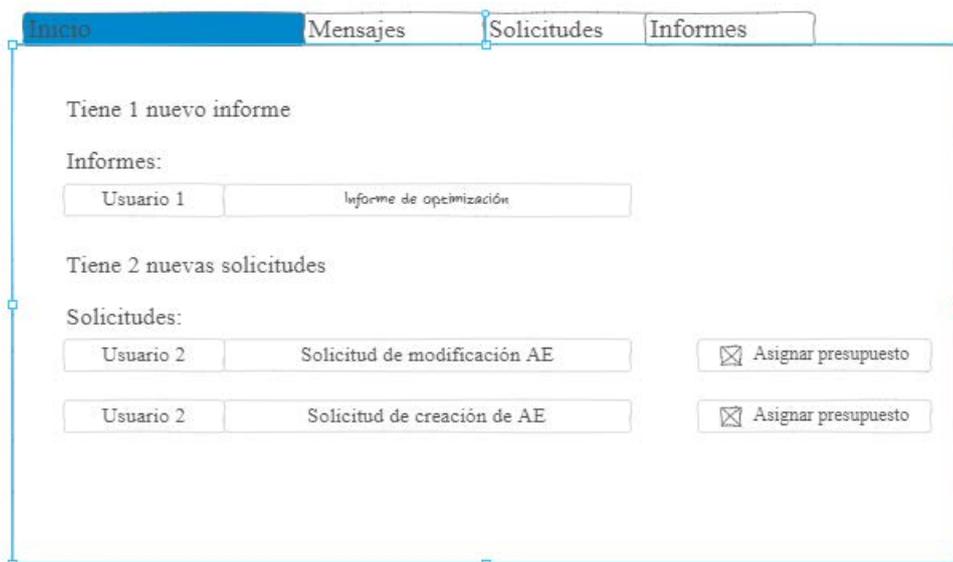


Figura 101: Imagen de sesión programador

8- CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

8.1 Conclusiones

Procedemos a extraer las conclusiones económicas de la creación y gestión de los Aes. Tras ver los resultados que han producido los diferentes AEs con un número de transacciones adecuado cumpliendo los principios estadísticos necesarios para probar la robustez, podemos concluir que:

Cary: Tiene un funcionamiento bueno debido a los beneficios obtenidos con las paridades GBP/USD y EUR/USD, las cuales son divisas importantes en el mercado de divisas. El control de la volatilidad en periodos de 10 horas lo hace idóneo para ejecutar órdenes largas/cortas de mercado cuando hemos atravesado alguno de los indicadores técnicos por arriba o por abajo.

Las reglas de salida tienen una posición neutra al riesgo, lo que nos permite ejecutar transacciones con beneficios y pérdidas, siendo capaz de producir balances positivos debido a una buena elección de las reglas de salida. El sizing que dispone es ideal debido a las características conservadoras de las reglas de entrada y salida.

Elisa: Las características de Elisa son similares a las de Cary. Este Ae se eligió por el control estacional del tiempo, el cual no abre posiciones los lunes ni los primeros días de mes. Esto es debido a la alta volatilidad con la que abren los mercados en estos determinados días.

Produce mayores beneficios que Cary, presentando una robustez mayor que el resto de AEs en determinadas ocasiones. Las condiciones de entrada, salida y sizing son neutras al riesgo, permitiéndonos no abrir una cantidad grande de transacciones en los periodos de mayor volatilidad

Viendo los resultados de ejecución de este robot podemos concluir que los efectos estacionales del trading deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar un robot para evitar ejecutar transacciones que puedan llevar mucho ruido o poca información útil, como la producida los lunes y viernes, además del ruido producido en algunas semanas/meses del año debido a festivos o periodos vacacionales.

RobotTradingTFG: En la paridad EUR/USD demuestra un gran comportamiento durante el periodo de 2014-2016, no ocasionando las pérdidas producidas por otros AEs en estos periodos. Sin embargo, su estrategia adversa al riesgo, le impide generar unos beneficios notables. Es un Ae que funciona bien para ejecutar transacciones en Eventos de Cisne Negro o con incertidumbre pero aun así requiere de un diseño y un análisis de optimización para suplir alguna de las carencias en el momento de producir beneficios. Es un robot de trading que podemos definir como muy robusto debido a los Stop-Loss y Take-Profits que posee, además los trailings stops de pérdidas/beneficios así como de volatilidad. Los arrays/buffer secretos que posee de volatilidad así como de paradas, toma de ganancias y trailing stops ayuda a su robustez frente a terceros. No posee efectos de control estacional del tiempo como Elisa y quizás sea bueno incorporarlos debido a los resultados obtenidos.

Concluyo diciendo que este robot diseñado con la ayuda de los “Canales de Keltner”, en el que se abre una o varias posiciones largas/cortas por franja de tiempo según el punto de Rotura de los Canales, no es mala pero presenta un balance pobre en comparación con los otros.

Este AE trabaja mejor en mercados con divisas poco volátiles, donde no haya gran poder de mercado por parte de grandes compañías o Creadores de Mercado y difícilmente el mercado produzca movimientos impredecibles. De esta forma, podremos obtener mayores beneficios.

En periodos donde el mercado sea muy incierto o volátil, este robot puede ser bueno para analizar las tendencias del mercado, hasta que una vez halladas, probemos a ejecutar con otro AE, el cual tengo un diseño menos adverso al riesgo.

RobotTradingTurtlesTFG: Como hemos podido ver en los resultados, es el robot más impredecible ya que si capta bien una ineficiencia del mercado, como la sucedida durante los años 2015-2017 con la paridad GBP/USD, es capaz de obtener cuantiosos beneficios, siendo el AE que mayor beneficios ha presentado de los 3 anteriores. Aunque también ha sido el que más pérdidas ha generado en el periodo 2013-2017 en la paridad EUR/USD.

El principal motivo es la cantidad de transacciones que abre (4), las cuales aunque tienen unas reglas de entrada y de salida determinadas, en ocasiones una determinada posición se moverá hacia arriba/abajo en un día determinado sobre la misma cantidad monetaria, sin considerar la volatilidad subyacente del mercado. Esto produce los beneficios/pérdidas que hemos visto en las paridades GBP/USD y EUR/USD respectivamente.

Es un AE experto para captar ineficiencias en el corto plazo y una vez que hayamos obtenido el beneficio deseado, debemos terminar la ejecución cerrando las posiciones que hayamos abierto para evitar los “dientes de sierra” en nuestro balance, los cuales pueden llegar a ser muy pronunciados. Al no tener Take-Profit fijo o variable, causa los dientes de sierra mencionados si la posición no es abandonada en su momento.

