



**Universidad  
Zaragoza**

# Trabajo Fin de Grado

## Modelización de las teorías del tipo de cambio

Autor

Nicolás Martín Víctor Alderete

Director

Javier Nieves López

Facultad de Economía y Empresa

Año 2014

## **INFORMACIÓN Y RESUMEN**

El siguiente Trabajo de Fin de Grado ha sido desarrollado por Nicolás Martín Víctor Alderete, alumno del Grado en Administración y Dirección de Empresas en la Universidad de Zaragoza, y dirigido por Javier Nievas López, profesor del Departamento de Análisis Económico de la misma universidad.

Dicho trabajo trata de obtener conclusiones sobre de las diferentes teorías de determinación del tipo de cambio. Para ello se ha utilizado los tipos de cambio euro/libra. Se han estudiado las diferentes teorías que han surgido a lo largo de la historia y su aplicación a la realidad estimando los modelos econométricos, cuando es posible, con variables reales utilizando métodos econométricos para tratar de verificar estas teorías. Además, el estudio se ha apoyado en teorías econométricas para evaluar las variables y, a su vez, evaluar los modelos estimados.

Dadas las características de las variables y el período de estudio, pueden existir problemas entre los modelos económicos y econométricos, para los cuales se estudia una posible solución.

The following work has been written by Nicolas Martín Víctor Alderete, student of Business & Management Administration degree at University of Zaragoza, and coordinated by Javier Nievas López, Professor from the Department of Economic Analysis, at University of Zaragoza.

The aim of this paper is to explore different exchange rates theories and obtain conclusions. For this purpose, euro/pound exchange rate has been used. Exchange rate theories that have arisen along the history and their real application have been studied. This paper estimates econometrics models – with real variables, when possible, for the different theories considered. The chosen models were selected and estimated by using a range of econometric techniques. Furthermore, the whole study is based in econometric theories in order to evaluate the chosen variables and the estimated models.

Given the characteristics of the variables and the time period studied, problems between economics and econometrics models might arise. A solution to this issue is proposed in this paper.

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	Pág. 3
<b>2. TEORÍAS DEL TIPO DE CAMBIO</b> .....	Pág. 4
<b>2.1 TEORÍA DE PARIDAD DE PODER DE COMPRA</b> .....	Pág. 4
<b>2.1.1 Versiones de la PPC</b> .....	Pág. 5
<b>2.2 MODELOS ESTRUCTURALES</b> .....	Pág. 8
<b>2.2.1 Modelos de equilibrio de flujos</b> .....	Pág. 8
<b>2.2.2 Modelos de Activos</b> .....	Pág. 11
<b>2.3 MODELOS MONETARIOS</b> .....	Pág. 11
<b>2.3.1 Modelos Monetarios de Precios Flexibles</b> .....	Pág. 12
<b>2.3.2 Modelos Monetarios de Precios Rígidos</b> .....	Pág. 13
<b>2.3.3 Modelos de Equilibrio en Cartera</b> .....	Pág. 14
<b>3. ESTUDIO EMPÍRICO</b> .....	Pág. 17
<b>3.1 VARIABLES</b> .....	Pág. 17
<b>3.1.1 Tipo de cambio Euro/Libra</b> .....	Pág. 17
<b>3.1.2 Inflación</b> .....	Pág. 19
<b>3.1.3 Nivel de Producción</b> .....	Pág. 20
<b>3.1.4 Masa Monetaria</b> .....	Pág. 20
<b>3.1.5 Tipo de interés</b> .....	Pág. 21
<b>3.2 ESTIMACIÓN DE MODELOS</b> .....	Pág. 22
<b>3.2.1 Modelo Paridad de poder de compra</b> .....	Pág. 23
<b>3.2.2 Modelo Equilibrio de Flujos</b> .....	Pág. 29
<b>3.2.3 Modelo de Precios Flexibles</b> .....	Pág. 34
<b>3.3.3 Modelo de Precios Rígidos</b> .....	Pág. 38
<b>4. COMPARACIÓN ENTRE MODELOS</b> .....	Pág. 41
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	Pág. 42
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	Pág. 43
<b>7. ANEXOS</b> .....	Pág. 44

## **1. INTRODUCCIÓN**

Se sabe que para que la economía funcione correctamente es necesario que haya bienes y servicios, y mercados para negociar con estos. La evolución de los sistemas económicos y políticos a lo largo de la historia ha permitido observar que en los estados modernos se tiende a una desaparición de barreras comerciales e impedimentos al movimiento de recursos entre diferentes economías para el desarrollo de sus actividades.

Los gobiernos crean marcos normativos comunes en el ámbito de las relaciones económicas en los que se incluye la regulación de los derechos de propiedad y el sistema fiscal, así como el control del dinero, haciendo que la moneda de curso legal pase a ser la unidad de cuenta en la cual expresar el valor de todos los bienes.

Los países nunca han sido autosuficientes, ya que siempre han requerido algún tipo de recurso para desarrollar su actividad (el cual no siempre es fácil de encontrar en territorio nacional) o su adquisición es más ventajosa en el extranjero, lo cual exige la utilización de monedas distintas para el comercio internacional.

El tipo de cambio es el precio de una moneda expresado en términos de otra, y puede determinarse en los mercados de divisas o ser fijado administrativamente, en cuyo caso la decisión política sobre su nivel tiene repercusiones económicas y genera obligaciones para su sostenimiento por parte de las autoridades monetarias.

Dada la importancia de los tipos de cambios en el mercado internacional, en este trabajo se intenta comprender el funcionamiento de dichos mercados. Los mercados cambiarios son unos de los más importantes del mundo, tanto por su volumen de comercio diario como por su incidencia en el comportamiento de otros mercados, ya sean financieros o de bienes y servicios.

La teoría económica ha desarrollado distintos modelos que explican los movimientos de los tipos de cambios a partir de otras variables macroeconómicas relevantes. Este trabajo pretende analizar las diferentes teorías existentes sobre la determinación del tipo de cambio y evaluarlas sobre modelos econométricos para ver cuál de estas se ajusta más a la realidad de la evolución del precio de las monedas.

Para poder cumplir con el objetivo mencionado anteriormente, se van a analizar diversas teorías: en primer lugar la teoría de Paridad de Poder de Compra, seguido de un

análisis de los modelos estructurales en los que se incluyen los modelos de equilibrio de flujos, los modelos monetarios y modelos de activos.

Una vez realizado el análisis de estas teorías se procederá al estudio econométrico de las mismas analizando los datos obtenidos del tipo de cambio Euro/Libra y estimando modelos que se correspondan con las teorías.

Posteriormente, se interpretarán los resultados obtenidos con la modelización, seguido de una comparación de los modelos obtenidos y, finalmente se extraerán conclusiones.

## **2. TEORÍAS DEL TIPO DE CAMBIO**

En primer lugar se analizarán las teorías más relevantes sobre el tipo de cambio estudiadas a lo largo de la historia, que posteriormente serán objeto de análisis. El análisis de los modelos está respaldado por la publicación de Sosvilla, S. (2011).

### **2.1. TEORÍA DE PARIDAD DE PODER DE COMPRA (PPC)**

Esta teoría constituye uno de los modelos más sencillos para determinar el tipo de cambio. Se origina en la Escuela de Salamanca en el siglo XVI por unos teólogos y juristas interesados en el comercio internacional. Siglos más tarde, en países como Francia, Suecia e Inglaterra esta teoría despertó el interés y se reformuló, quedando como resultado la que hoy en día se estudia.

Se trata de una hipótesis que establece que el tipo de cambio entre monedas está en equilibrio cuando su poder de compra es el mismo en un país y en el otro, es decir, en cada uno de los países que se comparan. El tipo de cambio, por lo tanto, debe igualar el ratio del nivel de precios sobre una misma cesta de bienes y servicios.

Así, cuando los precios locales de un país aumentan el tipo de cambio debe depreciarse, de manera que se mantenga la paridad de poder de compra, es decir, que se puedan adquirir los mismos productos.

La base de PPC es la ley de un precio único, la cual explica que si resulta más barato comprar un bien en otro país, habrá incentivos para hacerlo, lo cual aumentará la demanda del bien en el país extranjero aumentando su precio hasta que se igualen con los precios del producto en territorio nacional. Obviando los costes de transporte y

transacción, los mercados competitivos deben igualar el precio de un bien idéntico en cada país cuando dicho precio está expresado en una misma moneda.

Basándonos en lo anteriormente explicado, a modo de ejemplo se puede observar que si un TV cuesta 750€ en España, para un tipo de cambio de 1,35 Euros/Libra, debería costar 555,55£. En el caso de que el TV no tenga estos precios, si por ejemplo cuesta 500£, la gente decidirá comprar en Inglaterra, dado que cuesta menos que en Europa (obviando costes de transporte y transacción). En consecuencia se producirá un aumento en el precio del TV en libras ya que aumenta la demanda en Reino Unido y, por consecuente, en el mercado de divisas se demandarán más libras para realizar la transacción y por tanto subirá el precio de la divisa equilibrando el mercado (ante condiciones de competencia perfecta) lo cual llevará a estabilizar los precios de acuerdo al tipo de cambio y volviendo a precios iniciales.

Como críticas a esta teoría podemos encontrar que los costes de transporte y los costes de transacción pueden ser significativos a la hora de tomar una decisión de compra y dicha teoría no los tiene en cuenta. También, los mercados deben ser competitivos en aquellos países que sean a los que se les aplique esta teoría.

### **2.1.1. Versiones de la teoría de la PPC: absoluta y relativa**

La teoría **PPC absoluta** se refiere a que el tipo de cambio debe ser igual al cociente de precios entre países. Se puede expresar como:

$$e = \frac{P}{P^I}$$

Si se toma logaritmos se puede llegar a la siguiente expresión:

$$\ln e = \ln p - \ln p^I$$

Siendo  $e$  el tipo de cambio expresado como el precio de una moneda nacional en unidad monetaria extranjera;  $p$  y  $p^I$  los niveles de precios nacionales y extranjeros respectivamente. Si se tiene en cuenta los valores tomados en el ejemplo anterior se puede medir el tipo de cambio en variables que estén en niveles, quedando de la siguiente forma expresado el tipo de cambio:

$$e = \frac{P_{EURO}}{P_{LIBRA}} = \frac{750}{555,55} = 1,35 \text{ Euro/Libra}$$

En el caso de que se desvíe a 1,20 €/£, la demanda de divisas para adquirir el producto hará que el mercado de divisas impulse los precios de la libra a la alza y se depreciará el euro hasta que llegue el tipo de cambio a 1,35 otra vez. Por tanto, se observa que a mayor nivel de precios nacionales en relación con precios extranjeros, mayor debe ser  $e$ .

La teoría **PPC relativa** considera las variaciones temporales de las variables que toma la teoría PPC absoluta, esto quiere decir que el ratio de apreciación de una moneda es igual a la diferencia entre las inflaciones del otro país con el local, siendo la inflación la variación del índice de precios. Tomando diferenciales respecto al tiempo en la ecuación de la PPA absoluta obtenemos lo siguiente:

$$\frac{\partial e}{\partial t} = \frac{\partial p}{\partial t} - \frac{\partial p^f}{\partial t} \rightarrow \sigma = \pi - \pi^f$$

Siendo  $\sigma$  la variación porcentual en el tipo de cambio, mientras que  $\pi$  y  $\pi^f$  indican, respectivamente, las variaciones porcentuales en el nivel de precios de las economías nacional y extranjera (es decir, sus tasas de inflación).

De esta manera se establece que si la tasa de inflación nacional excede la extranjera, se requiere un aumento del tipo de cambio para mantener el poder de compra de la moneda nacional (es decir, una depreciación de la moneda nacional). Por ejemplo si la inflación de Europa es de un 1% y la de Reino Unido es un 3%, la libra se depreciará contra el euro en un 2% por año según esta teoría.

Se debe tener en cuenta que la PPC es una teoría que refleja cambios en el tipo de cambio a largo plazo. Según esta, las fuerzas de mercado igualarán el poder de compra de las distintas monedas en un horizonte medio de 4 a 10 años.

El enfoque monetario de la PPC enfatiza las condiciones monetarias relativas entre la economía nacional y la extranjera, lo cual supone algún tipo de neutralidad del dinero en el largo plazo: una variación de la oferta de dinero en un país (sin que cambie la oferta de dinero en el otro país) origina variaciones proporcionales en las variables nominales de ese país, incluido el tipo de cambio. Desde esta perspectiva, la PPA puede concebirse como una implicación de la proposición de neutralidad del dinero.

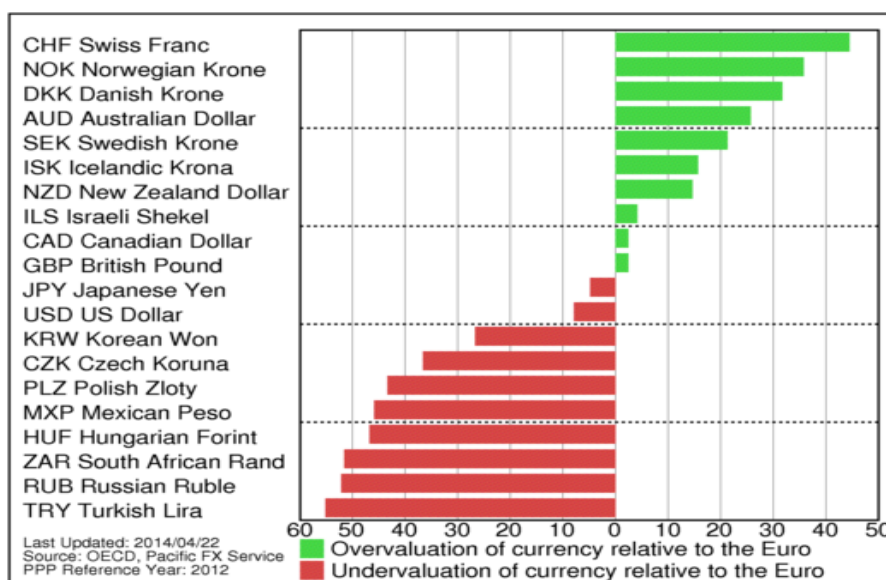
Para calcular el tipo de cambio teórico entre dos países se compara el precio de un bien estándar que es idéntico en ambos países. Todos los años se publica en revistas económicas una versión de la PPC: el “*Hamburger Index*”, que comprara el precio de una hamburguesa de McDonald’s en todo el mundo. Otras versiones más sofisticadas tienen en cuenta un mayor número de bienes y servicios.

Cabe destacar que uno de los principales problemas de este método es que los consumidores no se comportan de igual manera en todas partes del mundo.

Para saber si una moneda está sobrevalorada o infravalorada según esta teoría en primer lugar se compara el tipo de cambio relativo actual entre la moneda observada y el resto, y se diseña un gráfico comparativo. Este gráfico es actualizado periódicamente para reflejar los cambios ocurridos e incluso se revisa una vez al año para reflejar las nuevas estimaciones de la PPC.

Las estimaciones PPC son llevadas a cabo por estudios de la “*Organización para la Cooperación y Desarrollo Europeo*” (OCDE). Sin embargo, estas estimaciones pueden estar sesgadas, dado que existen diferentes métodos de cálculo de la PPC, por lo que existen diferentes resultados. Antweiler (2001)

Gráfico 2.1: Sobrevaloración/Infravaloración del Euro



La realidad empírica muestra que en el tipo de cambio existen fluctuaciones prolongadas en el tiempo, con desviaciones respecto a medias a largo plazo basadas en la PPC. Científicos como Froot y Rogoff, Kenneth y Kenneth, analizaron diferentes



artículos con distintas técnicas de estimación concluyendo en que el proceso de ajuste suele durar entre tres y cinco años.

Económicamente se puede distinguir entre el corto y el largo plazo. En el primero hay costes de transporte e información que pueden dificultar la formación de los precios de la divisa hasta hacerlo imposible, y esta teoría no los tiene en cuenta. También se debe considerar que los tipos de cambio y los precios de los bienes y servicios están determinados en distintos mercados, siendo el segundo no tan flexible como el de los activos financieros. Debido a esto, existe una diferencia en velocidad de ajuste entre los distintos mercados, lo cual puede explicar las desviaciones observadas a corto plazo en relación con la tendencia a largo plazo seguida. Por otro lado, se deben considerar las expectativas de los consumidores, dado que en este tipo de mercados las diferentes noticias que surjan pueden influir en desviaciones de la PPC.

