

## Corrección de efectos de calendario y la extracción de señales de los indicadores coyunturales en Eustat

*La metodología utilizada en EUSTAT para la corrección de los efectos de calendario y la desestacionalización y extracción del ciclo-tendencia de las series económicas coyunturales sigue las recomendaciones de Eurostat recogidas en [6] y está en consonancia con la metodología utilizada en las principales oficinas estadísticas del mundo.*

*La corrección de efectos de calendario y la extracción de señales de los diferentes indicadores coyunturales se realiza aplicando la metodología basada en los modelos ARIMA implementada en el programa TSW creado por Gianluca Caporello y Agustín Maravall [4]. Este programa es la versión Windows, con algunas modificaciones, de TRAMO y SEATS [9], desarrollados por Víctor Gómez y Agustín Maravall. El programa TSW, se puede descargar gratuitamente desde la página web del Banco de España <sup>1</sup>.*

*Este documento está basado en su mayor parte en [20].*

### Linealización de las series brutas

TRAMO ('Time Series Regression with Arima Noise, Missing Observations and Outliers') es un programa para la estimación, predicción y la interpolación de modelos de regresión con valores no observados y errores ARIMA que permite la modelización de diferentes tipos de valores anómalos u 'outliers'.

Dada la serie bruta  $z = (z_1, \dots, z_T)$ , el programa TRAMO ajusta el modelo de regresión

$$z_t = y_t' \beta + x_t \quad \forall t = 1, \dots, T, \quad (1)$$

donde  $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_K)$  es el vector de coeficientes de regresión,  $y_t' = (y_{1t}, \dots, y_{Kt})$  recoge las  $K$  variables de regresión y  $x_t$  sigue un proceso ARIMA general del tipo,

$$\phi(B)\delta(B)x_t = \theta(B)\epsilon_t, \quad (2)$$

donde  $B$  es el operador de retardos,  $\phi(B)$ ,  $\delta(B)$  y  $\theta(B)$  son polinomios en  $B$  y las perturbaciones  $\epsilon_t$  se supone siguen un proceso de ruido blanco  $N(0, \sigma_\epsilon^2)$  para  $\forall t$ .

<sup>1</sup><http://www.bde.es/servicio/software/tsw.htm>.

El polinomio  $\delta(B)$  contiene las raíces unitarias derivadas de las diferencias tanto de la parte regular como de la parte estacional,  $\phi(B)$  es el polinomio con raíces estacionarias autorregresivas y  $\theta(B)$  denota el polinomio de medias móviles (invertible). Se supone que los polinomios son multiplicativos de la forma:

$$\begin{aligned}\delta(B) &= (1 - B)^d(1 - B^s)^D, \\ \phi(B) &= (1 + \phi_1 B + \dots + \phi_p B^p)(1 + \Phi_1 B^s + \dots + \Phi_P B^{sP}), \\ \theta(B) &= (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q)(1 + \Theta_1 B^s + \dots + \Theta_P B^{sQ}),\end{aligned}\quad (3)$$

donde  $s$  denota el número de observaciones por año. El modelo puede contener una constante  $\mu$  que recoge la media de la serie diferenciada  $\delta(B)z_t$  que, si es significativa, será el término constante de la regresión ( es decir,  $y_{1t} = 1$  para  $\forall t = 1, \dots, T$ ).

Los regresores  $y'_t = (y_{1t}, \dots, y_{Kt})$  se pueden clasificar como:

1. Regresores especificados por el usuario para recoger efectos de días festivos, variables altamente correlacionadas con  $z_t$  que mejoren el ajuste, etc.
2. Regresores generados automáticamente por *TRAMO* para recoger efectos de días laborables, efecto de Semana Santa y variables de intervención del tipo:
  - Variables 'dummy'.
  - Todo tipo de secuencias de unos y ceros.
  - $1/(1 - \delta B)$  de cualquier secuencia de unos y ceros con  $0 < \delta \leq 1$ .
  - $1/(1 - \delta_s B^s)$  de cualquier secuencia de unos y ceros donde  $0 < \delta_s \leq 1$ .
  - $1/((1 - B)(1 - B^s))$  de cualquier secuencia de unos y ceros.

Una vez especificado el modelo, el programa *TRAMO*:

1. Estima por máxima verosimilitud (o mínimos cuadrados condicionados o incondicionados) todos los parámetros del modelo seleccionado (tanto del de regresión como del modelo ARIMA general).
2. Detecta y corrige observaciones anómalas o 'outliers' de tipo aditivo, transitorios y de cambio de nivel.
3. Proporciona predicciones de las series con su correspondiente error cuadrático medio.
4. Interpola los valores no observados de forma óptima y calcula los errores cuadráticos medios.

El programa *TRAMO* dispone de una opción que realiza el tratamiento de 'outliers' y la identificación del modelo ARIMA automáticamente. La metodología utilizada viene descrita en [13], [7], [8], [9], [10] y [11].

## Extracción de señales de series linealizadas

El programa *SEATS* ('Signal Extraction in Arima Time Series') descompone series temporales en componentes inobservables o señales, siguiendo un método basado en modelos ARIMA desarrollado para la desestacionalización de series económicas (ver, por ejemplo, [5], [2], [3], [14], [1] y [15]).

*TRAMO* proporciona a *SEATS* la serie original, los efectos no estocásticos que ha estimado ('outliers', efecto de días laborables y de Semana Santa, variables de intervención, etc.), la serie linealizada (previamente interpolada, si procede), es decir,  $x_t$  en (1), y el modelo ARIMA estimado en (2).