Las pérdidas cuando se producen pueden ser numerosas, pero en un momento dado las posiciones/ordenes que abrimos, repercutan en beneficios para solventar esas pérdidas pero se requiere un estudio exhaustivo del mercado así como de las propias características y optimizaciones que se puedan ejecutar en el robot.

Debido a la forma de diseño del robot, las optimizaciones que se pueden realizar son pocas y deben ser cuidadosamente seleccionadas mediante muchos análisis de backtest para detectar correlaciones explícitas o implícitas que pueden afectar al rendimiento del algoritmo.

Tras haber hecho estas optimizaciones, posiblemente tendríamos que sustituir algunos parámetros de valores o el diseño del algoritmo para salir de las posiciones o ajustar el riesgo de las mismas cuando las pérdidas se ven claramente (como lo sucedido con la paridad EUR/USD). Recordar que es mejor tener buenas salidas que buenas y numerosas entradas puesto que “Una buena entrada no puede solventar una mala salida”.

A modo de conclusión, podemos decir que este algoritmo es bueno a pesar de la volatilidad debido a los beneficios que dio a Las Tortugas en su época, pero no todas las paridades se ajustan tan bien como la GBP/USD y puede requerir cambios en su diseño o la utilización de otros AEs más adversos al riesgo como RobotTradingTFG o Elisa. Destacar que RobotTradingTurtles no efectúa controles estacionales del tiempo como Elisa, motivo por el cual la volatilidad en ciertos días de la semana/mes, unido a las numerosas transacciones que realiza pueda resultar en pérdidas insalvables.

Desde un punto de vista informático, comentar que se han introducido los documentos de Ingeniería del Software con el fin de poder hacer una documentación clara

que nos permita desarrollar este modelo de negocio novedoso de creación y asesoramiento en la construcción de AEs. Gracias a la App que desarrollamos podremos permitir la comunicación entre grupos de usuarios ya sean clientes o desarrolladores para la ejecución más relevante de los aspectos económicos e informáticos del proyecto en cuestión.

Se han abordado requisitos software, casos de uso, diagramas de secuencia, análisis de clases que repercutirán en la creación de las interfaces correspondientes de la página web que implementemos así como otros aspectos. Todo con el fin de poder elaborar un buen documento sobre la dirección que debería llevar la empresa en este proyecto de negocio.

Esto nos ha llevado a la codificación y elaboración de los prototipos de interfaz con el fin de seguir una hoja de ruta a la hora de implementar correctamente la App, lo cual nos servirá de hoja de ruta, una vez que queramos ejecutar pruebas o mantenimiento sobre el sistema que hemos diseñado.

Comentar que se ha analizado el entorno socioeconómico identificando los principales competidores con sus fortalezas y debilidades. Para la entrada en este negocio se elaboró un presupuesto que nos permita posicionarnos en el mercado. Esta App permitirá que tanto los clientes como nosotros podamos obtener beneficios del trading financiero siempre respetando la legislación vigente en España.

8.2 Trabajos futuros:

Trabajos futuros relacionados con Administración de Empresas: La labor en este trabajo ha sido una labor de creación de una metodología aplicable a otros robots de trading o AEs con las principales características de los programas algorítmicos de trading financiero de modo que puede servir de guía en su construcción en otros lenguajes como Python o C++. Tras crear la metodología y el propio AE, hemos procedido a ejecutarlos para realizar una labor de análisis y optimización a modo de encontrar las mejores ineficiencias en el mercado en las paridades que se han tratado, aunque no son las únicas. El contenido de los resultados se ha limitado debido a la cantidad de paridades disponibles y la extensión de los análisis de backtesting que podrían acarrear.

Por esto motivo, en trabajos futuros seguiré analizando los AEs Cary, Elisa, RobotTradingTFG y RobotTradingTurtlesTFG para encontrar los mercados idóneos para cada uno de ellos, así como mejoras de diseño y optimización para que puedan captar de forma más eficaz, las ineficiencias de estos.

Una vez conocidas las ventajas y limitaciones de cada uno de ellos para las correspondientes paridades, procedería a ejecutar estos robots con una cuenta de “live trading” de dinero real para ver la ejecución de los mismos y se podría obtener beneficios de los mismos. Unido a este objetivo, debe seguir un estudio laborioso de los sistemas e instituciones financieras para saber interpretar mejor las noticias macroeconómicas, de modo que me ayuden a facilitar la creación de una estrategia de mercado para una paridad con un robot determinado.

Finalmente, tras probar en divisas, me gustaría probar estos AEs o invertir mediante otras plataformas o servidores en las criptodivisas como Bitcoin, Ethereum o Littlecoin, a modo de diversificar la cartera de divisas virtuales. La diversificación de la cartera la veo necesaria puesto que las criptodivisas presentan una volatilidad muy grande. Lo ideal sería crear un

algoritmo que permita controlar esta volatilidad o al menos suavizar mi curva de equidad frente a los cambios bruscos que se puedan producir en el mercado.

Ese fue el principal motivo de la construcción tan adversa al riesgo de RobotTradingTFG, puesto que deseaba invertir en mercados volátiles a la larga como son las criptodivisas. Viendo los resultados obtenidos por el mismo, necesita de un estudio más exhaustivo para hacerlo más eficaz a la hora de captar ineficiencias. Lo que si he sacado en claro es que en las finanzas, en ocasiones hay que arriesgar para poder ganar beneficios notables, debido a que no siempre podemos obtener una buena ejecución de las transacciones a lo largo del tiempo si no estamos dispuestos a invertir con un mayor riesgo.

Trabajos futuros relacionados con Ingeniería Informática:

- En la correcta gestión de los datos deberemos crear una base de datos que dé cabida a todos los datos que va a soportar nuestra aplicación ya sean de los clientes como de los desarrolladores. Se debe crear un esquema relacional con los aspectos más importantes de la App como son:
 - 1- Los datos de los usuarios involucrados (clientes y desarrolladores):**
 - 2- Los datos correspondientes a los mensajes**
 - 3- Las características de las solicitudes**
 - 4- Los atributos más importantes que podamos desglosar de los informes.**

Tras haber creado el esquema relacional procederemos a la creación de tablas para la elaboración de la BBDD de la empresa. Una vez creada la BBDD, deberemos cumplimentar todos los requisitos que nos permitan cumplir la “Ley de Protección de Datos”.