A largo plazo se aprecia un posible sesgo en productividad. Balassa y Samuelson realizaron estudios que sostenían que puede haber cierta influencia de la productividad sectorial en lo que refiere a los niveles de precios, ocasionando cambios en los mismos, y que por tanto generan discrepancias en las tendencias del tipo de cambio respecto a la PPC. Esto se debe a que existe distinto nivel de precios en economías altamente productivas en comparación con economías con baja productividad.

Por otro lado, existen otros factores, como cambios en la estructura de precios en las economías nacional y extranjera, o comportamientos no competitivos en los mercados, o diferenciación de productos o restricciones comerciales que también podrían explicar la discrepancia de la PPC con el tipo de cambio real.

## **2.2. MODELOS ESTRUCTURALES**

Al hablar de modelos estructurales se está hablando de modelos más completos y desarrollados que el explicado anteriormente, dado que tiene en cuenta más variables para la determinación del tipo de cambio. Se encuentran el modelo de flujos y los modelos de activos. García, P. (2013) y Herrarte, A. (2013).

### **2.2.1. Modelo de equilibrio de flujos:**

La teoría fue desarrollada en 1951 por Meade, y establece que el tipo de cambio queda determinado por la oferta y demanda de divisas teniendo en cuenta los movimientos

internacionales de bienes y servicios, y los movimientos de capital. Dando mayor peso a los movimientos de bienes que a los movimientos de capitales.

Este modelo se basa en que las variaciones de los tipos de cambio tienen por objeto equilibrar la oferta y demanda de divisas que se originan a causa de los flujos internacionales de bienes y servicios (importaciones y exportaciones), asumiendo que se cumple la condición de *Marshall-Lerner*, la cual dice que si la suma de elasticidades-precio de las demandas de exportaciones e importaciones es mayor a la unidad se asegura estabilidad de los mercados cambiarios.

El equilibrio viene determinado por la balanza de pagos, especialmente la balanza comercial, que es denominada T, siendo una función de las tres variables siguientes:

$$BP = T\left(\frac{eP^I}{P}, Y, Y^I\right) = 0$$

Donde  $(eP^I)/P$  es el tipo de cambio real,  $Y$  e  $Y^I$  son los niveles de renta de la economía nacional y extranjera, respectivamente.  $BP=0$  es el saldo de la balanza de pagos equilibrado, que en este caso coincide con la balanza comercial, T.

De esta manera, si se despeja el tipo de cambio, depende de las siguientes variables:

$$e = e(P, P^I, Y, Y^I)$$

En el caso del nivel de producción se sabe que al aumentar la producción nacional, el tipo de cambio aumentará. Esto se debe a que al aumentar  $Y$  se producirá un empeoramiento de la balanza por cuenta corriente que requerirá una depreciación de la moneda para retornar al equilibrio. Caso contrario pasa con el nivel de producción internacional.

Por otro lado, lo que respecta a nivel de precios se puede decir que si aumentan los precios nacionales se requerirá una depreciación de la moneda nacional para compensar dicho aumento.

A partir de lo anterior, se puede estimar el siguiente modelo:

$$e = \gamma_1 + \gamma_2 \left(\frac{P}{P^I}\right) + \gamma_3 \left(\frac{Y}{Y^I}\right)$$

Según este modelo la moneda nacional se deprecia si disminuye el precio relativo de los bienes y servicios nacionales  $P$ , si aumenta la renta nacional  $Y$  o si disminuye la renta externa  $Y^l$ . La moneda nacional se apreciará si disminuye  $P$ , aumenta  $Y^l$  o disminuye  $Y$ .

Para este modelo se puede determinar que los signos de los parámetros de posición, es decir, de los  $\gamma$  que acompañan a las variables, son positivos para el cociente de precios y para el cociente de rentas también.

*Mundell y Fleming* extendieron este modelo incorporando la influencia de las tasas de tipos de interés nacional e internacional ( $i, i^l$ ). El modelo queda reflejado de la siguiente manera:

$$BP = T\left(\frac{eP^l}{P}, Y, Y^l\right) + K(i - i^l) = 0$$

Gracias a su aportación, se logró determinar el tipo de cambio como un equilibrio entre los mercados de bienes y servicios, y el mercado de dinero en un ámbito internacional. De esta manera queda el tipo de cambio determinado por las siguientes variables:

$$e = f(y, y^l, i, i^l, M, M^l, P, P^l)$$

Según este modelo se puede decir que la moneda interna se deprecia, si aumenta el nivel de producción, descienden el nivel de precios internacional  $P^l$ , disminuye el nivel de renta internacional  $Y^l$ , aumenta la oferta real monetaria interna  $M$  o aumenta el tipo de interés internacional  $i^l$ . La moneda nacional se aprecia si disminuye la producción, aumenta  $P^l$ , aumenta  $Y^l$ , disminuye la oferta real monetaria nacional o disminuye el  $i^l$ .

Este modelo permite que haya déficit por cuenta corriente permanente siempre y cuando  $i > i^l$  y se dé una entrada neta de capital. Por otro lado, en 1971 se da la ruptura del sistema de Bretton Woods, es decir, se puso fin al patrón dólar y se inició la libre flotación de las monedas. La fuerte volatilidad de las monedas y el incremento de los movimientos de capital provocan que este enfoque teórico deje de ser eficaz para explicar la evolución de los tipos de cambio, lo cual lleva a adoptar nuevos enfoques como los que se detallarán a continuación.

### **2.2.2. Modelos de activos**

Bajo este enfoque, las divisas son activos financieros y por tanto se equipara la evolución del tipo de cambio a la de cualquier activo financiero cuyo precio se determina en un mercado eficiente.

En estos modelos se da mayor importancia a los movimientos de capital ya que acentúan el papel de la cuenta de capital en la balanza de pagos, sosteniendo que el tipo de cambio varía con el fin de equilibrar la demanda internacional de fondos de activos. También se tienen en cuenta las expectativas de los agentes económicos y, por otro lado, los cambios en estas expectativas respecto al valor del tipo de cambio provocan fuertes variaciones del tipo de cambio, lo cual indica una alta volatilidad a corto plazo.

Los modelos que existen son los conocidos como modelos monetarios (con precios rígidos y precios flexibles) y los modelos de equilibrio de cartera (lo cual indica una composición óptima para una cartera de inversión).

Los modelos de activos están basados en la hipótesis de movilidad perfecta de capitales, ya que las carteras de los agentes se ajustan rápidamente a su composición deseada.

Caben destacar las diferencias entre los diferentes modelos, siendo el enfoque monetario el que tiene en cuenta que los activos son sustitutivos perfectos, lo que implica que los tenedores de los activos son indiferentes entre activos denominados en diferentes monedas siempre y cuando sus rendimientos esperados sean los mismos; y por otro lado el enfoque de cartera considera que los activos denominados en distintas monedas no son perfectamente sustitutivos, ya que existe una prima de riesgo que implica volatilidad a corto plazo.

A continuación se procede a analizar estos dos tipos de modelos.

### **2.3. MODELOS MONETARIOS:**

Dado que el tipo de cambio es el precio de una moneda expresada en términos de la moneda de otro país, éste se determina para equilibrar las ofertas y demandas monetarias de ambos países.

Los modelos monetarios de determinación de tipo de cambio se presentan bajo dos versiones alternativas: el modelo monetario de precios flexibles y el modelo monetario de precios rígidos.

Las variables que tienen en cuenta los modelos monetarios son las ofertas monetarias de cada país, los niveles de precios, los niveles de producción o renta de una economía y los tipos de interés.

Las premisas en las que se basan son las siguientes: el mercado de divisas es un mercado eficiente, existe movilidad perfecta de capitales, sustituibilidad perfecta de activos y se cumple la paridad de poder adquisitivo a largo plazo (en modelos de precios rígidos) y a corto plazo (sólo en modelos de precios flexibles).

### **2.3.1. Modelo monetario de precios flexibles**

El modelo monetario de precios flexibles fue diseñado por Frenkel en el año 1976 y perfeccionado por Bilson dos años más tarde, y hace referencia a que un aumento de tipo de interés incrementa el tipo de cambio y deprecia la moneda nacional. Los aumentos en el tipo de interés interno son originados por un aumento de la tasa de inflación esperada. Por ejemplo, dada la PPA, el aumento de la tasa de inflación se traduce en un aumento de la depreciación esperada en la moneda interna. Esta depreciación provoca una disminución de la demanda de la moneda en el mercado de divisas, traduciéndose en una depreciación inmediata de la moneda doméstica.

Este modelo se expresa de la siguiente forma:

$$\ln e = \alpha(m - m^I) - \omega(y - y^I) + \beta(i - i^I)$$

Donde  $e$  es el tipo de cambio;  $(m - m^I)$  y  $(y - y^I)$  representan, respectivamente, las diferencias logarítmicas en la cantidad de dinero y en la producción real entre la economía nacional y la extranjera;  $(i - i^I)$  es el diferencial en el tipo de interés nominal entre ambas economías; y  $\alpha$ ,  $\omega$  y  $\beta$  denotan, respectivamente, la elasticidad de diferencia de demandas de dinero, los saldos de la producción real y la semielasticidad de saldos respecto al tipo de interés.

Los efectos que señala este modelo, teniendo en cuenta que se busca el equilibrio, son:

1. Un incremento en la oferta monetaria en la economía nacional eleva inmediatamente los precios nacionales en misma proporción, y, dada la PPC, aumentaría el tipo de cambio en dicha proporción.
2. Un aumento en la renta local daría lugar a un exceso de demanda de divisas que, dada la oferta estática, produciría un aumento en los precios locales en misma proporción, y dada la PPC, disminuiría el tipo de cambio.
3. Una subida del tipo de interés nacional, que refleja expectativas de inflación, reduciría la demanda de saldos reales (demanda de dinero líquido) elevaría los precios y depreciaría la moneda.
4. Variaciones en las variables extranjeras tendrían efectos contrarios a los anteriores apreciándose nuestra moneda.

Cabe señalar el hecho de que, aunque el enfoque monetario se centra en el equilibrio en el mercado de dinero, las alteraciones de variables reales (por ejemplo en las exportaciones netas o en el comportamiento del consumo) quedan reflejadas en la variable de renta real relativa ( $Y - Y^f$ ). Si tales alteraciones afectan a la renta real, generarán variaciones en la demanda de saldos reales y tendrán un efecto predecible en el tipo de cambio. Por otro lado, el tipo de cambio también depende de los valores esperados, así, si los agentes prevén un aumento relativo de la oferta monetaria interna aunque aún no se haya producido, se provocará una depreciación de la moneda interna.

### 2.3.2. Modelo monetario de precios rígidos

El modelo monetario de precios rígidos, diseñado en 1979 por *Dornbusch* y *Frankel*, supone que los precios solo responden gradualmente a un exceso de demanda u oferta en los mercados de bienes. Así, expresa que un aumento del tipo de interés interno provoca una bajada del tipo de cambio, es decir, una apreciación de la moneda nacional. Los aumentos del tipo de interés son originados por un descenso de la oferta monetaria nominal (si los precios son fijos, la oferta real disminuye); el aumento del tipo de interés atrae capital extranjero que aprecia la moneda nacional.

En la formulación de Frankel (1979):

$$\ln e_t = \alpha(m - m^f)_t - \phi(y - y^f)_t - \frac{1}{\theta}(i - i^f)_t + \left(\frac{1}{\theta} + \lambda\right)(\pi - \pi^f)_t$$

Donde, además de las variables anteriormente consideradas en el modelo monetario de precios flexibles, intervienen  $(\pi - \pi^f)$  y  $\theta$  que representan, respectivamente, el diferencial en la tasa de inflación entre la economía nacional y la extranjera y el grado de ajuste en los mercados de bienes, es decir, cambios entre el tipo de cambio actual y cambios en el tipo de cambio a largo plazo. Si aumenta  $\theta$  la velocidad de ajuste es mayor.

Como se aprecia en esta expresión, y a diferencia con la ecuación resultante en el modelo con precios flexibles, el efecto esperado del tipo de interés sobre el tipo de cambio es negativo, debido a que, mientras un mayor diferencial de tipos de interés nominales reflejaría, en el modelo de precios flexibles, un mayor diferencial de las tasas de inflación esperadas, que llevaría (por el supuesto de PPC) a una depreciación del tipo de cambio, significaría un incentivo a la entrada de capitales que generaría a bajada del tipo de cambio.

### **2.3.3. Modelos de equilibrio en cartera**

A diferencia de los modelos comentados anteriormente, los modelos de equilibrio de cartera se basan en el supuesto de que los activos intercambiables, nominados en distintas monedas, no son perfectamente sustituibles principalmente debido a que existe prima de riesgo. También puede deberse a la existencia de riesgo cambiario, diferente valoración de riesgo político y solvencia de los activos financieros denominados en distintas monedas, o a la presencia de controles de capital, entre otras razones.

También consideran que el tipo de cambio incide en el mercado monetario, el mercado de bonos y el mercado de bienes y servicios.

A corto plazo el nivel de producción se considera dado ya que el ajuste en el mercado de bienes sigue un proceso lento. Entonces, el tipo de cambio se determina en función del equilibrio entre el mercado de dinero y de bonos.

Al existir diferentes comportamientos de los agentes, un cambio en sus preferencias respecto a las tenencias de activos nominados en diferentes monedas provoca la redistribución de la riqueza entre países modificando las demandas relativas de activos y alterando su precio (tipo de cambio), lo cual se conoce como *efecto cartera*.

Además, se considera el saldo de la cuenta corriente puesto que esta recoge las transferencias de riquezas entre países.

Por último, estos modelos asumen que los agentes de diferentes países sólo mantienen dinero doméstico.

Los dos modelos más desarrollados de esta teoría son el modelo básico a corto plazo y el modelo de Branson.

El primero determina el tipo de cambio bajo las hipótesis anteriormente nombradas, que son: los activos están denominados en diferentes monedas y no son sustitutos perfectos; solo se consideran dos países, cada uno se especializa en un único bien que produce y exporta; los costes de transacción son reducidos y permiten redistribuir la cartera de los agentes y por último, los mercados de activos se ajustan rápidamente.

El segundo modelo establece que los residentes nacionales pueden distribuir su riqueza financiera entre tres tipos de activos financieros: dinero nacional ( $M$ ), bonos nacionales ( $B$ ) y bonos extranjeros ( $B^I$ ). Dadas las características del dinero, este no proporciona ninguna rentabilidad, caso contrario ocurre con las tasas de rendimiento nominal de los bonos nacional y extranjero,  $i$  e  $i^I$ , respectivamente.

Este modelo también supone que los activos nacionales ( $M$  y  $B$ ) son propiedad de residentes nacionales, mientras que los residentes extranjeros sólo mantienen activos extranjeros. Por otro lado, los stocks de  $M$ ,  $B$  y  $B^I$  en manos de residentes nacionales se suponen dados en cada momento del tiempo.

Así se expresa el tipo de cambio teniendo en cuenta el equilibrio en los mercados de dinero, bonos nacionales y bonos extranjeros:

$$e = \gamma_1 + \gamma_2 M + \gamma_3 B - \gamma_4 B^I + \gamma_6 i^I$$

En esta ecuación el tipo de cambio ajusta el valor de los activos financieros en las carteras de inversores nacionales al nivel óptimo para los agentes, dados los tipos de interés y los stocks de activos.

Sobre este modelo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Un aumento de la masa monetaria ( $M$ ) en la economía nacional aumentaría la riqueza financiera y la proporción de riqueza mantenida en este activo. Al tipo de interés y tipo de cambio iniciales, las carteras de los agentes no estarían de acuerdo



con las proporciones deseadas ya que se desearía redistribuir la riqueza entre bonos nacionales y extranjeros. Como el tipo de interés internacional  $i^f$  se supone exógeno y constante, los inversores nacionales reasignarán sus carteras y estas operaciones harán que el tipo de interés nacional caiga y se produzca una subida del tipo de cambio.