*SEATS* descompone aditivamente <sup>2</sup> la serie linealizada  $x_t$ , que sigue el modelo especificado en *TRAMO*, en las siguientes componentes:

1.  $x_{pt}$ : componente de ciclo-tendencia. La tendencia recoge los movimientos de larga duración, o baja frecuencia, cuyo período es superior a los 32 trimestres (8 años). El componente cíclico recoge las oscilaciones cuya duración se sitúa entre 2 y 8 años. Dada la dificultad de discriminar entre oscilaciones tendenciales y cíclicas, es habitual trabajar con un componente mixto de ciclo y tendencia.
2.  $x_{st}$ : componente estacional. Recoge movimientos periódicos o cuasiperiódicos de duración inferior o igual al año.
3.  $x_{ct}$ : componente transitorio. Se trata de un componente estacional de media cero que recoge fluctuaciones transitorias que no deberían contaminar el ciclo-tendencia y la estacionalidad y que no siguen un patrón de ruido blanco.
4.  $x_{ut}$ : componente irregular. Hace referencia a los movimientos erráticos de ruido blanco que distorsionan la relación lineal entre la serie observada y sus componentes estructurales de ciclo-tendencia y estacionalidad.

El método de descomposición utilizado en *SEATS* descompone la serie  $x_t$  en componentes ortogonales que, salvo para el componente irregular, satisfacen la propiedad canónica (imposibilidad de extraer una serie de ruido blanco aditivo de los componentes, aumentando, por consiguiente, la estabilidad de los mismos). Los detalles de la metodología utilizada pueden consultarse en [16], [17], [18], [19] y [12].

---

<sup>2</sup>La descomposición multiplicativa se convierte en aditiva aplicando logaritmos a la serie original

## Referencias

- [1] Bell, W.R. y Hillmer, S.C. (1984). Issues Involved with the Seasonal Adjustment of Economic Time Series. *Journal of Business and Economic Statistics*, 2, 291-320.
- [2] Box, G.E.P. , Hillmer, S.C. y Tiao, G.C. (1978). *Analysis and Modeling of Seasonal Time Series*, en Zellner, A. (ed.), *Seasonal Analysis of Economic Time Series*, Washington, D.C.: US: Dept. of Commerce - Bureau of the Census, 309-334.
- [3] Burman, J.P. (1980). Seasonal Adjustmen by Signal Extraction. *Journal of the Royal Statistical Society A*, 143, 321-337.
- [4] Caporello, G. y Maravall, A. (2004). *Program TSW. Revised Reference Manual*. Julio 2004. Banco de España.
- [5] Cleveland, W.P y Tiao, G.C. (1976). Decomposition of Seasonal Time Series: A Model for the X-11 Program. *Journal of the American Statistical Association*, 88, 284-297.
- [6] EUROSTAT (2002). *Methodology of short-term business statistics. Interpretation and guidelines. 2002 edition*. Eurostat, Luxembourg.
- [7] Gómez, V. y Maravall, A. (1992). *Time Series Regression with ARIMA Noise and Missing Observations - Program TRAM*. EUI Working Paper ECO No. 92/81, Department of Economics, European University Institute.
- [8] Gómez, V. y Maravall, A. (1994). Estimation, Prediction and Interpolation for Nonstationary Series with the Kalman Filter. *Journal of the American Statistical Association*, 89, 611-624.
- [9] Gómez, V. y Maravall, A. (1996). *Programs TRAMO (Time series Regression with Arima noise, Missing observations and Outliers) and SEATS (Signal Extraction in Arima Time Series). Instructions for the User*. Documento de Trabajo 9628, Servicios de Estudios, Banco de España.
- [10] Gómez, V., Maravall, A. y Peña, D. (1999). Missing Observations in ARIMA Models: Skipping Approach Versus Additive Outlier Approach. *Journal of Econometrics*, 88, 341-364.
- [11] Gómez, V. y Maravall, A. (2001a), *Automatic Modelling Methods for Univariate Series*, Cap 7 en Peña D., Tiao G.C y Tsay, R.S. (eds.) *A Course in Time Series Analysis*, New York: J. Wiley and Sons.
- [12] Gómez, V. y Maravall, A. (2001b). *Seasonal Adjustment and Signal Extraction in Economic Time Series*, Cap 8 en Peña D., Tiao G.C. y Tsay, R.S. (eds). *A Course in Time Series Analysis*, New York: J. Wiley and Sons.

- [13] Harvey, A. (1990). *Forecasting, structural time series models, and the Kalman filter*. Cambridge University Press.
- [14] Hillmer, S.C. y Tiao, G.C. (1982). An ARIMA-Model Based Approach to Seasonal Adjustment. *Journal of the American Statistical Association*, **77**, 63-70.
- [15] Maravall, A. y Pierce, D.A. (1987). A Prototypical Seasonal Adjustment Model. *Journal of Time Series Analysis*, **8**, 177-193.
- [16] Maravall, A. (1988). *The Use of ARIMA Models in Unobserved Components Estimation*, en Barnett, W., Verndt, E. Y White, H. (eds). *Dynamic Econometric Modeling*, Cambridge: Cambridge University Press.
- [17] Maravall, A. (1993). Stochastic Linear Trends. *Journal of Econometrics*, **56**, 5-37.
- [18] Maravall, A. (1995). *Unobserved Components in Economic Time Series*, en Pesaran, H., Schmidt, P. Y Wickens, M. (eds). *The Handbook of Applied Econometrics*, vol.1, Oxford: Basil Blackwell.
- [19] Maravall, A. y Planas, C. (1999). Estimation Error and the Specification of Unobserved Component Models. *Journal of Econometrics*, **92**, 325-353.
- [20] Maravall, A. (2002). *Brief description of the programs*. Banco de España.