- El código no ha pasado las pruebas correspondientes por lo que se debe realizar una revisión del código mediante la creación de pruebas que aseguren la correcta ejecución del algoritmo y su persistencia a lo largo del tiempo.
- Siguiendo las pautas de los dos puntos anteriores, tanto las BBDD como los algoritmos que posea nuestra aplicación, deberán llevar un mantenimiento mediante actualizaciones y revisiones para comprobar que los contenidos inherentes a la App no se quedan obsoletos o presenta “bugs”

Anexo 1: Planificación y presupuesto

A.1.1 Planificación

El proyecto queda iniciado el 17/07/17 para su finalización el 17/10/17. Este proyecto dura 92 días, de los cuales 66 de ellos son laborales. El proyecto ha pasado por varias fases como podemos ver en el siguiente diagrama de Gannt:

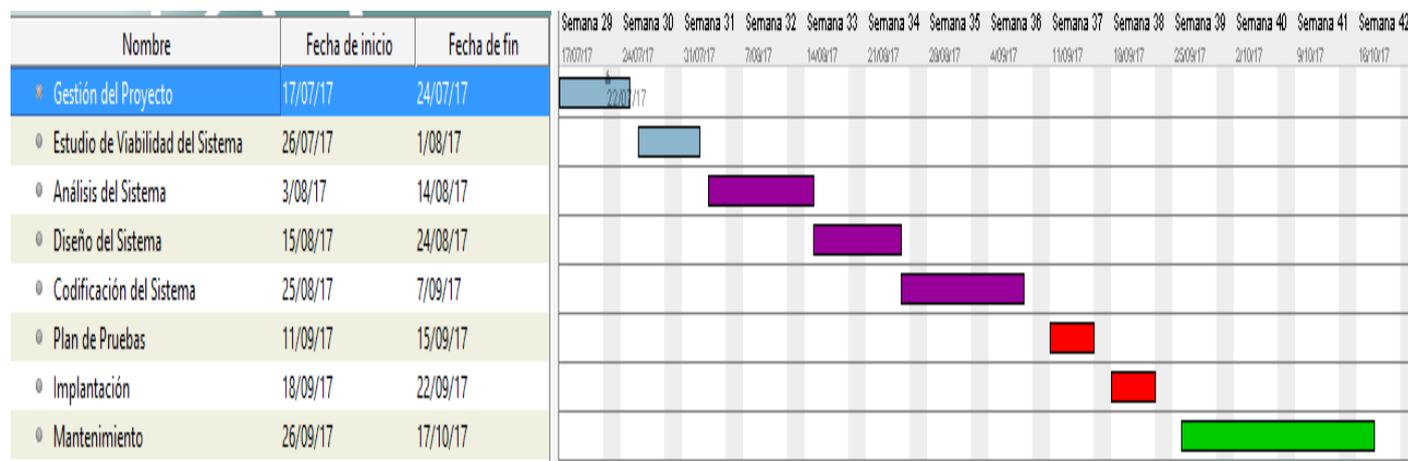


Figura 102: Imagen de planificación

A.1.2 Estimación de costes y presupuesto

En este apartado, haremos una estimación de los costes humanos y tecnológicos para la correcta evolución del proyecto:

Recursos software

El software es la parte más importante de nuestro proyecto para poder ejecutar este sistema de HFT. También necesitamos elementos ofimáticos y de edición para la correcta elaboración de los informes y código de los AEs:

Instrumento	Descripción	Coste
Windows 10	Sistema operativo de tipo cerrado creado por Microsoft	0, al venir incorporado con el hardware
Microsoft Office Word 2016	Software ofimático ideado por Microsoft para su SO Windows	0, al venir incorporado con el SO Windows 10
GanttProject o Smartsheet	Software destinado a la elaboración de diagramas Gantt para planificación de proyectos	0, al ser software libre
MetaTrader4	Plataforma de trading financiero creada por MetaQuotes, que nos permite realizar transacciones de	0, puede ser descargado e instalado gratuitamente. No hay coste asociado a la obtención de los precios, lo que nos facilita nuestra

	compra/venta de divisas o Contratos por Diferencias, además del uso de los datos actuales e históricos de los precios de las paridades	labor, al no requerir gestión de BBDD.
MetaEditor	Editor de código para el lenguaje MQL4 con amplia gama de librerías e indicadores técnicos para construir y modificar nuestros AEs	0, al venir incorporado con la descarga e instalación del MT4
Conexión a Internet	Necesitamos tener el mejor acceso a Internet para el acceso a los datos y la ejecución de los AEs	En nuestro caso, 150 € con fibra óptica pero varía según nuestro Proveedor de Servicio de Internet
Oracle SQL	BBDD de código cerrado y que requiere de pago. Es una de las bases de datos más avanzadas y potentes del mercado de ahí su selección	0, en nuestro caso pudimos obtener el uso de Oracle SQL Developer así como el de la BBDD gracias a la Universidad.
Eclipse Java Neon	Programa para desarrollar códigos en lenguaje JAVA el cual será el designado para nuestra plataforma	0, ya que se puede descargar de forma gratuita desde su página , al igual que muchas extensiones de JAVA
Servidor Cloud XXL	4 vCores, 8Gb de Ram y 160 GB de SSD	90 € al mes para su servicio
Total	240 €	

Tabla 69: Recursos software

Recursos hardware

Para la correcta ejecución del software, necesitamos elementos que sean capaces de procesar la información lo más rápido posible. Por este motivo se ha seleccionado el hardware de mayor nivel:

Instrumento	Especificaciones	Coste
Portátil MSI GS70 Stealth	- Procesador Intel® Core™ i7 - Windows 10 de 64 bits - Nvidia GeForce® GTX 765M - Disco duro: 256GB Super RAID + 1TB HDD 7200rpm - RAM: 16GB	1300 €
Router para Internet	Dispositivo hardware que conmuta los paquetes y	0, al venir incorporado con el contrato de nuestro

	encargado de satisfacer los protocolos de las 3 primeras capas del funcionamiento de Internet	Proveedor de Servicio de Internet.
Total	1300 €	

Tabla 70: Recursos hardware

Recursos humanos

Necesitamos tener algunas personas en nómina que sean las encargadas de solucionar todos los problemas que se pueden presentar en el sistema de trading aquí expuesto. Para ello, contamos con los siguientes profesionales los cuales tienen unas horas trabajadas por mes, partiendo de una jornada laboral media de 8 h con posibilidad de horas extra durante los fines de semana debido a la importancia del puesto.