2. Un aumento en el stock de bonos nacionales ( $B$ ) tiene efecto incierto sobre el tipo de cambio. Esto se debe a que por una parte el aumento de riqueza incrementaría la demanda de bonos extranjeros, dando lugar a una subida del tipo de cambio, pero por otra parte un incremento de producción nacional generaría una subida en el tipo de interés nacional, haciendo menos atractivos los bonos extranjeros y causando un efecto rebote sobre los nacionales.
3. Un incremento en el stock de bonos extranjeros en manos de residentes nacionales no alteraría los stocks de dinero o bonos nacionales, por lo que el tipo de interés nacional no variaría. En el caso de que el tipo de cambio permaneciese constante, un aumento en  $B^f$  produciría una subida de stock de bonos extranjeros que, a su vez, haría que se incrementase la riqueza o producción nacional. Esto se traduciría en un aumento de demanda de dinero y de bonos nacionales, y como no puede aumentar la riqueza para abastecer la demanda, se produciría una reducción del tipo de cambio para que se mantenga el equilibrio.
4. Un aumento en el tipo de interés extranjero daría lugar a un exceso de demanda de bonos extranjeros y un exceso de oferta tanto de dinero como de bonos nacionales, al disminuir la proporción deseada de riqueza mantenida en activos financieros nacionales y aumentar la fracción deseada en activos denominados en moneda extranjera, generaría una depreciación de nuestra moneda.

Dado que este modelo supone que los residentes extranjeros solo tienen dinero y bonos extranjeros y no nacionales, se complica la estimación de una regresión con estas variables puesto que son difíciles de medir.

Según estudios de *Meese* y *Rogoff*, que examinaron el poder predictivo extramuestral de las distintas versiones de los modelos de activos y las compararon con el modelo del paseo aleatorio, llegaron a la conclusión de que éste último es mejor predictor que cualquiera de los modelos considerados en cualquiera de los horizontes temporales examinados (a corto plazo).

Posteriormente se restringieron los valores de los coeficientes de los modelos de acuerdo con las hipótesis sugeridas por la teoría, lo que les llevó a confirmar sus resultados y a concluir que el mal funcionamiento de los modelos no se debía a problemas de estimación sino de especificación, es decir, por los propios supuestos en los que se basan dichos modelos.

Cuando se estudia la evolución temporal del tipo de cambio se encuentra que los movimientos del mismo pueden seguir tanto una tendencia permanente a largo plazo como también presentar perturbaciones transitorias. Además, puede haber grandes discrepancias entre la evolución de los tipos de cambio de equilibrio a corto plazo con los tipos de cambio de equilibrio a largo plazo.

### **3. ESTUDIO EMPÍRICO**

A continuación se realizará la estimación de los modelos planteados en el apartado primero con datos reales para poder tratar de explicar el tipo de cambio euro-libra. Para poder llevarlo a cabo, en primer lugar se realizará un análisis de las variables que recogen la información necesaria para plantear dichos modelos. Una vez explicadas las variables, se procederá a estimar los modelos y analizar sus prioridades, obteniendo conclusiones. Por último, se realizará una comparación entre los modelos planteados en términos de su capacidad predictiva.

Las bases de datos consultadas para obtener los mismos han sido el Eurostat, el Banco de Inglaterra y la página de internet DatosMacro, referenciadas en el Anexo II.

#### **3.1. VARIABLES**

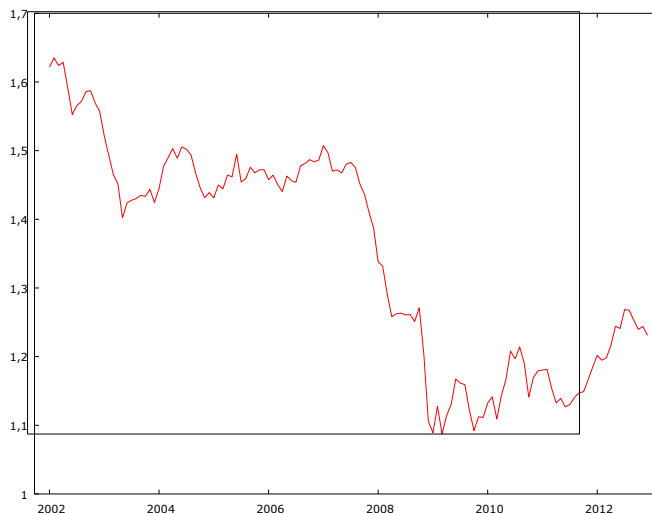
Dados los modelos planteados anteriormente, las variables a analizar, tanto en Europa como en Reino Unido, serán: el tipo de cambio, índices de precios, niveles de inflación, niveles de producción, masa monetaria y tipos de interés.

##### **3.1.1. Tipo de cambio**

La variable tipo de cambio hace referencia al tipo de cambio nominal medio en el mercado cambiario expresado en Euros por Libra. Los datos han sido calculados mediante una media aritmética mensual o trimestral, según corresponda, de los tipos de cambio registrados en el período en el que se realiza el estudio, es decir, entre 2002 y 2012.

Estos datos han sido obtenidos del Banco Central Europeo; siendo el tipo de cambio registrado como Libra/Euro, el cual ha sido modificado mediante el cálculo del tipo de cambio directo expresado como “e” para su estudio, obteniendo €/£.

*Gráfico 3.1: Tipo de cambio euro/libra*



Como se puede apreciar en el gráfico, en los últimos años el tipo de cambio €/£ ha disminuido, es decir, que el Euro se ha apreciado o la Libra se ha depreciado.

Estadísticos principales, usando las observaciones 2002:01 - 2012:12 para la variable e\_mensual (132 observaciones válidas)

Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv. Típica.
1.34864	1.42894	1.08735	1.63506	0.159516

Con los estadísticos principales de esta serie podemos ver que se alcanzó un máximo de 1,6350 €/£ entre 2002 y 2003, lo cual se puede deber a que el Euro no era una moneda fuerte ya que se había formado en fechas no muy anteriores a ese período. Por otro lado, con el paso de los años vemos que se llegó a un mínimo de 1,0873 €/£, hacia 2009.

El hecho de que una moneda se aprecie quiere decir que la otra moneda se deprecia. Esto supone una ventaja para poder importar desde ese país pero por otro lado supone una gran desventaja ya que las exportaciones se encarecen y por lo tanto disminuyen, haciendo que los países que utilizan ese tipo de moneda pierdan competitividad.

### **3.1.2. Índices de precios e Inflación**

El índice de precios global de un país o región viene indicado por “IPC” o “Índice de Precios al Consumo”, el cual índice mide la evolución del conjunto de precios de los

bienes y servicios que consume la población residente en un país. Es útil para los consumidores, ya que les permite contrastar si los incrementos en el precio de los bienes son equiparables al aumento en sus salarios, es decir, si pueden comprar la misma cantidad de bienes. En términos macroeconómicos es una medida importante que permite medir del nivel de inflación de un país.

Dada la cantidad de bienes y servicios existentes en los mercados actuales, resultaría imposible registrarlos todos, por lo que para el cálculo del IPC se tiene en cuenta una cesta de bienes y servicios dividida en grupos y subgrupos, englobando aquellos bienes más habituales y relacionados con la economía familiar. Posteriormente se ponderan estos bienes según la parte de la renta que se destina a ellos.

Para su estudio se han seleccionado datos procedentes de la fuente EUROSTAT, tanto para el caso de la Unión Europea como Reino Unido. Cabe destacar que desde enero de 2010 ha habido un cambio metodológico en el cual existe un nuevo tratamiento de los productos estacionales que componen la cesta. Por otro lado, estos datos incluyen información de los 15 estados miembros de UE hasta el 30 de Abril de 2004, pasando a ser 25 estados miembros desde el 1 de Mayo de 2004 y 27 desde el 1 de Enero de 2007. Por último, el año base es 2005, es decir, en 2005 el IPC era de 100 puntos. También es importante añadir que los datos se encuentran armonizados, lo cual indica que las técnicas de medición aplicadas han sido las mismas en todos los países, por lo que es posible su comparación.

Como se ha comentado anteriormente, el cálculo del IPC es importante para la obtención de las tasas de inflación. La inflación es el crecimiento continuado y generalizado de los precios de bienes y servicios, por tanto, es posible su cálculo a partir de la evolución del IPC. Cuanto más crecen los precios, menos cantidad de productos se pueden obtener con la misma cantidad de dinero.

Dado que los índices están armonizados, es posible el cálculo de la inflación, denotada como  $\pi$ , con la siguiente fórmula:

$$\pi = \frac{IPC_t - IPC_{t-12}}{IPC_{t-12}} \times 100$$

Siendo  $IPC_t$  el índice de precios del año que se quiere calcular, e  $IPC_{t-12}$  el índice de precios del año anterior. De esta manera se calcula la inflación de cada región.

*Tabla 3.1: Estadísticos relevantes del IPC*

<b>Estadístico</b>	<b>Unión Europea</b>	<b>Reino Unido</b>
Media	2,1247	2,4581
Mínimo	-0,64534	0,61646
Máximo	4,0480	5,2481
Desv. Típica	0,80088	1,0703

A efectos comparativos la inflación en Reino Unido se ha situado algo por encima que la de la Unión Europea, pero las medias son parecidas y giran en torno al 2%.

### **3.1.3. Producción**

Para poder medir el nivel de producción de una economía se atiende al PIB (Producto Interior Bruto) que mide el valor monetario del conjunto de bienes y servicios finales producidos dentro de un país o región. Su cálculo se obtiene de la contabilidad nacional mediante varios procedimientos y se publica trimestralmente.

Para los modelos econométricos a estudiar se necesitan el PIB de la Unión Europea y el PIB de Reino Unido. Dado que un país como Inglaterra no es directamente comparable con una región como Europa, se procederá a obtener información del PIB per cápita para ambas zonas. El PIBpc indica la relación que hay entre la producción de un país o región y la población de dicho país o región.

Los datos han sido obtenidos también de EUROSTAT y tienen periodicidad trimestral.

*Tabla 3.2: Estadísticos relevantes de la Inflación*

<b>Estadístico</b>	<b>Europa</b>	<b>Reino Unido</b>
Media	6656,8	5692,3
Mínimo	5800,0	4535,9
Máximo	7100,0	7264
D. Típica	434,23	669,98

A efectos comparativos se puede ver que Inglaterra presenta mínimos y máximos mayores a los de Europa, además de tener una mayor desviación en los datos.

### 3.1.4. Masa monetaria

La oferta monetaria hace referencia a la cantidad de dinero en circulación en la economía de un país o región. El cálculo y control de esta cantidad lo lleva a cabo el banco central.

La variable seleccionada para el estudio es M4, y contiene información agregada de todas las monedas físicas, cuentas bancarias, cantidades en cuentas corrientes, cuentas de ahorros, certificados de depósitos, depósitos en moneda extranjera y todos los instrumentos líquidos y poco líquidos que se encuentren en el país.

En el caso de Europa, no se ha tenido en cuenta cada país del continente, sino la cantidad total. Los datos, en precios constantes, han sido obtenidos de la base de datos de EUROSTAT, con periodicidad mensual calculados en millones de euros.

*Tabla 3.3: Estadísticos relevantes de M4*

<b>Estadístico*</b>	<b>Europa</b>	<b>Reino Unido</b>
Media	6453.2	16076
Mínimo	3190.3	9494.6
Máximo	9233.4	22138
Desv. Típica	1902.4	4449

*\*Datos en miles*

A efectos comparativos se puede decir que Reino Unido presenta una mayor cantidad de M4 que Europa.

### 3.1.5. Tipos de interés

Los tipos de interés han sido obtenidos de la base de datos del Banco Central Europeo. Se trata de tipos de interés anuales, expresados mensualmente en porcentajes. Para su cálculo se ha obtenido como nivel de referencia una media de diversos tipos de instrumentos financieros tomando como tipo de interés de referencia el interés a 10 años de un Bono del Estado.

*Tabla 3.4: Estadísticos relevantes de los tipos de interés*

Estadístico	EU	UK
Media	2,6566	2,7943
Mínimo	0,5493	0,5900
Máximo	5,3932	5,4000
D. Típica	1,2195	1,5780

A efectos comparativos podemos apreciar que la media del tipo de interés es sensiblemente inferior en UE, al igual que sus valores máximos y mínimos alcanzados.

### 3.2. ESTIMACIÓN DE MODELOS

Cuando se plantea un modelo económico normalmente se tienen en cuenta una serie de hipótesis iniciales. Estos modelos establecen relaciones entre variables, pero no siempre concretan la forma funcional, son teóricos, por lo que se debe completar dicha forma. Un modelo econométrico es un modelo económico con las especificaciones necesarias para su aplicación empírica, ya que identifica las variables fundamentales y les da una forma funcional determinada.

Antes de estimar los modelos es conveniente describir qué tipos de datos se van a analizar y cuáles son los análisis que se van a llevar a cabo. Al ser variables con datos recogidos a lo largo del tiempo, nos encontramos con datos de series temporales.

Las series temporales pueden presentar problemas a la hora de medir las relaciones entre las variables que tengan dicha tendencia temporal, ya que puede haber relaciones espurias, es decir, que no tengan relación alguna. Las variables son consideradas series “no estacionarias” si presentan algún tipo de tendencia, ya sea determinista o estocástica. Por eso, antes de analizar si existe alguna relación entre dos o más series temporales, hay que analizar el tipo de tendencias que tienen para, posteriormente, ver si comparten alguna de estas tendencias. El análisis del orden de integración de las variables consta de un análisis gráfico de su serie, de su correlograma y un test ADF. Montero, R. (2013).

Dos variables no estacionarias cointegradas son aquellas cuya regresión presenta residuos estacionarios. Se debe medir el orden de integración de las variables, ya que, si son de diferente orden no se podrá estimar un modelo fiable.

Ante cualquier modelo econométrico debemos asegurarnos de que el modelo está bien especificado, es decir, que se encuentra bien planteado, ya que si no lo está puede haber problemas a la hora de interpretar los resultados. Para comprobar la buena especificación se realiza un contraste de hipótesis sobre el modelo, cuya hipótesis nula es una especificación correcta.

Una vez comprobado esto se debe tener en cuenta si los residuos se comportan como un ruido blanco, es decir, si son normales, sin autocorrelación ni heterocedasticidad. El hecho de que los residuos sigan un comportamiento normal es necesario para que el resto de contrastes realizados tengan validez.

Como se ha descrito anteriormente, nos encontramos con datos de serie temporal y estos suelen presentar una serie de problemas, los más habituales suelen ser rupturas estructurales y autocorrelación.

Se habla de rupturas estructurales cuando hay un cambio brusco en la tendencia de las variables, normalmente provocado por condiciones externas a las explicadas en la variable. Por ejemplo una bajada inesperada en el nivel de producción debido a una crisis.

Por otro lado la autocorrelación se entiende como la relación que tiene una variable con datos de la misma en el pasado, es decir, que lo que ocurre en un período tiene relación con lo que ocurrió en el pasado con la misma variable.

Como consideraciones generales a todos los modelos se puede destacar que todos los contrastes que se estudian se realizan con un nivel de significación del 5% y que se acepta la hipótesis nula de los mismos cuando el p-valor es superior a un 5%.

El período de estudio para todos los modelos es desde Enero de 2002 hasta Diciembre de 2012.

### **3.2.1. Modelo1: Teoría de Paridad de Poder de Compra**

El primer modelo a estimar es el resultante de la Teoría de Paridad de Poder de Compra, para la cual se ha seleccionado una muestra de 120 datos mensuales referentes al período de estudio. El modelo a estimar es el siguiente:

$$\sigma = \beta_0 + \beta_1.\pi + \beta_2.\pi^l + u$$

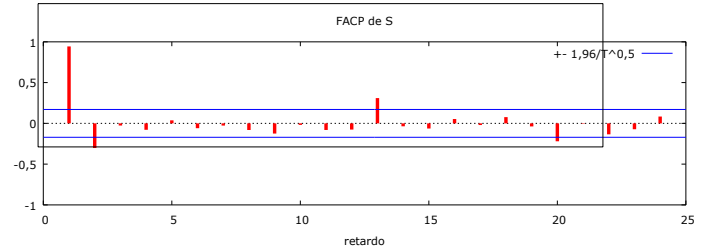
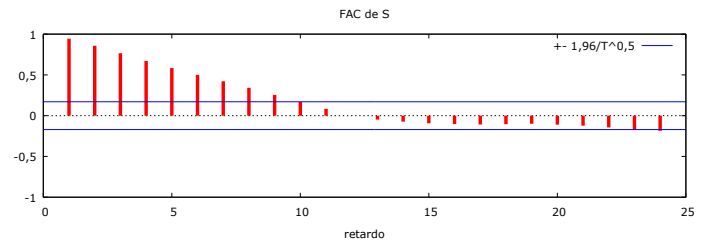
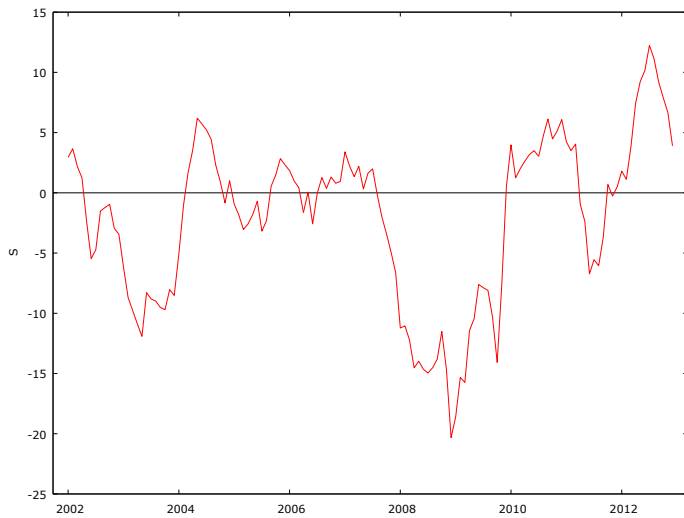
Las variables utilizadas para este modelo son: inflación europea (INF\_EU), inflación inglesa (INF\_UK) y crecimiento del tipo de cambio (S).