Puesto	Nº horas	Coste/hora (€)	Total
Programador y Jefe de Proyecto	250	18 €	4500 €
Analista económico	220	15 €	3300 €
Administrador	200	12 €	2400 €
Total			10200 €

Tabla 71: Recursos software

Inversión

La inversión para invertir en el mercado de divisas también es requisito indispensable para la correcta elaboración de nuestro proyecto. Al usuario se le dará la posibilidad de elegir diferentes cantidades para invertir:

- 100 €
- 500 €
- 1000€
- 5000€
- 10000€
- 25000€

También tendremos presupuestos y servicios si el cliente de la app solicita la creación de un AE o necesita ayuda con el que está diseñando. En caso de querer trabajar con los que ofrece la empresa, se le cobraría una comisión.

Aun así para nosotros empezar a invertir y conseguir beneficios consideramos un presupuesto inicial de 12000 € debido a que las paridades que hemos analizado principalmente son EUR/USD y GBP/USD. El balance inicial que consideramos oportuno para las operaciones de la empresa es de 10000 € (2000€ irían a reservas) en EUR/USD y 10000 GBP (11336 € al cambio + cantidad de reserva que poseemos para pagar comisiones u otros gastos) en

GBP/USD. Este es el desembolso inicial que la empresa considera oportuna para invertir en este proyecto, a la espera de que se unan más usuarios para crear una gran compañía de inversión de divisas. La principal idea es estudiar y captar las paridades de las monedas más importantes de la Union Europea frente al dólar, así como otras divisas y facilitar el estudio de fenómenos macroeconómicos para ejecutar la mejor decisión de inversión:

Instrumento	Descripción	Coste
Cuenta inicial de MT4 en €	Deposito inicial recomendado que efectuamos si queremos invertir en el mercado real de divisas	12000 €
Total		12000 €

Tabla 72: Inversión

Resumen de costes totales

Con la información dada, podemos computar los costes globales del proyecto:

Concepto	Total
Software	240 €
Hardware	1300 €
Personal	10200 €
Inversión	12000 €
Total	23740 €

Tabla 73: Recursos costes totales

Este presupuesto hay que aplicarle una tasa de beneficio sobre el proyecto, la cual fijamos en 15% del coste total del proyecto antes de impuestos, en nuestro caso, IVA aplicable al 21%.

Concepto	Total
Coste total del proyecto	23740 €
Beneficio del proyecto (15%)	3561 €
Coste total antes de impuestos	27301 €
IVA (21%)	5733.21 €
Coste total	33034.21 €

Tabla 74: Recursos costes totales después de impuestos

El presupuesto o coste total estimado del proyecto es de **32769.82 € IVA incluido**

Anexo 2: Regulación legal

A.2.1 Tributación en España por beneficios

En el marco legal de la ley española, las personas físicas están obligadas a declarar y tributar por las rentas obtenidas durante un año fiscal mediante el IRPF.

El IRPF, es un impuesto que grava de manera progresiva la Renta Mundial. Clasifica la renta en 2 tipos: general y ahorro, los cuales se gravan a tipos impositivos diferentes. Las operaciones de trading pertenecen a las de ahorro.

Dentro del ahorro, existen 2 clasificaciones a la hora de imputar la renta:

- **Rendimientos del Capital Mobiliario:** Intereses, Dividendos, Participaciones en Beneficios y Rentabilidad de Activos Financieros como bonos, letras y obligaciones.
- **Ganancias y Pérdidas Patrimoniales** que derivan de una transmisión: venta de acciones y participaciones.

Ambos apartados se suman para obtener la denominada base imponible del ahorro, que se somete a gravamen:

Gravamen del ahorro	
De 0 a 6.000€	19%
De 6.000 a 50.000€	21%
De 50.000 en adelante	23%

Tabla 75: Gravamen del ahorro

En nuestro caso, como invertimos en Forex, tributaremos como **Ganancias o Pérdidas Patrimoniales**. Los usuarios de nuestra App en el momento de querer sacar su dinero serán informados de la tributación que deben hacer al Estado español. Ellos son responsables de tributar estos impuestos. En nuestra base de datos a través de los “Informes” conoceremos si un determinado usuario ha obtenido beneficios/pérdidas. En caso de que Hacienda solicite la información económica de nuestra empresa así como de los usuarios, deberemos entregar los informes. El cliente es el responsable de efectuar su Declaración y no nos hacemos responsables si el cliente no declara sus beneficios/pérdidas.

Si las pérdidas patrimoniales han superado los 500 € en un año, es obligatorio que el cliente las declare. Los resultados negativos, después de haber compensado (juntado) todos los resultados correspondientes del apartado de Ganancias y Pérdidas Patrimoniales podrán compensarse con el límite del 15% con los Rendimientos del Capital Mobiliario.

Nuestra empresa también está sometida a dicha regulación del IRPF y debemos cumplirla, además de presentar las Cuentas Anuales sobre nuestra empresa.

Anexo 3: Bibliografía

Uxío Fraga. (2017). *Cómo optimizar tu declaración de Hacienda en trading*. 24 de septiembre de 2017, de Novatos Trading Club, Sitio web: <http://www.novatostradingclub.com/recursos-2/como-optimizar-tu-declaracion-de-hacienda-en-trading/>

Lucas Liew. (2014-2017). *Black Algo Trading: Build Your Trading Robot*. 19 de julio de 2017, de Black Algo Technologies, Curso web via Udemy: <https://www.udemy.com/build-your-trading-robot/learn/v4/content>

Yu Gu, Dr. Xiaohui Zhao. (2012). *Evaluating the Effectiveness and Sensitivity of Forex Trading Robots*. CiteSeerx, 1º Edición, 114. 13 de julio de 2017, De <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.452.4761&rep=rep1&type=pdf> Base de datos.

Taleb, Nassim Nicholas . (2007-2010). *The Black Swan: the impact of the highly improbable*. EE.UU: Random House.

Curtis Faith. (2003). *The Original Turtle Trading Rules*. 11 agosto, 2017, de OriginalTurtles, Sitio web: <http://bigpicture.typepad.com/comments/files/turtlerules.pdf>

Gobierno de España. (2001). *Métrica v.3*. 3 de septiembre de 2017, de Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, Sitio web: https://administracionelectronica.gob.es/pae/Home/pae/Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#.Wck-umi0OUm

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (1998). *IEEE-STD-830-1998 : Especificaciones de los requisitos software*. 10 de septiembre de 2017, de ISTR - Universidad de Cantabria, Sitio web: https://www.ctr.unican.es/asignaturas/is1/IEEE830_esp.pdf

Lucidchart. (2016). *Qué es el lenguaje unificado de modelado (UML)*. 13 de septiembre de 2017, de Lucidchart, Sitio web: <https://www.lucidchart.com/pages/es/qu%C3%A9-es-el-lenguaje-unificado-de-modelado-uml>

Investopedia. (n/a). *Trailing Stop*. agosto 2,2017, de Investopedia Sitio web: <http://www.investopedia.com/terms/t/trailingstop.asp>

Forexboat. (2017). *Forex Trading A-Z™ - With LIVE Examples of Forex Trading*. agosto 15,2017, de Forexboat, Curso web via Udemy: <https://www.udemy.com/forex-trading/learn/v4/content>

Methodology of

Creation of Experts

Advisors

through

MQL4 Language

Author: Héctor Sánchez Martín

Group: 50 of Informatics-Business Administration

INDICE

1- Introduction to problems	203
2- What is algorithmic trading?	203
2.1- How do we build a Forex trading algorithm?	203
3- Management of the software project:	204
4- Establishing the System Scope	205
4.1- Study of the Application	205
5- Specification of EVS Scope	206
6- Details of the problems	206
6.1- Volatility	206
6.2- Big Firms and Market Makers	206
6.3 Statistics and important laws for financial trading	207
6.4 Technical indicators	207
6.5 Types of orders	208
6.5.1 Submit Orders - Instant Execution vs. Market Execution	208
6.6 Identification of software requirements	208
7- Possible solutions	210
7.1 Stops vs Trailing Stops	210
7.2 Appropriate choice of input and output rules	210
7.3 Analyze the robustness of our algorithm	210
7.4 Use cases associated with software requirements	211
8- Solutions	212
8.1 Development of EAs "RobotTradingTFG" and "RobotTradingTurtlesTFG"	212
9- Results	213
10- Conclusions and Future Work	213
10.1 Conclusions	213
10.1 Future work	215

1- Introduction to problems

This is a Mixed End-of-Grade Work from "Computer Engineering-ADE" in which the elements learned during the years of the student work of the author of this End of Degree Project (EDP) are combined.

In order to be able to elaborate this TFG I have counted on the help of the software platform of trade of currencies MetaTrader4. With it we can create the Expert Advisors (EA) designated for the execution of algorithmic trading to be able to execute market orders / positions buying and selling currencies. These transactions will have an impact on our "Profit and Loss" account with the realization of profits / losses. Once the execution of the EA is finished we will be able to analyze the robustness of the algorithm through graphs and reports of our balance sheet.

For the elaboration of the business model raised in this EDP, we raised the help of an App software. With this App, users (customers and developers) can get in touch for the creation and advice in the construction of EAs.

Problems of Business Administration: Forex market analysis with different trading robots, which will have an execution determined by the rules of entry and exit of the positions / orders they open, the inherent functions of their code and the positioning that they face to risk. By means of the backtest analysis, a study and optimization work can be done to improve the AEs. Once built and correctly tested, they can be used to execute real money Forex transactions.

Problems of Informatics: In the foreign exchange market there are different EAs, which may present a higher / worse performance. After analyzing some of them, we proceeded to create an EA creation methodology with the help of a software application in JAVA language. It is intended to provide the App customer with the possibility of creating, acquiring and modifying EAs with the help of the different professionals involved in the project. For the creation of this App have been used standards and standards such as "Metric v.3", UML and IEEE.

2- What is algorithmic trading?

Algorithmic trading is the ability to issue signals or purchase orders generated by a financial software algorithm, which is executed automatically using the resources of the operating system from which it is executed. This algorithm will process the actual and live information (or the past information) that it has to execute in the most convenient or timely manner to execute purchase / sale orders in the fastest possible way (High Frequency Trading, HFT) in order to take advantage of the inefficiencies.

2.1- How do we build a Forex trading algorithm?

The foreign exchange market is a liquid market that runs from Monday to Friday uninterrupted 24 hours a day. It is a market that looks like perfect competition and does not present high volatility because it is not affected by market variables that affect other financial assets such as stocks, futures contracts or dividends.

With the help of the MT4 software we can see graphs, monetary parities, macroeconomic data, optimization reports, backtesting reports and many other functionalities of the platform.

Within MT4, we have another software tool called MetaEditor with which we can use the MQL4's characteristic libraries, technical indicators, scripts and other elements that will help us to encode the EA.

MQL4 is the language of MT4. This is a language similar to C ++, which facilitates its coding. With the corresponding functions of this language we will be able to access to different markets obtaining the real or historical prices of the assets that are treated.

Currency data is available and can be found on many specialized finance pages. Even so, MT4 provides us with this data at a cost of 0, favoring the investment in Forex, which is the most exchanged element within the platform. This reason favors the choice of this platform over others present in the market.

3- Management of the software project:

In the elaboration, we have used metric v.3, which is promoted by the Government of Spain and will allow us to fulfill the needs of our project. The tasks included in the software project are:

- 5- **System Feasibility Study (EVS):** In this part, we study the application, the current situation, the inclusion of the functional and non-functional requirements of the system, the study of possible alternatives for the construction of the system and why we chose a development solution instead of others.
- 6- **Analysis of the Information System (ASI):** The analysis of our system will be used to verify the capabilities and robustness of our system. The development of use cases for the different situations of creation and implementation of the classes that are involved in our financial trading algorithm.
- 7- **Design and coding:** We denote the main data structures, parts of the program, the architecture needed to accommodate the system, the corresponding graphical interfaces for the understanding of the execution of the system and the coding work that underlies the EA.
- 8- **Tests:** To analyze the execution and robustness of the system code, we must run tests to verify that the code produces the corresponding interfaces or functionalities of the system.
- 9- **Maintenance:** The system will require monitoring of the code subject to updates. In addition, if our system has databases we must manage them to avoid the degeneration of them.

For the organization of the aforementioned tasks, we have selected an iterative or prototype life cycle. A prototype favors the reuse of the code to facilitate the obtaining of a reliable product in the final evaluation of the project. Due to the need to create new code and destroy the code of EAs that have become obsolete or ineffective, we must use this lifecycle model.

4- Establishing the System Scope

4.1- Study of the Application

The main objective of the system is the execution of high frequency transactions (High Frequency Trading) to buy / sell currencies that can be executed in different currency parities. The user will introduce a minimum deposit and depending on his behavior against the financial risk will have the option of executing Expert Advisors that allow him to take advantage of an inefficiency in the currency market (which is similar to perfect competition).

For the management of the user with their EAs, we have created a web application that will allow us to get in touch with the user. The user will inform us through the application of the needs that he has in terms of the creation of the EA. We, through an iterative process, provide the user with the tools or advice to build their EA, or we provide access to one of our own so that they can invest with our system.