Como se ha comentado anteriormente, se debe realizar un estudio para ver si las variables están cointegradas. En primer lugar se verá el orden de integración de cada una de las variables, para ello se realiza un estudio gráfico de la variable y de su primera diferencia y, posteriormente, un *Test Aumentado de Dickey-Fuller*.

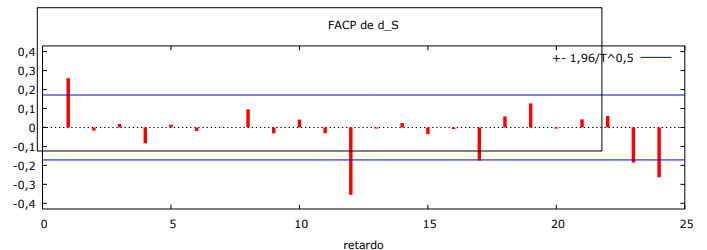
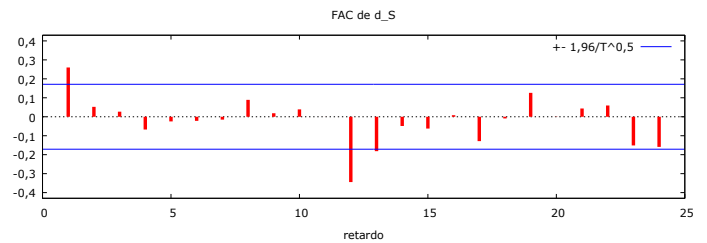
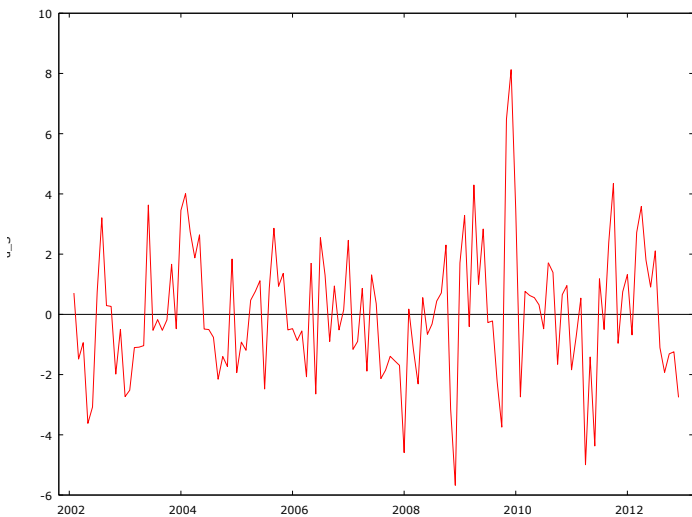
La variable *Crecimiento del tipo de cambio (s)* presenta los siguientes gráficos:



### 3.2 y 3.3: Gráfico y correlograma de $s$



### 3.4 y 3.5: Gráfico y correlograma de la primera diferencia de $s$



Para la variable  $S$  no se puede apreciar en su gráfico que tenga una tendencia clara, pero al ver su correlograma se puede decir que no es una serie estacionaria y que presentará al menos una raíz unitaria.

Para comprobarlo se aplicará el contraste de Dickey-Fuller. Este presenta las siguientes propiedades:

**$H_0$ : La serie al menos  $I(1)$ , tiene una raíz unitaria**

**$H_a$ : La serie es  $I(0)$ , estacionaria**

**Regla de decisión:**  $t(\text{tablas}) < t(\text{contraste})$

Si la  $t$  de tablas es inferior que la  $t$  del contraste, entonces se acepta la  $H_0$  al nivel de significación del 5%. Siendo el valor de la  $t$  en tablas  $-3,17$ . Las tablas obtenidas del

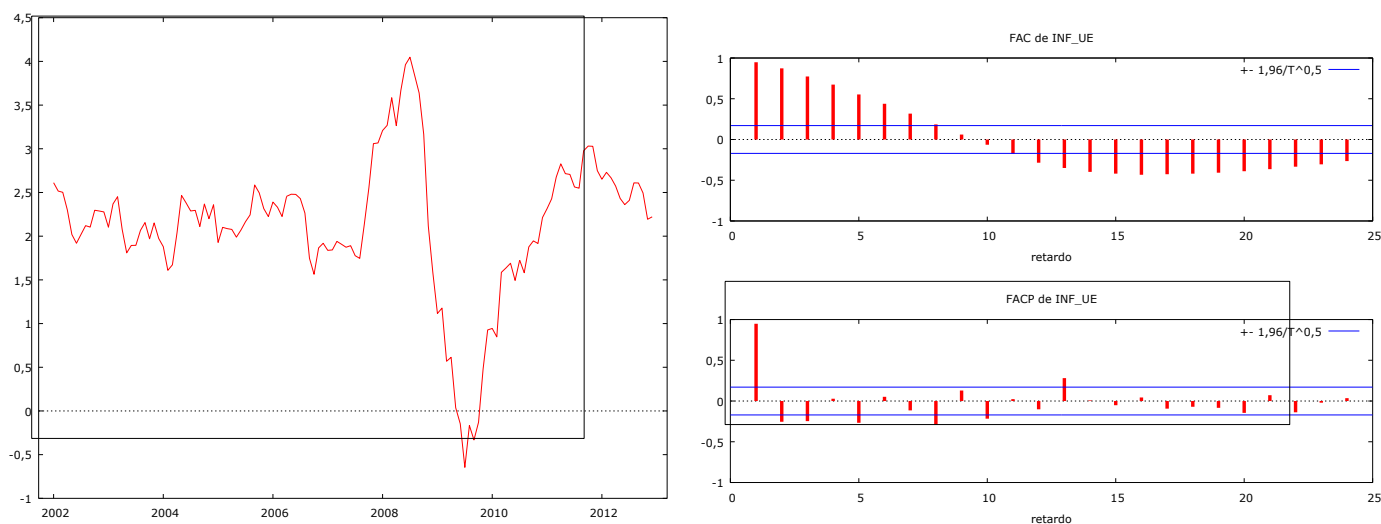
programa en las cuales se puede ver la información del contraste realizado para cada variable se encuentran, para todas las variables de todos los modelos, en el ANEXO I.

Una vez realizado dicho test, se obtiene que el estadístico de contraste es igual a -2,0523. Dado que es mayor al estadístico de comparación, se acepta la hipótesis nula y se dice que la variable  $S$  tiene al menos una raíz unitaria.

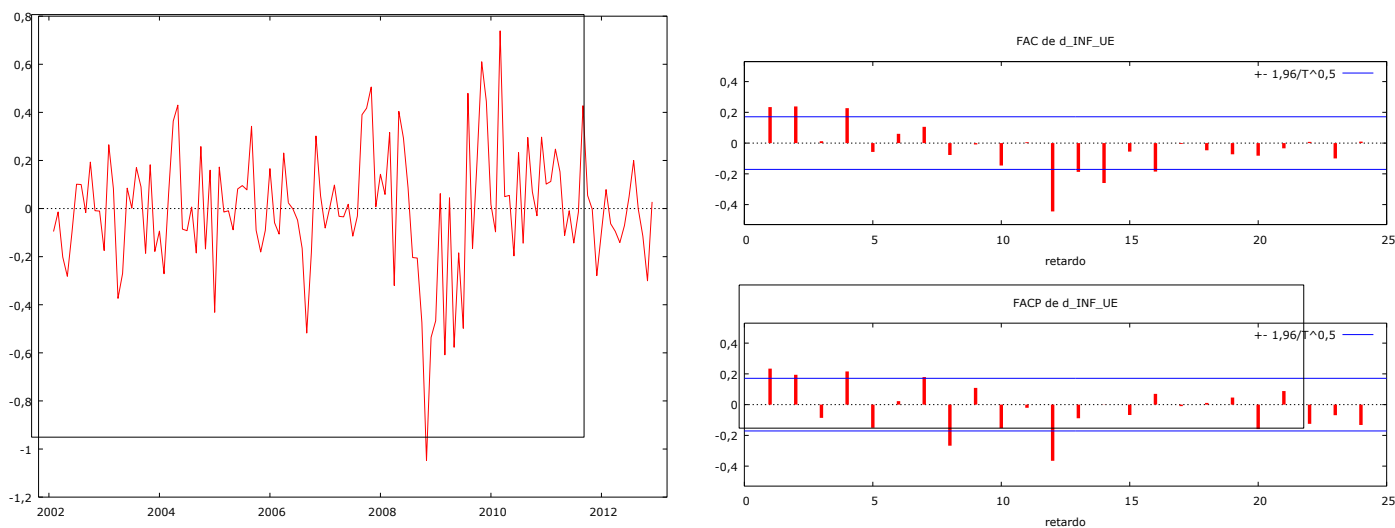
Si se realiza dicho test con la primera diferencia se obtiene que el estadístico es igual a -4,26799. Se rechaza la hipótesis nula y se concluye en que la variable  $S$  es una variable  $I(1)$  o integrada de orden 1.

Para la variable  $INF\_UE$  se debe realizar el mismo proceso para determinar su orden de integración. El estudio gráfico es el siguiente:

3.6 y 3.7: Gráfico y correlograma de  $INF\_UE$



3.8 y 3.9: Gráfico y correlograma de la primera diferencia de  $INF\_UE$

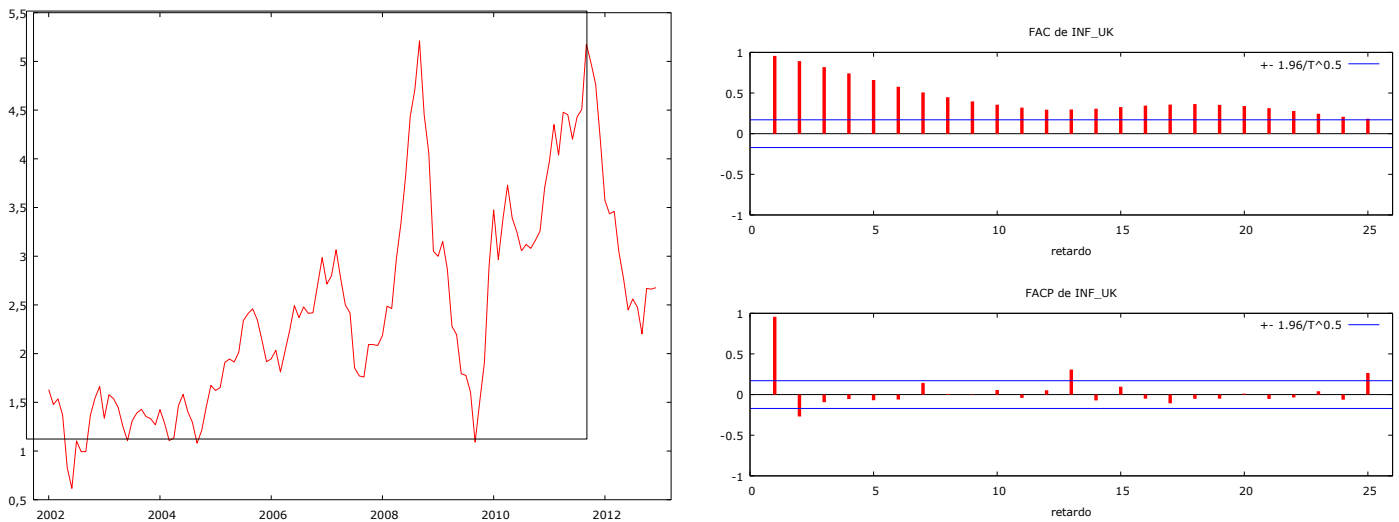


No se puede apreciar en los gráficos originales que haya tendencia. Sin embargo, el gráfico del correlograma permite observar que es una serie no estacionaria. Se completa realizando un análisis ADF, del cual se obtiene un estadístico de contraste igual a  $-2,54301$ . Esto lleva a aceptar la  $H_0$  y se dice que existe al menos una raíz unitaria.

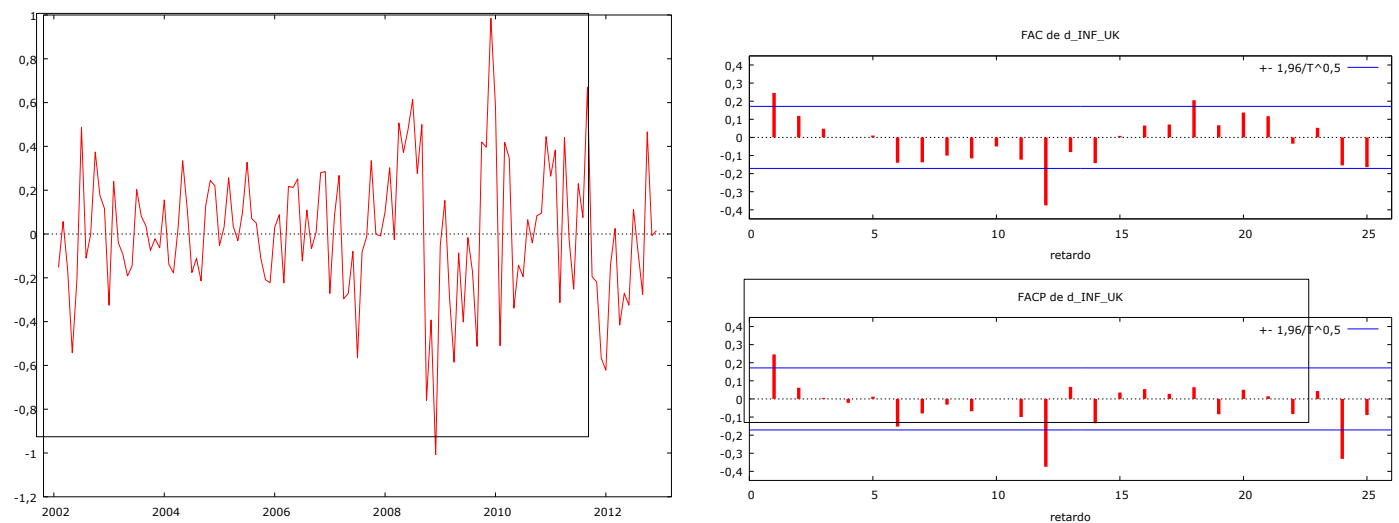
Si se observa en los gráficos de la primera diferencia, se puede decir que no existe tendencia ni constante y que la serie es estacionaria. Para concluir esto, se observa el test ADF, del cual se obtiene un estadístico de contraste igual a  $-4,70988$ . Puesto que es menor que el estadístico de comparación, rechazamos la hipótesis nula y se dice que la variable  $INF\_UE$  es una variable integrada de primer orden.

La última comprobación se realiza sobre la variable  $INF\_UK$ :

3.10 y 3.11 Gráfico y correlograma de  $INF\_UK$



3.12 y 3.13: Gráfico y correlograma de la primera diferencia de  $INF\_UK$



Se aprecia un el gráfico de la serie original que existe una tendencia creciente, aunque no muy acusada. Por otro lado, en el correlograma se comprueba que es una serie no estacionaria. Si se completa con el test ADF se obtiene un estadístico de contraste igual a -2,66146; que al comparar con el estadístico de tablas, se acepta la hipótesis nula y se dice que esta variable tiene al menos una raíz unitaria.

Como se aprecia en el gráfico de su primera diferencia, ya no existe dicha tendencia creciente, y se comprueba en su correlograma. Si se aplica el test de Dickey-Fuller se obtiene un resultado de -5,92163, se rechaza la hipótesis nula y se concluye en que la variable INF\_UK es una variable integrada de orden 1.

Una vez realizado este estudio y al ver que todas las variables son integradas de primer orden, se procede a la estimación del modelo resultante de la teoría de paridad de poder de compra, cuya expresión se ha comentado anteriormente.

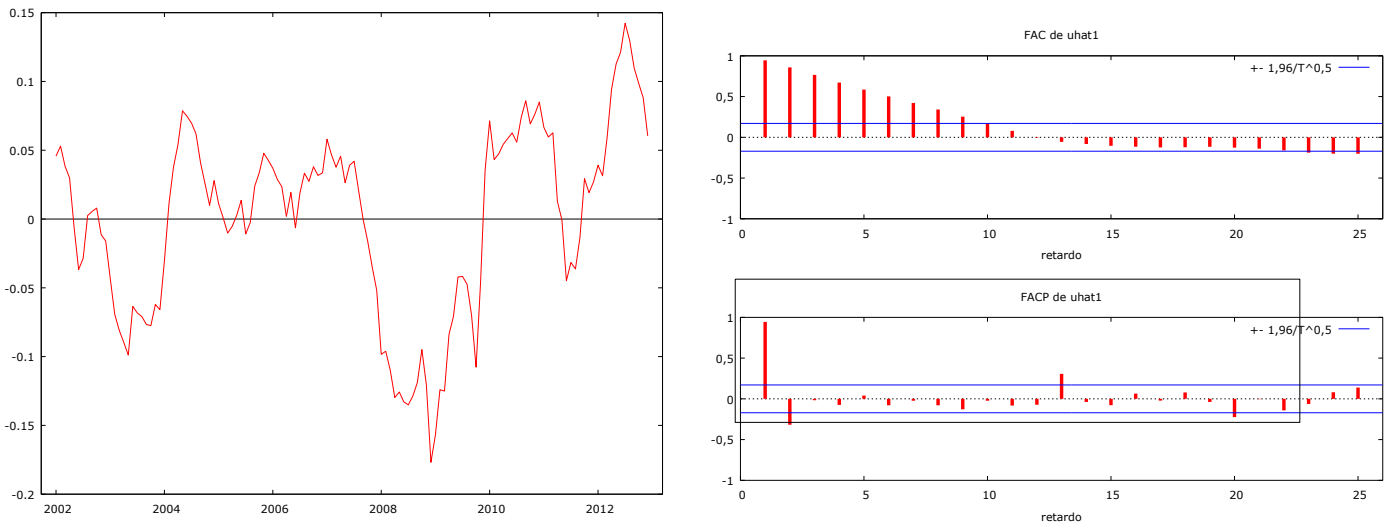
Modelo 1.1: MCO, usando las observaciones 2002:01-2012:12 (T = 132)  
Variable dependiente: S

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>
const	-2.83161	1.90158	-1.4891	0.13891
INF_UE	0.628964	0.792615	0.7935	0.42893
INF_UK	-0.264445	0.593103	-0.4459	0.65644
Media de la vble. dep.	-2.145295	D.T. de la vble. dep.		6.782573
Suma de cuad. residuos	5995.612	D.T. de la regresión		6.817449
R-cuadrado	0.005114	R-cuadrado corregido		-0.010311
F(2, 129)	0.331553	Valor p (de F)		0.718418
Log-verosimilitud	-439.1546	Criterio de Akaike		884.3093
Criterio de Schwarz	892.9577	Crit. de Hannan-Quinn		887.8236
rho	0.950326	Durbin-Watson		0.101345

Para comprobar si las variables están cointegradas se observan los residuos resultantes del modelo y se comprueba si estos son estacionarios.

El estudio gráfico de los residuos de este modelo es el siguiente:

### 3.14 y 3.15 Gráfico y correlograma de residuos del modelo 1



Se puede apreciar en el gráfico y en el correlograma de los residuos que es una serie no estacionaria. Completando este análisis con un test ADF, obtenemos un estadístico con valor  $-2,69921$ , rechazamos la hipótesis nula y decimos que los residuos tienen al menos una raíz unitaria y que las variables no están cointegradas.

Ante estos resultados las variables del modelo no guardan relación a largo plazo, por lo que se debería observar si tienen relación a corto plazo estimando el modelo con sus primeras diferencias. Se obtienen los siguientes resultados:

Modelo 1.2: MCO, usando las observaciones 2002:02-2012:12 (T = 131)  
Variable dependiente: d\_S

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	0.00915981	0.188211	0.0487	0.96126	
d_INF_UE	1.46246	0.841126	1.7387	0.08449	*
d_INF_UK	0.304316	0.700995	0.4341	0.66493	
Media de la vble. dep.	0.007230	D.T. de la vble. dep.		2.178158	
Suma de cuad. residuos	593.1234	D.T. de la regresión		2.152621	
R-cuadrado	0.038337	R-cuadrado corregido		0.023311	
F(2, 128)	2.551347	Valor p (de F)		0.081937	
Log-verosimilitud	-284.7994	Criterio de Akaike		575.5988	
Criterio de Schwarz	584.2244	Crit. de Hannan-Quinn		579.1037	
rho	0.289825	Durbin-Watson		1.413430	

Tabla 3.5: Contrastes relevantes del modelo 1.2

Contraste	Valor del estadístico	p-valor	Decisión
Normalidad de Residuos	3,48	0,17	Acepto $H_0$
Especificación	3,71	0,02	Acepto $H_0$
Autocorrelación 1	11,94	0,00	Rechazo $H_0$
Autocorrelación 4	5,96	0,00	Rechazo $H_0$

Dado que el modelo sigue sin tener una especificación adecuada, lo cual se observa en el test de especificación de Reset al observar el p-valor obtenido, y también presenta problemas de autocorrelación, se rechaza dicho modelo ya que no se puede llevar a cabo una buena estimación.

### 3.2.2. Modelo 2: Modelo de equilibrio de flujos

Para este caso se ha seleccionado una muestra de 44 datos trimestrales de las variables que componen el modelo, que son: producción europea (PIB\_UE) e inglesa (PIB\_UK), nivel de precios europeos (P\_EU) e inglés (P\_UK) y tipo de cambio (e).

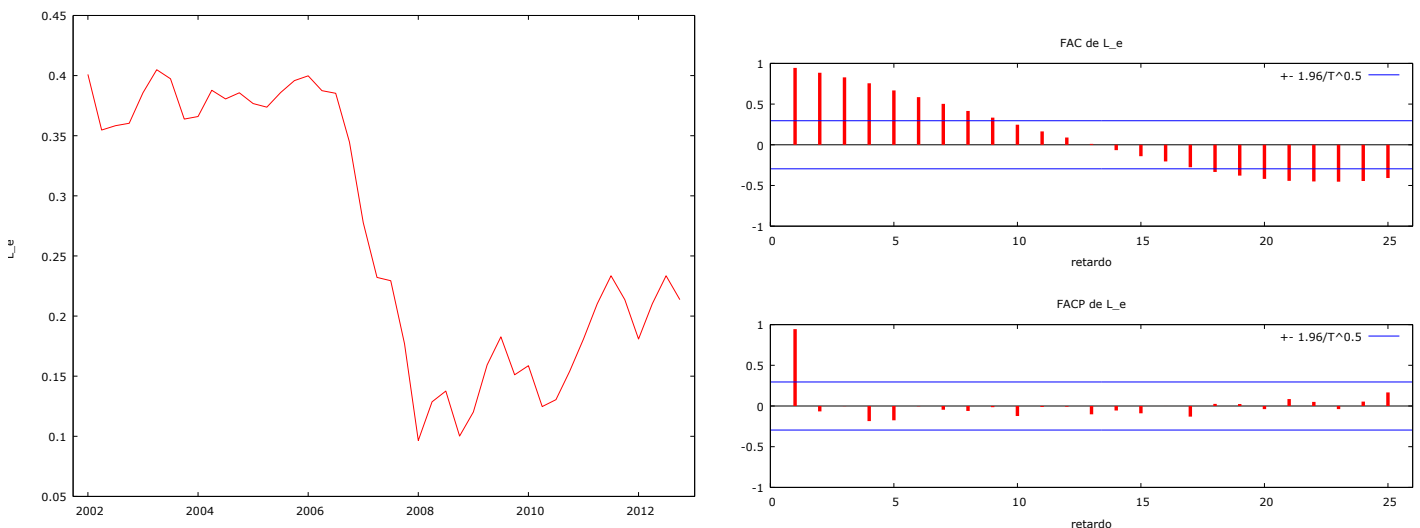
Dado el modelo teórico, se ha tomado para su análisis diferencias logarítmicas de las variables, siendo  $LP\_LPI$  la diferencia logarítmica entre los precios nacionales y extranjeros y  $LY\_LYI$  la diferencia logarítmica de la renta nacional con la renta internacional. También se ha considerado la variable endógena en logaritmos  $L\_e$ .

El modelo teórico a estimar es el siguiente:

$$\ln(e) = \gamma_1 + \gamma_2 \ln\left(\frac{P}{P^I}\right) + \gamma_3 \ln\left(\frac{Y}{Y^I}\right) + u$$

A continuación se estudia el orden de integración de las variables que componen el modelo. En primer lugar se observa la variable tipo de cambio:

3.16 y 3.17: Gráfico y correlograma de  $L\_e$



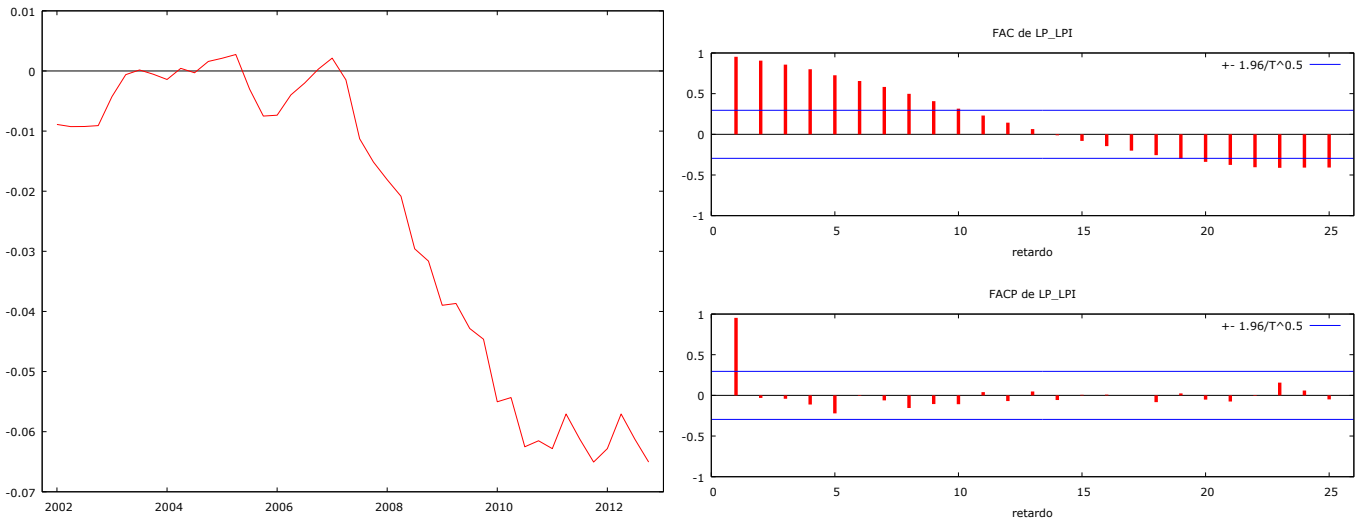
En el análisis gráfico de la variable  $L\_e$  no se aprecia una tendencia concreta, aunque sí una fuerte ruptura estructural. En el correlograma sí que se puede apreciar que

es una serie no estacionaria. Si se observa los datos obtenidos del análisis ADF se obtiene un estadístico igual a  $-1,27411$ , por tanto se acepta la hipótesis nula.

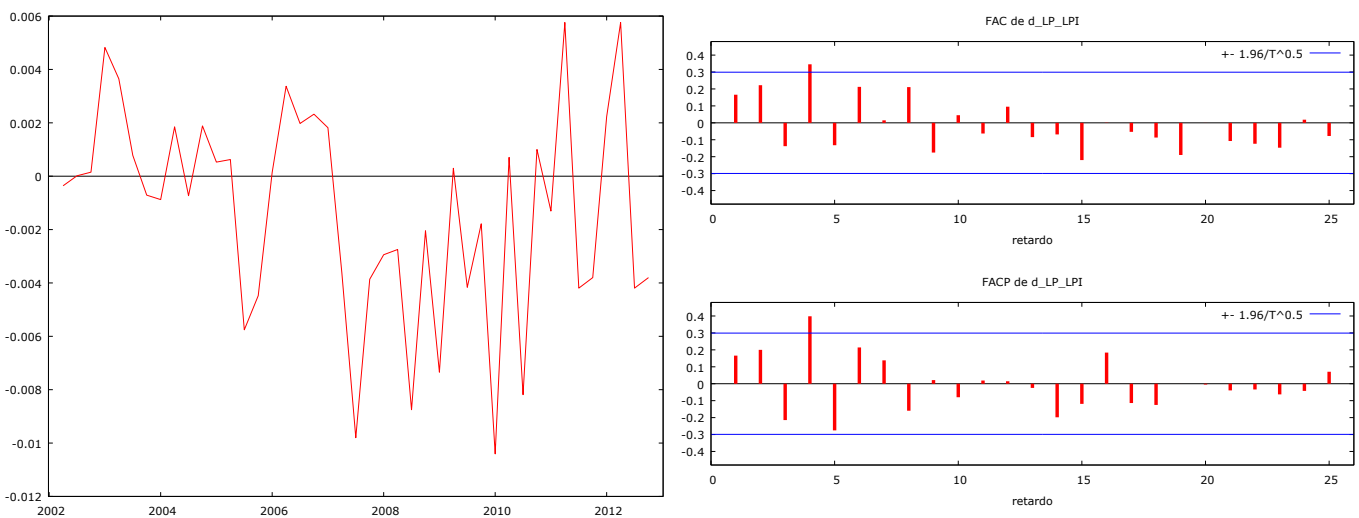
Dado que existe una fuerte ruptura, se podría considerar que esta variable es estacionaria con dos medias. Esto significa que al incluir una variable ficticia se solucionaría el problema de no estacionariedad que presenta. Una variable ficticia es una variable que toma sólo dos valores, que para este caso tomaría valor 0 desde el comienzo de la serie hasta enero de 2008 y a partir de entonces toma valor 1, y así se solucionaría el efecto provocado por la ruptura estructural. Se concluye en que la variable  $L_e$  es  $I(0)$  o estacionaria.

En segundo lugar se analiza la variable P:

3.18 y 3.19: Gráfico y correlograma de la variable LP\_LPI



3.20 y 3.21: Gráfico y correlograma de la primera diferencia de LP\_LPI

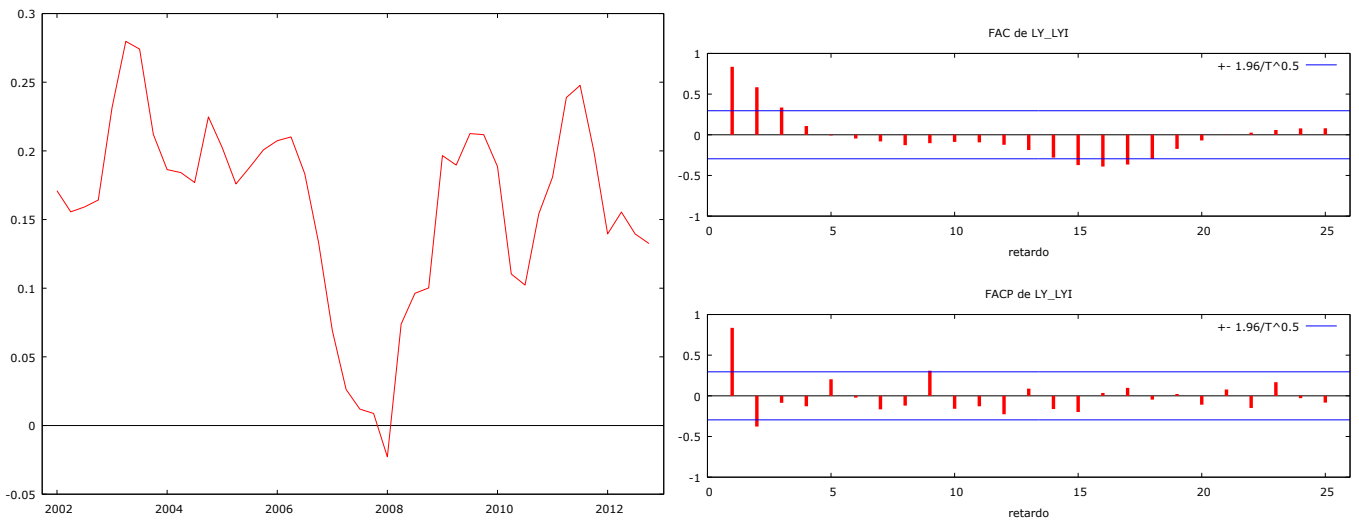


Si se observa el gráfico de la variable  $LP\_LPI$  se puede ver una ruptura estructural, pero no una tendencia clara. Sin embargo al observar su correlograma, encontramos que la serie es no estacionaria. Se comprueba esta hipótesis con el test ADF al obtener un estadístico de contraste igual a  $-2,22266$ .