This system must be accessible through the main financial trading platforms, although being the MQL4 language characteristic of the MetaTrader4 platform, this platform will be used to obtain the information and the subsequent execution of our EA. The MetaTrader4 platform has a code editor where we can create and modify our EAs. It should be noted that for the execution of the EA as well as the use of the interface, we must have an Internet connection.

We can make a first division of the system grouping the following activities:

Administration module:

- 1- Manage customers.
- 2- Manage messages between users.
- 3- Manage requests.
- 4- Management of reports with the results of the EAs.
- 5- Possibility of saving all the above data in a database.

Software management module:

- 1- Creation and modification of the EAs code.
- 2- Obtaining other AEs for execution.

Client module:

- 1- Choose type of EAs to be executed
 - 1 Allocate the currency and monetary amount that we wish to invest
- 2- Parameters of stop with which the user for the EA if certain behaviors by the robot are not the desired ones.
- 3- Getting reports for your economic analysis.
- 4- Possibility of creating requests for creation, modification or advice in the construction of EAs.

5- Specification of EVS Scope

The groups that will be involved in the application environment are known as "Stakeholder". We can identify the following:

- **Inverter:** A user who asks us to create or advise on the construction methodology of the Expert Advisor to be used.
- **Administrator:** People who will manage the reports generated by our application, the dates in which these reports were produced, as well as the maintenance of the application. Incidents, messages, requests, etc. This person in charge of obtaining and updating the databases of the users of the application. Its objective is to possess the most relevant data of the users who use the application as of the accounts and invoices of the organization.
- **Analyst economist:** Person responsible for analyzing the most important macroeconomic factors in capturing the inefficiencies of the foreign exchange market. The inefficiencies of the market are those that allow us to obtain benefits if the AE meets the designated requirements.
- **Head of the Project:** Héctor Sánchez Martín, person in charge of the work of creating the AEs as well as obtaining them in order to capture the best AEs that are available in the market.
- **Programmer:** Person in charge of solving the failures and of helping to create the code to be able to execute the AEs

6- Details of the problems

6.1- Volatility

Volatility is defined as a measure of the frequency and intensity of changes in the price of an asset or a type, defined as the standard deviation of that change over a specific time horizon. One of the indicators we will use to measure volatility is the Average True Range (ATR).

ATR is a unique volatility indicator that reflects the degree of interest or disinterest in a move. Strong movements, in one direction or another, are often accompanied by large True Ranges. Movements that do not cause much interest may be accompanied by relatively narrow ranges.

6.2- Big Firms and Market Makers

They are the main competitors of the market because they have millions or billions in capital, experienced teams to execute the investments, advisers to adequately structure their portfolios diversifying the risk, brokers, analysts, software of last generation as well as access in real time it as fast as possible to market information.

They have lower tax and spreads when executing market orders, better services, state-of-the-art technology and faster information. However, they are exposed to large investments to be able to absorb the risk of some economies with a high beta. This can be dangerous for them because if an important event (such as an announcement that an asset / currency is going to raise / lower price) accompanied by an asset price up / down, everyone will want to buy / sell and MM have to sell / buy them, which can lead to losses for them in the face of speculation in the market.

6.3 Statistics and important laws for financial trading

The economic analyses that we can carry out with the AEs must have a statistical basis to be able to evaluate the robustness of a trading robot. For this we are based on these basic principles:

- 1- **Statistical significance:** A result or effect is statistically significant when it is unlikely to have been due to chance.

The level of significance of a statistical test is a statistical concept associated with the verification of a hypothesis. In short, it is defined as the probability of making the decision to reject the null hypothesis when it is true. The decision is often made using the p-value: if the p value is lower than the significance level, then the null hypothesis is rejected. The lower the p-value, the more significant the result.

- 2- **Law of large numbers:** In probability theory, the law of large numbers is a theorem that describes the result of running the same experiment a large number of times. Depending on this rule, the mean of the results obtained from a large number of samples should be close to the desired value and will tend to be closer when more experiments / samples are carried out.

- 3- **The Central Limit Theorem (CLT):** This theorem indicates that, under very general conditions, if S_n is the sum of n independent random variables and nonzero but finite variance, then the distribution function of S_n approaches a distribution normal. The theorem asserts that this occurs when the sum of these random and independent variables is large enough. From 384 samples, the theorem is usually fulfilled, although we may need more.

6.4 Technical indicators

Technical indicators and oscillators are one of the main tools used by technical analysis. There are a variety of technical indicators for the analysis and interpretation of charts in the forex market. These indicators are mathematical formulas that take information about the market and process it to give an output

There are many types of technical indicators to evaluate different markets, which have a characteristic behaviour. The behaviour of the indicators is differentiated in:

Momentum

The indicator of the moment tells us if the market is starting to move in a certain direction. Ex: Moving averages, MACD (Moving Average Convergence Divergence) or, in its Spanish translation, Convergence / Divergence of Moving Average.

Oscillators

Oscillators tell us if the market is near its highest or lowest points. Ex: RSI (Relative Strength Index), Stochastic Oscillator.

Volatility

Volatility indicators give us information about volatility in the market. Ex: ATR (Average True Range) and Bollinger bands.

Based on volume

Volume-based indicators use volumes of data independently or with other types of data the market. Example: Money Flow Index (MFI), or in its Spanish translation, Money Flow Index, On Balance Volume (OBV)

6.5 Types of orders

Limit orders

Buying Limit: This is a pending order to buy assets for security reasons at a lower price than the original. The order will be executed if the asking price reaches or falls below the price assigned in the pending order.

Sales limit: This is a pending order for active sales for security reasons at a higher price than the original. The order will be executed if the purchase price (Bid) reaches or rises above the price assigned in the pending order.

Stop Orders

Purchase Stop: This is a pending order to buy assets for security reasons at a higher price than the original. The order will be executed if the asking price reaches or rises above the price assigned in the pending order.

Sell Stop: This is a pending order to sell assets for security reasons at a lower price than the original. The order will be executed if the purchase price (Bid) reaches or falls below the price assigned in the pending order.

6.5.1 Submit Orders - Instant Execution vs. Market Execution

Market execution

The broker will fill your order with the best price available. That means our order will be filled with the next available price. In volatile markets, the next available price will be uncertain. The broker cannot guarantee that an order will be filled with the price we can predict in the charts. Filling orders takes time, and at a given time, prices may have moved.