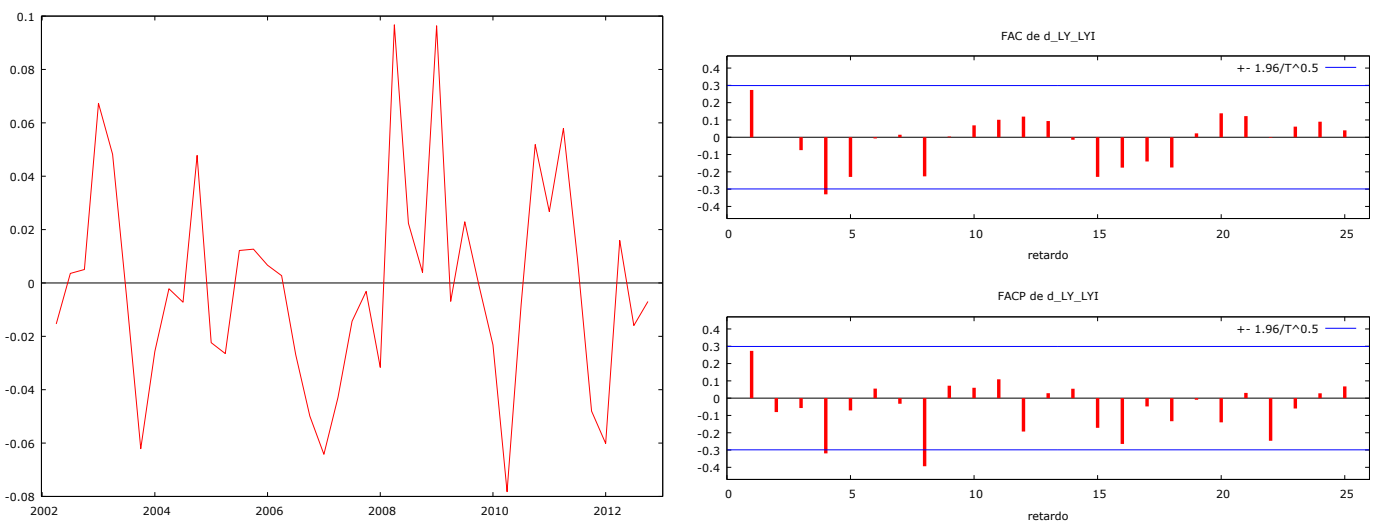
Por otro lado, si se observa la primera diferencia y su correlograma se puede concluir en que es estacionaria. Por último, al realizar el test ADF y obtener un estadístico de contraste igual a  $-1,55958$ , vemos que podría haber otra raíz unitaria. Como se ha explicado anteriormente, las variables con rupturas estructurales presentan este tipo de problemas al realizar este test, así que se concluye en que  $LP\_LPI$  es una variable integrada de orden 1, es decir, es  $I(1)$ .

En tercer lugar se realiza el estudio para la variable  $LY\_LYI$ :

3.22 y 3.23: Gráfico y correlograma de  $LY\_LYI$



3.24 y 3.25: Gráfico y correlograma de la primera diferencia de  $LY\_LYI$





De igual forma que en las dos anteriores variables, no se aprecia tendencia en la serie de la variable  $LY\_LYI$ . Sin embargo, su correlograma permite decir que es una serie no estacionaria. Si se realiza un test ADF se obtiene un estadístico de contraste igual a -2,65031 y se concluye en que esta variable tiene al menos una raíz unitaria.

El análisis gráfico de la primera diferencia de la variable permite ver claramente que no existe ninguna tendencia, y se comprueba con el correlograma que la variable es estacionaria. Esto se comprueba con el test ADF en el que se obtiene un estadístico de contraste igual a -4.02055, rechazando la hipótesis nula y concluyendo en que la variable es integrada de primer orden.

Una vez comprobado el orden de integración de las variables y dado que la variable endógena es estacionaria y las variables exógenas no lo son, se debe tomar las primeras diferencias de estas últimas para que el modelo sea coherente. Además, se incluye la variable ficticia para solucionar los problemas de rupturas estructurales. El modelo a estimar es el siguiente:

$$Ln(e) = \beta_0 + \beta_1 \Delta \ln\left(\frac{P}{P^I}\right) + \beta_2 \Delta \ln\left(\frac{Y}{Y^I}\right) + \beta_3 D1 + u$$

Modelo 2.1: MCO, usando las observaciones 2002:2-2012:4 (T = 43)  
Variable dependiente: L\_e

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	0.355343	0.0105888	33.5584	<0.00001	***
d_LP_LPI	5.43754	2.04527	2.6586	0.01132	**
d_LY_LYI	0.172846	0.199494	0.8664	0.39156	
D1	-0.176782	0.0162991	-10.8461	<0.00001	***
Media de la vble. dep.	0.265863	D.T. de la vble. dep.	0.108200		
Suma de cuad. residuos	0.098617	D.T. de la regresión	0.050286		
R-cuadrado	0.799439	R-cuadrado corregido	0.784011		
F(3, 39)	51.81818	Valor p (de F)	1.13e-13		
Log-verosimilitud	69.65648	Criterio de Akaike	-131.3130		
Criterio de Schwarz	<b>-124.2682</b>	Crit. de Hannan-Quinn	-128.7150		
rho	0.619608	Durbin-Watson	0.768491		

Tabla 3.6: Contrastes relevantes del Modelo 2.1

Hipótesis Nula	Estadístico	p-valor	Decisión
<b>Normalidad de Residuos</b>	5,97	0,05	Acepto H0
<b>Especificación correcta</b>	2,69	0,08	Acepto H0
<b>No autocorr. Orden 1</b>	33,73	0,00010	Rechazo H0
<b>No autocorr. Orden 4</b>	13,04	0,00013	Rechazo H0

Si se analiza el modelo se puede destacar que presenta normalidad en los residuos y una especificación correcta. Dado que aún presenta problemas de autocorrelación de orden 1 y orden 4, se podría mejorar este modelo creando uno nuevo en el que se añada un retardo de la variable endógena. El nuevo modelo estimado sería el siguiente:

$$\ln(e)_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \ln\left(\frac{P}{P^I}\right)_t + \beta_2 \Delta \ln\left(\frac{Y}{Y^I}\right)_t + \beta_3 D1 + \beta_4 \ln(\hat{e})_{t-1} + u$$

Siendo  $\ln(\hat{e})_{t-1}$  la variable endógena retardada 1 período.

Modelo 2.2: MCO, usando las observaciones 2002:2-2012:4 (T = 43)  
Variable dependiente: l\_e

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	-0,0442105	0,0316009	-1,3990	0,16991	
D1	0,025003	0,0173378	1,4421	0,15747	
d_LP_LPI	-0,288315	1,00528	-0,2868	0,77582	
d_LY_LYI	0,505153	0,0915516	5,5177	<0,00001	***
l_e_1	1,10473	0,0864185	12,7835	<0,00001	***
Media de la vble. dep.	0,265863	D.T. de la vble. dep.	0,108200		
Suma de cuad. residuos	0,018605	D.T. de la regresión	0,022127		
R-cuadrado	0,962162	R-cuadrado corregido	<b>0,958179</b>		
F(4, 38)	241,5670	Valor p (de F)	1,84e-26		
Log-verosimilitud	105,5140	Criterio de Akaike	-201,0280		
Criterio de Schwarz	<b>-192,2220</b>	Crit. de Hannan-Quinn	-197,7806		
rho	0,111807	h de Durbin	0,874630		

A modo comparativo, este modelo es mejor que el anterior. Para poder decir esto nos fijamos en el R2 corregido del mismo, que expresa la cantidad en porcentajes de la variable endógena explicada por las exógenas. También se observa el criterio SBIC (Schwarz) que al ser menor que el anterior indica que el modelo mejora.

Tabla 3.7: Contrastes relevantes del modelo 2.2

Contraste	Valor del estadístico	p-valor	Decisión
Normalidad de Residuos	4,45	0,1078	Acepto H <sub>0</sub>
Especificación	2,32	0,1127	Acepto H <sub>0</sub>
Autocorrelación 1	0,52	0,4745	Acepto H <sub>0</sub>
Autocorrelación 4	4,566	0,0046	Rechazo H <sub>0</sub>

Para este modelo se puede decir que los contrastes mejoran. Se corrige la autocorrelación de orden 1, aunque sigue presentando autocorrelación de orden 4. Se concluye en que al añadir un retardo de la variable endógena se mejora el modelo inicial.

### 3.2.3. Modelo 3: Modelo Monetario de Precios Flexibles

Para este caso se ha seleccionado una muestra de 44 datos cuatrimestrales de las variables que componen el modelo, que son: producción europea (PIB\_UE) e inglesa (PIB\_UK), oferta monetaria europea (M\_EU) e inglesa (M\_UK), tipo de interés europeo (R\_UE) e inglés (R\_UK) y tipo de cambio (e).

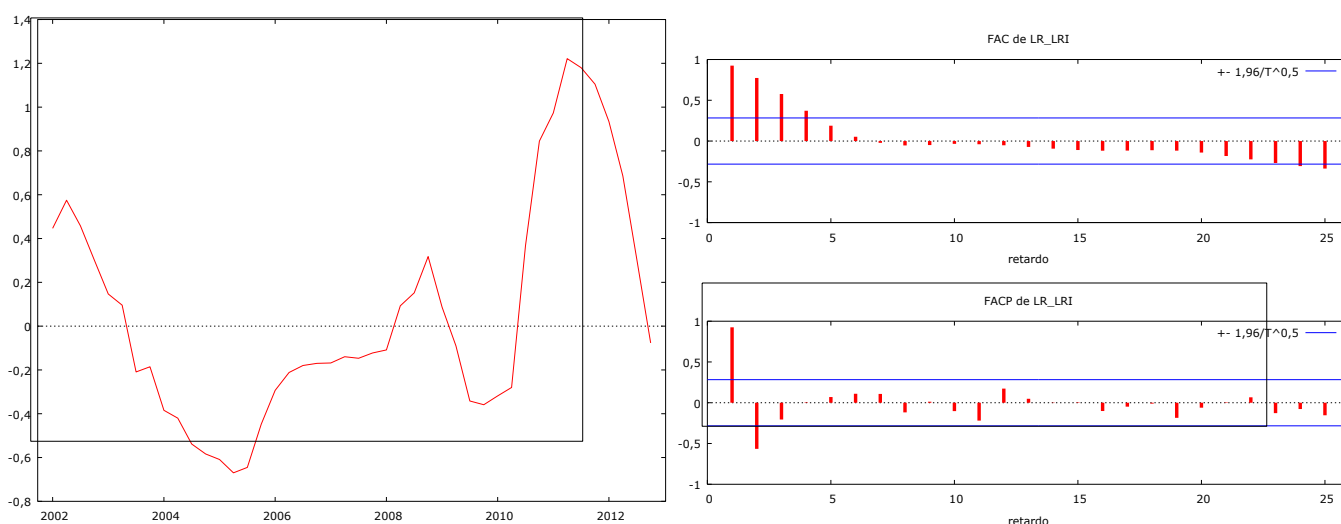
Dado el modelo teórico, se ha tomado para su análisis diferencias logarítmicas de las variables, siendo  $LY_{LYI}$  la diferencia logarítmica de la renta nacional con la internacional,  $LM_{LMI}$  la diferencia logarítmica entre las ofertas monetarias nacionales y extranjeras, e  $LR_{LRI}$  la diferencia logarítmica entre tipos de interés nacional y extranjero.

El modelo a estimar es el siguiente:

$$\ln(e) = \gamma + \alpha(M - M^I) + \omega(Y - Y^I) + \beta(R - R^I) + u$$

Debido a que las variables tienen la misma periodicidad que el modelo anterior y su cálculo es el mismo, se puede concluir en que la variable  $L_e$  es una variable  $I(0)$  y la variable  $LY_{LYI}$  es una variable  $I(1)$ . Por otro lado, se debe estudiar el orden de integración del resto de variables que componen el modelo:

3.26 y 3.27: Gráfico y correlograma del tipo de interés

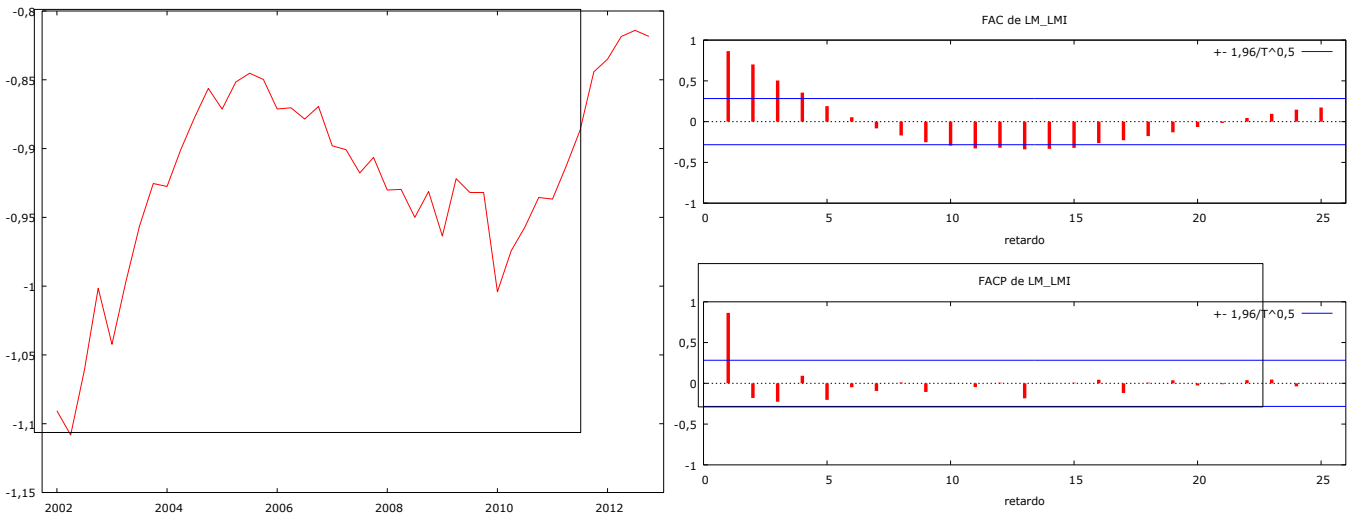


No se aprecia tendencia en la serie de la variable  $LR_{LRI}$ . Aunque su correlograma permita decir que es una serie no estacionaria, habría dudas sobre este análisis dado que se presenta un rápido decrecimiento de sus retardos. Si se realiza un test ADF se obtiene

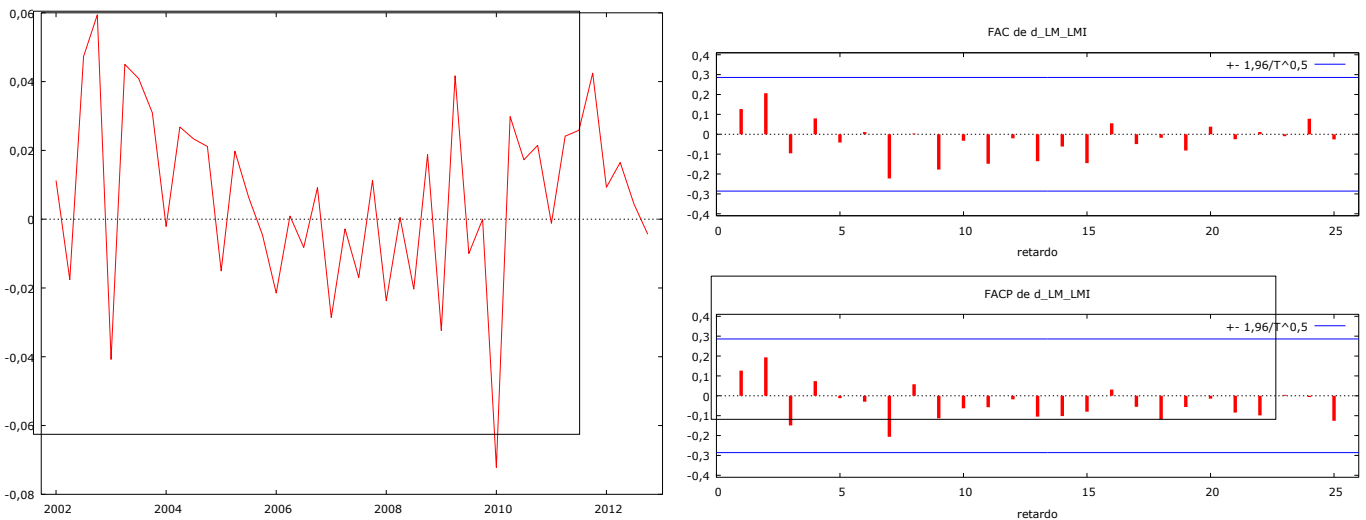
un estadístico de contraste igual a  $-3,21589$ , por tanto, se rechazaría la hipótesis nula y se concluye en que esta variable es estacionaria o  $I(0)$ .

Para  $LM\_LMI$  el estudio es el siguiente:

3.28 y 3.29: Gráfico y correlograma de  $LM\_LMI$



3.30 y 3.31: Gráfico y correlograma de la primera diferencia de  $LM\_LMI$



En el gráfico de  $LM\_LMI$  se puede apreciar tendencia creciente, con oscilaciones. Además, su correlograma permite decir que se trata de una serie no estacionaria. Si se realiza un test ADF se obtiene un estadístico de contraste igual a  $-2,51485$  y se concluye en que esta variable tiene al menos una raíz unitaria, ya que se acepta la hipótesis nula.

El análisis gráfico de la primera diferencia de  $LM\_LMI$  permite ver que no existe ninguna tendencia, y se comprueba con el correlograma que la variable es estacionaria. Si se realiza el test ADF se obtiene un estadístico de contraste igual a -2,04885. Dado que existe una ruptura estructural, se prestaría atención al estudio gráfico y se concluye en que la variable es integrada de primer orden o I(1).

Una vez comprobado el orden de integración de las variables, se procede a estimar el siguiente modelo, el cual ha sido objeto de modificaciones para corregir las rupturas que presenta la variable endógena, en el que se ha incluido una variable ficticia y variables en I(1) en diferencias:

$$\ln(e) = \beta_1 + \beta_2 \Delta \ln(M - M') + \beta_3 \Delta \ln(Y - Y') + \beta_4 \ln(R - R') + \beta_5 D1 + u$$

Modelo 3.1: MCO, usando las observaciones 2002:2-2012:4 (T = 43)  
Variable dependiente: L\_e

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	0,352196	0,012434	28,3252	<0,00001	***
d_LM_LMI	0,441659	0,332876	1,3268	0,19249	
d_LY_LYI	0,216298	0,214324	1,0092	0,31926	
LR_LRI	0,00788815	0,0199796	0,3948	0,69519	
D1	-0,192056	0,0197775	-9,7108	<0,00001	***
Media de la vble. dep.	0,265863	D.T. de la vble. dep.		0,108200	
Suma de cuad. residuos	0,109152	D.T. de la regresión		0,053595	
R-cuadrado	0,778014	R-cuadrado corregido		0,754647	
F(4, 38)	33,29548	Valor p (de F)		6,00e-12	
Log-verosimilitud	67,47431	Criterio de Akaike		-124,9486	
Criterio de Schwarz	-116,1426	Crit. de Hannan-Quinn		-121,7012	
rho	0,747827	Durbin-Watson		0,518634	

Dado que la variable endógena es estacionaria, no tiene sentido mirar si se encuentra cointegrada con las exógenas. Por otro lado, los parámetros de posición no son significativos por sí solos, pero sí lo son en conjunto.

El análisis del modelo se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3.8: Contrastes relevantes del Modelo 3.1

Contraste	Valor del estadístico	p-valor	Decisión
Normalidad de Residuos	16,04	0,0003	Rechazo $H_0$
Especificación	0,435	0,65	Acepto $H_0$
Autocorrelación 1	62,39	0,000	Rechazo $H_0$
Autocorrelación 4	17,86	0,000	Rechazo $H_0$

Si se analiza el modelo se puede destacar que no hay normalidad en los residuos, pero sí una especificación correcta. Dado que también presenta problemas de

autocorrelación de orden 1 y orden 4, se podría mejorar este modelo creando uno nuevo en el que se añada un retardo de la variable endógena. El nuevo modelo estimado sería el siguiente:

$$\ln(e)_t = \beta_1 + \beta_2 \Delta \ln(M - M^l)_t + \beta_3 \Delta \ln(Y - Y^l)_t + \beta_4 \ln(R - R^l)_t + \beta_5 D1 + \beta_6 \ln(e)_{t-1} + u$$

Modelo 3.2: MCO, usando las observaciones 2002:2-2012:4 (T = 43)  
Variable dependiente: L\_e

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	-0,0369915	0,0286105	-1,2929	0,20405	
d_LM_LMI	0,191713	0,137078	1,3986	0,17027	
d_LY_LYI	0,507837	0,0899941	5,6430	<0,00001	***
LR_LRI	-0,00342928	0,00819668	-0,4184	0,67809	
D1	0,0230215	0,0175299	1,3133	0,19718	
L_e_1	1,07897	0,0780606	13,8222	<0,00001	***
Media de la vble. dep.	0,265863	D.T. de la vble. dep.	0,108200		
Suma de cuad. residuos	0,017709	D.T. de la regresión	0,021877		
R-cuadrado	<b>0,963984</b>	R-cuadrado corregido	0,959117		
F(5, 37)	198,0657	Valor p (de F)	1,24e-25		
Log-verosimilitud	106,5755	Criterio de Akaike	-201,1509		
Criterio de Schwarz	<b>-190,5837</b>	Crit. de Hannan-Quinn	-197,2541		
rho	0,037646	h de Durbin	0,282836		

A modo comparativo, este modelo es mejor que el anterior. Para poder decir esto nos fijamos en el R2 corregido del mismo en el que se obtiene 0,95 frente a 0,75 del modelo anterior. También se observa el criterio SBIC (Schwarz) que al ser menor que el anterior indica que el modelo mejora (-190,58 frente a -116,14).

Tabla 3.9: Contrastes relevantes del Modelo 3.2

Contraste	Valor del estadístico	p-valor	Decisión
Normalidad de Residuos	2,89	0,23	Acepto H <sub>0</sub>
Especificación	1,68	0,20	Acepto H <sub>0</sub>
Autocorrelación 1	0,06	0,80	Acepto H <sub>0</sub>
Autocorrelación 4	17,86	0,02	Rechazo H <sub>0</sub>

Como se aprecia en los contrastes realizados para este modelo, los residuos ahora se comportan con normalidad, también se encuentra bien especificado y por otro lado también se solucionan los problemas de autocorrelación de orden 1, aunque persiste el problema de autocorrelación de orden 4. En definitiva, se concluye que este modelo es mejor que el anterior.

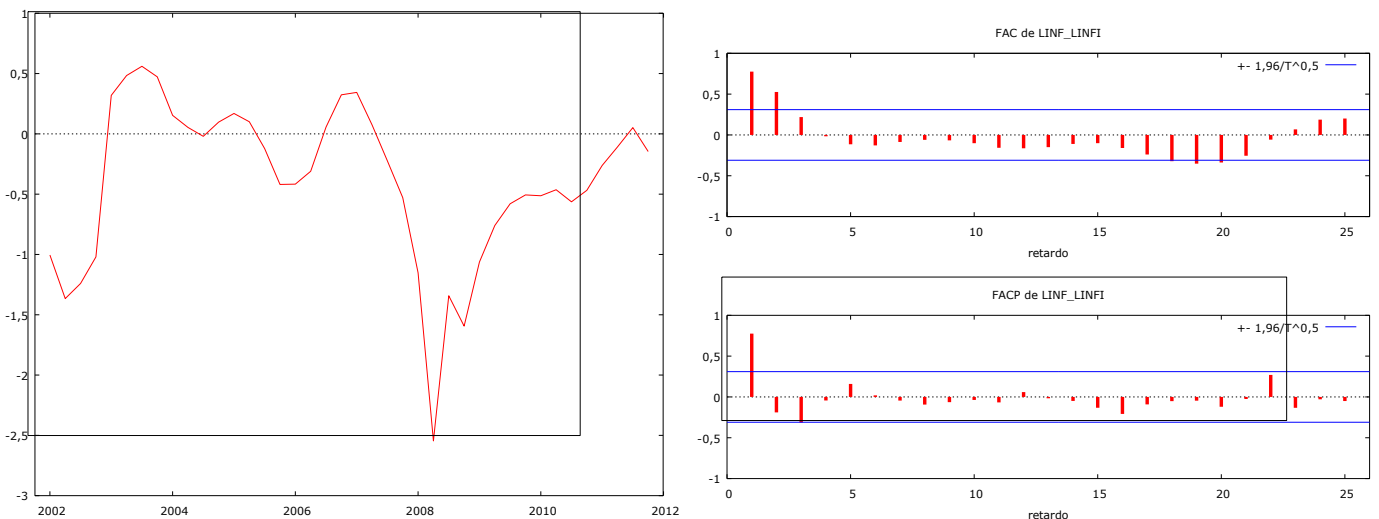
### 3.2.4. Modelo 4: Modelo Monetario de Precios Rígidos

Para este modelo se ha seleccionado una muestra de 44 datos cuatrimestrales de las variables que lo componen, que son: producción europea (PIB\_UE) e inglesa (PIB\_UK), oferta monetaria europea (M\_EU) e inglesa (M\_UK), tipo de interés europeo (I\_UE) e inglés (I\_UK), inflación europea (INF\_EU) e inglesa (INF\_UK) y tipo de cambio (e).

Dado el modelo teórico, se ha tomado para su análisis diferencias logarítmicas de las variables, siendo  $LY\_LYI$  la diferencia logarítmica de la renta nacional con la internacional,  $LM\_LMI$  la diferencia logarítmica entre las ofertas monetarias nacionales y extranjeras,  $LR\_LRI$  la diferencia logarítmica entre tipos de interés nacionales y extranjeros, y por último  $LINF\_LINFI$  la diferencia logarítmica de las inflaciones nacionales e internacionales.

Debido a que el modelo es idéntico al anterior y agrega solo una variable explicativa ( $LINF\_LINFI$ ), se obtienen las mismas conclusiones: las variables  $L_e$  y  $LR\_LRI$  son estacionarias y  $LM\_LMI$  y  $LY\_LYI$  son integradas de primer orden. El estudio de  $LINF\_LINFI$  es el siguiente:

3.32 y 3.33: Gráfico y correlograma de  $LINF\_LINFI$



En el gráfico de  $LINF\_LINFI$  no se puede apreciar una tendencia clara, además su correlograma tampoco permite decir que se trata de una serie no estacionaria, dado que los retardos se vuelven nulos en el tercer período. Si se realiza un test ADF se obtiene un estadístico de contraste igual a  $-3,19994$ , y se rechaza la hipótesis nula. Se concluye que esta variable es estacionaria.

Una vez comprobado el orden de integración de las variables, se procede a estimar el siguiente modelo, el cual ha sido objeto de modificaciones para corregir las rupturas que presenta la variable endógena, en el que se ha incluido una variable ficticia y variables en I(1) en diferencias:

$$\ln(e)_t = \beta_1 + \beta_2 \Delta \ln(M - M^t)_t + \beta_3 \Delta \ln(Y - Y^t)_t + \beta_4 \ln(R - R^t)_t + \beta_5 (\Pi - \Pi^t) + \beta_6 D1 + u$$

Modelo 4.1: MCO, usando las observaciones 2002:1-2011:4 (T = 40)  
Variable dependiente: L\_e

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	0,360627	0,0120682	29,8825	<0,00001	***
d_LM_LMI	0,374121	0,322367	1,1605	0,25391	
d_LY_LYI	0,251699	0,203794	1,2351	0,22527	
LR_LRI	0,0141879	0,0194952	0,7278	0,47174	
LINF_LINFI	0,0263202	0,0143516	1,8340	0,07543	*
D1	-0,194431	0,0210569	-9,2336	<0,00001	***
Media de la vble. dep.	0,274869	D.T. de la vble. dep.	0,112392		
Suma de cuad. residuos	0,091317	D.T. de la regresión	0,051825		
R-cuadrado	0,814638	R-cuadrado corregido	0,787379		
F(5, 34)	29,88496	Valor p (de F)	1,58e-11		
Log-verosimilitud	64,88837	Criterio de Akaike	-117,7767		
Criterio de Schwarz	-107,6435	Crit. de Hannan-Quinn	-114,1129		
rho	0,673949	Durbin-Watson	0,581742		

Para este modelo se aprecia que los parámetros de posición no son significativos por sí solos, pero sí que lo son en conjunto. Resumen de contrastes:

Tabla 3.10: Contrastes relevantes del Modelo 4.1

Contraste	Valor del estadístico	p-valor	Decisión
Normalidad de Residuos	17,92	0,0001	Rechazo H <sub>0</sub>
Especificación	0,03	0,96	Acepto H <sub>0</sub>
Autocorrelación 1	30,98	0,0000	Rechazo H <sub>0</sub>
Autocorrelación 4	7,73	0,0002	Rechazo H <sub>0</sub>

De igual manera que en el modelo de precios flexibles, la estimación de este modelo de precios rígidos presenta problemas de normalidad de residuos y de autocorrelación. Para solucionar este problema se plantea uno nuevo en el cual se añade un retardo de la variable endógena:

$$\ln(e)_t = \beta_1 + \beta_2 \Delta \ln(M - M^t)_t + \beta_3 \Delta \ln(Y - Y^t)_t + \beta_4 \ln(R - R^t)_t + \beta_5 (\Pi - \Pi^t) + \beta_6 D1 + \beta_7 \ln(e)_{t-1} + u$$

Modelo 4.2: MCO, usando las observaciones 2002:1-2011:4 (T = 40)  
Variable dependiente: L\_e

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
const	-0,0251331	0,0297763	-0,8441	0,40471



d_LM_LMI	0,173385	0,132004	1,3135	0,19808	
d_LY_LYI	0,521402	0,0853941	6,1058	<0,00001	***
LR_LRI	-0,00373431	0,00804579	-0,4641	0,64560	
LINF_LINFI	0,0103097	0,00596313	1,7289	0,09317	*
D1	0,0215221	0,018538	1,1610	0,25398	
L_e_1	1,05158	0,0800593	13,1350	<0,00001	***
Media de la vble. dep.	0,274869	D.T. de la vble. dep.	0,112392		
Suma de cuad. residuos	0,014662	D.T. de la regresión	0,021079		
R-cuadrado	0,970238	R-cuadrado corregido	0,964826		
F(6, 33)	179,2982	Valor p (de F)	1,00e-23		
Log-verosimilitud	101,4698	Criterio de Akaike	-188,9396		
Criterio de Schwarz	-177,1175	Crit. de Hannan-Quinn	-184,6651		
rho	-0,029810	h de Durbin	-0,214960		

Si se compara con el modelo 4.1, este modelo está mejor estimado. Para poder decir esto nos fijamos en el R2 corregido del mismo en el que se obtiene 0,96 frente a 0,78 del modelo anterior. También se observa el criterio SBIC (Schwarz) que al ser menor que el anterior indica que el modelo mejora (-177,11 frente a -107,64).