Instant execution

Our broker (which is CM) makes prices and takes our order. We buy, they sell and vice versa. Instant execution will not fill our order if our price is not available. When this happens, our broker will send us a recitation. This means that the broker rejects our order and offers us to execute our order at a new price (usually worse than the one introduced).

6.6 Identification of software requirements

In order to develop the App, we need to know what the functional and non-functional requirements of the application we are going to develop. For this we catalog the software requirements in the following sections:

- **Functional requirements:** Declarations of services and functionalities that the system will provide. In them we obtain the following requirements:
 - RF-RS-xx: Category "System": Login and logout of the system
 - RF-RP-xx: Category "Programmer": Facility algorithmic management
 - RF-RC-xx: "Customer" Category: Actions that the client can execute
 - RF-RA-xx: Category "Administrator": have to do with data management
 - RF-RE-xx: "Economist" Category: Provide economic information

- **Non-functional requirements:** Declarations of the properties emerging from the system and that do not have to do with the specific functions that the system delivers:
 - RNF-RS-xx: "Security" Category: App Protection
 - RNF-RBDD-xx: Category "Databases": App Management
 - RNF-RI-xx: Category "Interface": Intuitive interface
 - RNF-RR-xx: Category "Performance": System stability
 - RNF-RIM-xx: Category "Implementation": Requirements for implementation
 - RNF-RA-xx: "Accessibility" Category: Role Authentication

7- Possible solutions

7.1 Stops vs Trailing Stops

Noise: In a financial analysis, noise refers to activity that confuses or misrepresents the real nature of the underlying trends in the market. It is usually produced by atypical results at specific times but does not represent the market trend.

Stops: A stop order that closes the position at a fixed price level. Mainly used as noise buffer and safety position in case of connection failure or computer.

Trailing Stops: A type of special transaction order where the Stop Loss price is not adjusted to a fixed level but if adjusted to a certain percentage or a certain amount below / above the market price (depending on the type of position, long or cut).

The Trailing Stop is a way to maximize our profits when the market moves in our favor, and puts a stop that fits the needs to get the most out of each order. Mainly used as noise buffer. If our output rules work as noise buffers, it may be unnecessary to have Trailing Stops. In case these rules do not behave as a noise buffer, trailing stops are recommended.

7.2 Appropriate choice of input and output rules

In some cases, the design rules of trading algorithms may not vary significantly in sizing algorithms, rules and functions to limit volatility, execute orders / positions, manage SL and TP, use secret buffers / arrays, etc. But what really defines an AE is the type of strategy that is followed when capturing the entries in the positions / orders and the exits of the same ones. We will also get random entries due to the design of our AE, but it should be noted that they are not always good. A bad entry can be saved with a great start, but a great entry cannot save a bad start.

7.3 Analyze the robustness of our algorithm

The robustness of an algorithm is the ability of the algorithm to adapt to the changes in the market and to verify how the execution of the algorithm has been. For each scenario we must save and analyze:

- The net benefits
- The benefit factor
- Negative drawdowns
- The total number of transactions
- % of long and short transactions

This analysis should be done in both the favorable and unfavorable or really unpredictable scenarios (Black Swan Theory or Black Swan Events) of the market. Black Swan Theory was developed by Nassim Nicholas Taleb to explain:

- The disproportionate role of high impact, difficult to predict, and strange events that are outside the realm of normal expectations of history, science, finance and technology.
- The non-computability of the probability of the consequential rare events using scientific methods (due to the very nature of the small probabilities).
- Psychological biases that make people individually and collectively blind to uncertainty and unaware of the massive role of the bizarre event in historical matters.

7.4 Use cases associated with software requirements

A use case is a sequence of interactions that will be developed between a system and its actors in response to an event that initiates a principal actor on the system itself. The use cases are related to the software requirements and the interactions that occur with the different actors or users of the system being exemplified their behavior through sequence diagrams.

To represent the information of the cases, we will do it through classes. Before the execution of the classes by code, we must execute a consistency analysis and requirements specification in which we can relate all the functional requirements with the proposed use cases.

These classes depending on the task they perform can be grouped into:

- **Entity classes:** Representation of the information that will use a use case.
- **Control Classes:** Control and coordination of objects related to the treated use case.
- **User Interface Classes:** Description of the interaction between the actors involved and the system responses.

If pre-conditions are fulfilled, the system interacts among the different actors to follow a flow of information reflected in the sequence diagrams, to produce a final state delimited by the post-conditions of the use case

After tracing the matrix that relates the functional requirements to the use cases, we can begin the coding of the classes associated to these use cases. Having found the code requirements for the implementation of the use cases, the classes will allow us to facilitate the interaction between the actors and the system through the designed interfaces.

8- Solutions

8.1 Development of EAs "RobotTradingTFG" and "RobotTradingTurtlesTFG"

RobotTradingTFG: Robot adverse to the risk with high control on the profits and the losses to control the very volatile periods and with uncertainty.

RobotTradingTurtlesTFG: Robot risk-loving, which opens many market positions by time slot without much concern the underlying volatility in the market

The main functionalities present in these robots, which will be the most important for the execution of these robots are:

- 1- Check input and output signals.
- 2- Open positions / market orders.
- 3- Check the limits of losses and profit taking.
- 4- Closing positions / orders
- 5- Capture intersections between Simple Moving Averages that tell us if we should open a long position (buy) or short position (sale).
- 6- Limit the volatility of Take Profit and Stop Loss
- 7- Check if we have reached the limit of losses or the maximum volatility we have designated
- 8- Assign to a position / order that we open, one of the positions of the secret stop-loss array in which we will previously calculate the secret loss take for that position / order and a trigger to delete or close positions / orders based on the limits of loss that we have defined.
- 9- Assign to a position / order that we open, one of the positions of the secret profit-taking array in which we will previously calculate the secret profit-taking for that position / order and a trigger to eliminate or close positions / orders based on the secret limits of profit taking that we have defined.
- 10- Functions to manage the trailing stops, which are the most important components of the AE "RobotTradingTFG" and "RobotTradingTurtlesTFG". These Trailing Stops are known and secret, which have the corresponding management functions to adjust the levels of trailing to each position.
- 11- We also have functions to manage the adaptive volatility trailing stops, which adapt to the volatility as we saw in the "Keltner Channels" or the "Donchian Channels" depending on whether we use "RobotTradingTFG" or "RobotTradingTurtlesTFG". Keltner is used for "RobotTradingTFG" and Donchian is used for "RobotTradingTurtlesTFG".
- 12- Function to deal with possible connection errors with the Metatrader4 platform.
- 13- Function to teach on screen possible errors that we can commit ourselves or the platform (this is part of the MT4 library).