Tabla 3.11: Contrastes relevantes del modelo 4.2

Contraste	Valor del estadístico	p-valor	Decisión
Normalidad de Residuos	2,19	0,33	Acepto $H_0$
Especificación	4,20	0,02	Acepto $H_0^*$
Autocorrelación 1	0,03	0,85	Acepto $H_0$
Autocorrelación 4	2,63	0,05	Acepto $H_0$

Con la información que se tiene se puede decir que este modelo presenta unos residuos normales, una correcta especificación (a un nivel de significación del 2%) y no presenta problemas de autocorrelación ni de orden 1 ni de orden 4. Se concluye que el modelo 4.2 es mejor que el modelo 4.1.

Para todos los modelos anteriores no se han encontrado relaciones a largo plazo, dado que las variables tenían diferentes órdenes de integración. Debido a esto, se han estimado modelos con las diferencias de algunas variables y se han encontrado relaciones a corto plazo que permiten obtener conclusiones acerca de los modelos.

#### 4. COMPARACIÓN ENTRE MODELOS

	M2.1	M2.2	M3.1	M3.2	M4.1	M4.2
<b>Constante</b>	0,33 (33,55)	- 0,04 (-1,39)	0,35 (28,32)	-0,03 (-1,29)	0,36 (29,88)	- 0,02 (- 0,84)
<b>dLP_LPI</b>	5,43 (2,04)	- 0,28 (-0,28)	-	-	-	-
<b>dLY_LYI</b>	0,17 (0,86)	0,51 (5,51)	0,21 (101)	0,5 (5,64)	0,25 (1,23)	0,52 (6,10)
<b>DI</b>	-0,17 (-10,84)	0,02 (1,42)	-0,19 (-9,71)	0,02 (1,31)	-0,19 (-9,23)	0,02 (-1,16)
<b>L_e_1</b>	-	1,1 (12,78)	-	1,07 (13,82)	-	1,05 (13,13)
<b>LM_LMI</b>	-	-	0,44 (1,3268)	0,19 (1,39)	0,37 (1,23)	0,17 (1,31)
<b>LR_LRI</b>	-	-	0,007 (0,39)	-0,003 (- 0,41)	0,01 (0,72)	-0,003 (-0,46)
<b>LINF_LINFI</b>	-	-	-	-	0,02 (1,83)	0,01 (1,72)
<b>Normalidad</b>	5,97 [0,05]	4,45 [0,10]	16,04 [0,00]	2,89 [0,23]	17,92 [0,00]	2,19 [0,33]
<b>Especificación</b>	2,69 [0,08]	2,32 [0,11]	0,435 [0,65]	1,68 [0,2]	0,03 [0,96]	4,2 [0,02]
<b>LM(1)</b>	33,73 [0,00]	0,52 [0,47]	62,39 [0,00]	0,06 [0,80]	30,98 [0,00]	0,03 [0,85]
<b>LM(4)</b>	13,04 [0,00]	4,56 [0,004]	17,86 [0,00]	17,86 [0,02]	7,73 [0,00]	2,63 [0,05]
<b>SBIC</b>	-124,26	-192,22	-116,14	-190,58	-107,64	-177,29
$\overline{R^2}$	0,784	0,9581	0,7546	0,9591	0,7873	0,9648

Entre paréntesis se encuentran los t-ratios de cada estadístico. Entre corchetes están los p-valores de cada contraste.

Se han analizado modelos dinámicos en los que el pasado de la variable endógena tiene gran importancia en la determinación de los tipos de cambio, al igual que el diferencial de niveles de renta. El resto de las variables, en todos los modelos, son poco significativas por sí solas.

Los últimos 6 modelos se pueden comparar dado que tienen la misma variable endógena. Bajo ambos criterios de selección elegiríamos el último modelo (M 4.2) dado que tiene un valor de  $R^2$  corregido igual a 0,9648, lo cual indica que el 96,48% de la variable endógena está explicado por las variables exógenas, y también tiene uno de los mejores valores en cuanto al criterio SBIC, igual a -177,29.

## 5. CONCLUSIONES

Una vez realizado todo el trabajo, se puede destacar que las teorías de determinación del tipo de cambio se basan en hipótesis de partida que a veces no pueden ser cumplidas en la realidad. Esto se debe a que son modelos teóricos y que a la hora de aplicarlos a lo que realmente ocurre no siempre se encuentran buenos resultados. Así, se pueden apreciar las diferencias que hay entre modelos económicos y econométricos.

La teoría de la paridad de poder de compra se basa en la hipótesis de que los mercados son competitivos, y que los costes de transacción y transporte son nulos. En la realidad esto no se observa, dado que no todos los mercados ofrecen tal transparencia y los agentes se comportan de manera puramente competitiva. Con datos del tipo de cambio euro/libra para el período 2002-2012 no se ha encontrado evidencia de esta teoría.

La teoría de la balanza de pagos se basa en los movimientos internacionales de bienes y servicios y bienes de capital, dando mayor peso a los primeros. En la actualidad y dado el desarrollo de los mercados financieros, hablar de que estas transacciones son menos importantes que las primeras sería un error.

Las teorías de modelos monetarios tienen en cuenta que el mercado de divisas es un mercado eficiente, al igual que la existencia de movilidad perfecta de capitales y sustituibilidad perfecta de activos, lo cual no siempre se cumple.

Por otro lado, se debe decir que todas estas teorías están basadas en modelos teóricos que no tienen en cuenta otros factores que pueden influir en gran medida la determinación de los tipos. Los mercados cambiarios están fuertemente influidos por los flujos de información que provienen de economías, instituciones y políticas gubernamentales, creándose una cierta incongruencia con los modelos teóricos, así como de las expectativas de los agentes.

Estimados los modelos se ha concluido en que no hay efectos a largo plazo entre las variables en ninguna de las teorías. Sin embargo se han encontrado efectos a corto plazo que indican que la teoría de precios flexibles es la que mejor se adapta a la evolución del tipo de cambio, aunque el pasado del propio tipo de cambio afecta en gran medida.

## **Bibliografía**

### **Teorías Económicas:**

**Sosvilla, S. (2011):** Teorías del tipo de cambio. *Tendencias y nuevos desarrollos de la teoría económica Enero – Febrero 2011, N°858 ICE, Páginas 25-34.*

<https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-11-05-1.pdf>

**Antweiler, W. (2011):** Purchasing Power Parity. *The University of British Columbia – Sauder School of Business (PACIFIC Exchange Rate Service)*

<http://fx.sauder.ubc.ca/PPP.html>

**Herrarte, A. (2013):** Modelos económicos para la determinación del tipo de cambio. *Presentación. Departamento de Análisis Económico e Historia Económica, Universidad Autónoma de Madrid.*

[http://ww.uam.es/personal\\_pdi/economicas/.../pdf/9marzo06\\_23mar06.ppt](http://ww.uam.es/personal_pdi/economicas/.../pdf/9marzo06_23mar06.ppt)

**Herrarte, A. (2013):** Modelos de equilibrio en Cartera. *Departamento de Análisis Económico e Historia Económica, Universidad Autónoma de Madrid.*

[http://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/ainhoahe/pdf/30mar06.ppt](http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/ainhoahe/pdf/30mar06.ppt)

**García, P. (2013):** Tema 3: El mercado de Divisas. *Apuntes de Macroeconomía II, Universidad de Zaragoza.*

**Montero, R. (2013):** Variables no estacionarias y cointegración.

*Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España*

## ANEXOS

### Anexo I: Tablas de contraste aumentado de Dickey-Fuller.

#### *Contrastes del Modelo 1: Teoría de PPC*

Test ADF variable s:

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para s
incluyendo un retardo de (1-L)S
(el máximo fue 12, el criterio AIC modificado)
tamaño muestral 130
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

contraste con constante
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.008
valor estimado de (a - 1): -0.0680747
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -2.49383
valor p asintótico 0.1169
```

Test ADF variable Primera Diferencia de s:

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_S
incluyendo 2 retardos de (1-L)d_S
(el máximo fue 12, el criterio AIC modificado)
tamaño muestral 128
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

contraste con constante
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.002
diferencias retardadas: F(2, 124) = 0.039 [0.9618]
valor estimado de (a - 1): -0.732651
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -5.66265
valor p asintótico 7.431e-007
```

Test ADF variable INF\_UE:

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para INF_UE
incluyendo 12 retardos de (1-L)INF_UE (el máximo fue 12)
tamaño muestral 119
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

contraste con constante
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,005
diferencias retardadas: F(12, 105) = 5,788 [0,0000]
valor estimado de (a - 1): -0,105994
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -2,57278
valor p asintótico 0,09868
```

Test ADF variable primera diferencia de INF\_UE:

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_INF_UE
incluyendo 11 retardos de (1-L)d_INF_UE (el máximo fue 12)
tamaño muestral 119
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

contraste con constante
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
```

Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,030  
diferencias retardadas: F(11, 106) = 4,990 [0,0000]  
valor estimado de (a - 1): -0,885541  
Estadístico de contraste: tau\_c(1) = **-4,72244**  
valor p asintótico 7,288e-005

#### Test ADF variable INF\_UK:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para INF\_UK  
incluyendo 12 retardos de (1-L)INF\_UK (el máximo fue 12)  
tamaño muestral 119  
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

contraste con constante  
modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$   
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,038  
diferencias retardadas: F(12, 105) = 3,109 [0,0008]  
valor estimado de (a - 1): -0,0406753  
Estadístico de contraste: tau\_c(1) = **-1,38194**  
valor p asintótico 0,5928

#### Test ADF variable primera diferencia de INF\_UK:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d\_INF\_UK  
incluyendo 11 retardos de (1-L)d\_INF\_UK (el máximo fue 12)  
tamaño muestral 119  
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

contraste con constante  
modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$   
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,034  
diferencias retardadas: F(11, 106) = 2,683 [0,0044]  
valor estimado de (a - 1): -1,51377  
Estadístico de contraste: tau\_c(1) = **-5,9129**  
valor p asintótico 1,935e-007

### ***Contrastes Modelo 2: Equilibrio de Flujos***

#### Test ADF variable L\_e:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para l\_e  
incluyendo 3 retardos de (1-L)l\_e (el máximo fue 9)  
tamaño muestral 40  
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

contraste con constante  
modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$   
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,003  
diferencias retardadas: F(3, 35) = 2,938 [0,0466]  
valor estimado de (a - 1): -0,0517517  
Estadístico de contraste: tau\_c(1) = **-1,27411**  
valor p asintótico 0,6439

#### Test ADF variable LP\_LPI:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para LP\_LPI  
incluyendo 5 retardos de (1-L)LP\_LPI  
(el máximo fue 9, el criterio AIC modificado)  
tamaño muestral 38  
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

con constante y tendencia  
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.045  
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -0.115488  
 Estadístico de contraste:  $\tau_{ct}(1) = -2.22266$   
 valor p asintótico 0.4763

### Test ADF variable primera diferencia de LP\_LPI:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para LP\_LPI  
 incluyendo 6 retardos de  $(1-L)d_{1_P}$   
 (el máximo fue 9, el criterio AIC modificado)  
 tamaño muestral 36  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

contraste con constante  
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.056  
 diferencias retardadas:  $F(6, 28) = 2.913 [0.0246]$   
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -0.470603  
 Estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -1.55958$   
 valor p asintótico 0.5034

### Test ADF variable LY\_LYI:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para LY\_LYI  
 incluyendo un retardo de  $(1-L)LY_{LYI}$   
 (el máximo fue 9, el criterio AIC modificado)  
 tamaño muestral 42  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

contraste con constante  
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.031  
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -0.223395  
 Estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -2.65031$   
 valor p asintótico 0.08295

### Test ADF variable primera diferencia de LY\_LYI

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para  $d_{LY_{LYI}}$   
 incluyendo un retardo de  $(1-L)d_{LY_{LYI}}$   
 (el máximo fue 9, el criterio AIC modificado)  
 tamaño muestral 41  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

contraste con constante  
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.005  
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -0.783573  
 Estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -4.02055$   
 valor p asintótico 0.001308

## ***Contrastes Modelo 3: Precios Flexibles***

### Test ADF variable LR\_LRI:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para LR\_LRI  
 incluyendo 2 retardos de  $(1-L)LR_{LRI}$  (el máximo fue 9)  
 tamaño muestral 44  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

contraste con constante

modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$   
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,017  
 diferencias retardadas:  $F(2, 40) = 16,699$  [0,0000]  
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,15566  
 Estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -3,21589$   
 valor p asintótico 0,01912

#### Test ADF variable LM\_LMI:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para LM\_LMI  
 incluyendo 2 retardos de  $(1-L)LM\_LMI$  (el máximo fue 9)  
 tamaño muestral 44  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

con constante y tendencia  
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)y(-1) + \dots + e$   
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,039  
 diferencias retardadas:  $F(2, 39) = 2,672$  [0,0817]  
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,161716  
 Estadístico de contraste:  $\tau_{ct}(1) = -2,51485$   
 valor p asintótico 0,3208

#### Test ADF variable primera diferencia de LM\_LMI

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para  $d\_LM\_LMI$   
 incluyendo 6 retardos de  $(1-L)d\_LM\_LMI$  (el máximo fue 9)  
 tamaño muestral 40  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

contraste con constante  
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$   
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,269  
 diferencias retardadas:  $F(6, 32) = 3,963$  [0,0045]  
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,601979  
 Estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -2,20277$   
 valor p asintótico 0,2054

### ***Contrastes Modelo 4: Precios Rígidos***

#### Test ADF variable LINF\_LINFI:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para LINF\_LINFI  
 incluyendo 2 retardos de  $(1-L)LINF\_LINFI$  (el máximo fue 9)  
 tamaño muestral 37  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

contraste con constante  
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$   
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,023  
 diferencias retardadas:  $F(2, 33) = 2,563$  [0,0923]  
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,360435  
 Estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -3,19994$   
 valor p asintótico 0,02002



**Anexo II:** Páginas web de donde se ha extraído información sobre las variables estudiadas:

### **Tipo de cambio**

Fuente: Ministerio de Economía y Hacienda de España, obtenido de la base de datos del Banco Central Europeo, Unidad: Libra/Euro

<http://serviciosweb.meh.es/APPS/DGPE/BDSICE/Visualizacion/infoSerie.aspx?codigo=880006>

### **Índice de Precios al Consumo de Europa**

Fuente: Ministerio de Economía y Hacienda de España, obtenido de la base de datos de Eurostat, Índice en base 2005.

<http://serviciosweb.meh.es/APPS/DGPE/BDSICE/Visualizacion/infoSerie.aspx?codigo=630040H>

### **Índice de Precios al Consumo de Reino Unido**

Fuente: Ministerio de Economía y Hacienda de España, obtenido de la base de datos de Eurostat, Índice en base 2005.

<http://serviciosweb.meh.es/APPS/DGPE/BDSICE/Visualizacion/infoSerie.aspx?codigo=630009H>

### **Niveles de Producción (Per Cápita)**

Fuente: Datos Macro

<http://www.datosmacro.com/pib/uk> y <http://www.datosmacro.com/pib/zona-euro>

### **Oferta Monetaria europea**

Fuente: base de datos del Banco Central Europeo

<http://www.ecb.europa.eu/stats/keyind/html/sdds.en.html>

### **Oferta Monetaria Inglesa:**

Fuente: base de datos del Banco de Inglaterra.

<http://www.bankofengland.co.uk/boeapps/iadb/index.asp?Travel=NIxSTxTAx&levels=1&XNotes=Y&C=U8&C=1ER&G0Xtop.x=19&G0Xtop.y=10&XNotes2=Y&Nodes=X55885X68034X68035X69424X69425X69427&SectionRequired=A&HideNums=1&ExtraInfo=false#BM>

### **Tipo de Interés de referencia europeo**

Fuente: base de datos del Banco Central Europeo

[http://sdw.ecb.europa.eu/quickview.do?SERIES\\_KEY=143.FM.M.U2.EUR.RT.MM.EU.RIBORIYD.HSTA](http://sdw.ecb.europa.eu/quickview.do?SERIES_KEY=143.FM.M.U2.EUR.RT.MM.EU.RIBORIYD.HSTA)

**Tipo de interés de referencia inglés**

Fuente: base de datos del Banco de Inglaterra

<http://www.bankofengland.co.uk/boeapps/iadb/index.asp?Travel=NIxIRx&levels=1&XNotes=Y&C=AH&G0Xtop.x=38&G0Xtop.y=6&XNotes2=Y&Nodes=X41514X41515X41516X41517X55047X76909X41513X41518&SectionRequired=I&HideNums=-1&ExtraInfo=true#BM>