9- Results

To analyze "RobotTradingTFG" and "RobotTradingTurtlesTFG", we have decided to run the backtesting models "In each tick" and "Opening prices only". They have also been analyzed:

EA Cary: Robot Neutral to Risk. Use the "Keltner Channels" to run long / short market orders by relying on simple input and output avoiding investing in highly volatile positions and exiting those positions you have opened when you see volatility rising too high. Cary will leave any position after 10 separate periods of profit or loss. 2% risk of capital per position.

EA Elisa: It has the same rules as Cary only that this robot takes into account the seasonal effects of time, since it avoids investing on Mondays and the first days of the month. This is produced because they are the days with greater volatility in the market.

After analyzing the non-optimized EAs, they should be optimized by increasing the number of time-slot positions they open to improve balance sheet results. In the case of "RobotTradingTFG" we optimize both the increase in risk and the number of transactions. The parities analyzed are EUR / USD and GBP / USD. All the results can be shown in the document using images.

10- Conclusions and Future Work

10.1 Conclusions

We proceed to extract the economic conclusions of the creation and management of the EAs. Analysing the execution of the above mentioned EAs in compliance with the economical and statistical principles we have proposed, we can conclude that:

Cary: It works well because of the gains obtained with the GBP / USD and EUR / USD, which are important currencies in the currency market. Controlling the volatility in 10-hour periods makes it suitable for executing long / short market orders when we have crossed any of the technical indicators above or below.

The exit rules have a risk neutral position, which allows us to execute transactions with benefits and losses, being able to produce positive balances due to a good choice of exit rules. The sizing that is available is ideal due to the conservative characteristics of the rules of entry and exit.

Elisa: Elisa's features are similar to those of Cary. This EA was chosen by the seasonal control of the time, which does not open positions on Mondays or the first days of the month. This is due to the high volatility with which markets open on these particular days.

It produces greater profits than Cary, presenting a greater robustness than the rest of EAs in certain occasions. The conditions of entry, exit and sizing are risk neutral, allowing us not to open a large number of transactions in periods of greater volatility

Looking at the results of this robot we can conclude that the seasonal effects of the trading must be taken into account when designing a robot to avoid executing transactions that can carry much noise or little useful information.

RobotTradingTFG: The EUR / USD parity shows great behavior during the period 2014-2016, not causing the losses produced by other EAs in these periods. However, its adverse risk strategy prevents it from generating significant benefits. It is an EA that works well for executing transactions in Black Swan Events or with uncertainty but still requires an optimization design and analysis to fill in some of the shortcomings at the time of producing benefits. It is a trading robot that we can define as very

robust due to the Stop-Loss and Take-Profits that it owns, in addition the trailings stops losses / profits as well as volatility. It does not have effects of seasonal control of the weather like Elisa and perhaps it is good to incorporate them due to the obtained results.

This EA works best in markets with low volatile currencies, where there is not great market power on the part of big companies or Market Creators and hardly the market produces unpredictable movements. In this way, we can get more benefits.

RobotTradingTurtlesTFG: As we have seen in the results, it is the most unpredictable robot since if it captures well market inefficiency, like the one that happened during the years 2015-2017 with GBP / USD, it is able to obtain great benefits, being the AE that presented the greatest benefits of the previous 3. Although it has also been the one that has generated the most losses in the period 2013-2017 in the EUR / USD parity.

The main reason is the number of transactions that open (4), which although they have certain rules of entry and exit determined, sometimes a certain position will move up / down on a given day on the same monetary amount, without considering the underlying volatility of the market. This produces the gains / losses we have seen in the GBP / USD and EUR / USD parities respectively.

It is an expert EA to capture inefficiencies in the short term and once we have obtained the desired benefit, we must finish the execution closing the positions that we have opened to avoid the "sawtooth" in our balance, which can become very pronounced. By not having fixed or variable Take-Profit, it causes the mentioned saw teeth if the position is not abandoned at the time.

The losses when they occur can be numerous, but at a given moment the positions / orders that we open, have repercussions on the losses to be solved, but a thorough study of the market is required as well as the own characteristics and optimizations that can be executed in the robot. RobotTradingTurtles does not perform seasonal time controls like Elisa, which is why volatility on certain days of the week / month, coupled with the numerous transactions it performs, can result in insurmountable losses.

From an IT perspective, commenting that the documents have been introduced software engineering in order to make clear documentation that allows us to develop this new business model creation and advice on building EAs. Thanks to the App we developed, we can enable communication between user groups either customers or developers for implementing the most relevant economic and IT aspects of the project.

They have been addressed software requirements, use cases, sequence diagrams, class analysis that will affect the creation of the corresponding interfaces of the website that we implement as well as other aspects. All in order to be able to prepare a good document on the direction the company should take in this business project.

This has led to the codification and development of prototype interface in order to follow a road map when successfully deploy App, which will serve as a roadmap, once you want to run tests or maintenance on the system we have designed.

10.1 Future work

Future work related to Business Administration: After creating the methodology and the own AE, we have proceeded to execute them to carry out a work of analysis and optimization in order to find the best inefficiencies in the market in the parities that have been treated, although they are not the only ones. The content of the results has been limited due to the number of available parities and the extent of the backtesting analyzes that could lead to.

For this reason, in future work I will continue to analyze the AEs Cary, Elisa, RobotTradingTFG and RobotTradingTurtlesTFG to find the markets suitable for each one, as well as design and optimization improvements so that they can more effectively capture the inefficiencies of these.

Once known the advantages and limitations of each of them for the corresponding parities, would proceed to run these robots with a live trading account of real money to see the execution of the same and could get benefits from them.

Future work related to Informatics:

- In the correct management of the data we must create a database that will accommodate all the data that our application will support both the clients and the developers. You must create a relational schema with the most important aspects of the App such as:
 - **The data of the users involved (clients and developers).**
 - **The data corresponding to the messages.**
 - **The characteristics of the applications.**
 - **The most important attributes that we can break down from reports.**

After creating the relational schema we will proceed to the creation of tables for the elaboration of the company's databases. Once the database is created, we must fulfil all the requirements that allow us to comply with the "Ley de Protección de Datos".

- The code has not passed the corresponding tests so it is necessary to perform a revision of the code by creating tests to ensure the correct execution of the algorithm and its persistence over time.
- Following the guidelines of the two previous points, both the BBDD and the algorithms that own our application, must carry a maintenance through updates and revisions to verify that the inherent contents of the App are not obsolete or presents "bugs".