

**Banco Central de la República Dominicana  
Departamento de Programación Monetaria e  
Investigación Económica**

F  
RD  
1458

**División de Análisis de Coyuntura**

**Introducción al XI I-ARIMA/88  
Método de Ajuste Estacional**

**Santo Domingo, D.N.  
República Dominicana  
1996**

**Banco Central de la República Dominicana**  
**Departamento de Programación Monetaria e**  
**Investigación Económica**

F  
RD  
1458

**División de Análisis de Coyuntura**

**Introducción al**  
**XI I-ARIMA/88**  
**Método de Ajuste Estacional**

**Santo Domingo, D.N.**  
**República Dominicana**  
**1996**

## INTRODUCCION

Con el trabajo de Fourier en 1807, en el que se demuestra que una serie temporal se puede aproximar tanto como se quiera mediante la suma de términos de senos y cosenos, podemos decir que nace el análisis de series temporales.

Así, los modelos cuantitativos de series cronológicas pueden ser de dos tipos: a) univariantes y b) econométricos. Los primeros explican el comportamiento de una variable en función exclusiva de su pasado, y los segundos lo explican utilizando además la información presente y pasada de otras variables con las que está relacionada.

Un modelo ARIMA es un modelo correcto para describir a nivel univariante el comportamiento y características fundamentales de un fenómeno económico.

La modelización univariante de fenómenos dinámicos ha pasado de ser prácticamente desconocida por los economistas a finales de los años sesenta, a convertirse en la actualidad en una herramienta imprescindible en el análisis económico aplicado. En estos treinta y cinco años es reconocido y desarrollado el amplio potencial de las representaciones univariantes, y en particular de los modelos ARIMA.

La idea central de la modelización univariante es sencilla: si el objetivo es explicar el valor que toma, en un momento del tiempo concreto  $t$ , un fenómeno económico que muestra dependencia temporal, un procedimiento factible consiste en recoger información sobre su evolución a lo largo del tiempo, y explotar el patrón de regularidad que muestran los datos.

La principal característica de este enfoque reside en que, para la construcción de un modelo univariante, la única información muestral necesaria es la referida al propio fenómeno a analizar. Esto constituye, a la vez, la gran ventaja y la mayor limitación de este tipo de modelización.

El puente entre los desarrollos teóricos y los procedimientos aplicados se ha extendido con la introducción por Box y Jenkins (1970) de los modelos ARIMA. Estos modelos generalizan los modelos ARMA permitiendo que no sea la serie original, sino una versión de la misma debidamente diferenciada, quien venga determinada por un modelo estacionario ARMA. Es decir, Box y Jenkins introducen un contexto teórico en el que las series pueden ser evolutivas, pues, no son sus niveles, sino sus incrementos o los incrementos de éstos, quienes tienen un comportamiento estacionario.

Los modelos ARMA constituyen la representación puramente autoregresiva AR (regresión de una variable sobre sí misma desfasada), de un proceso estocástico estacionario y la representación puramente de medias móviles, MA (media de componentes distribuidos de una variable en el tiempo). En resumen, un modelo ARMA no es más que una formulación operativa, a través de una función lineal de los infinitos retardos más una innovación, del proceso generador de datos de un fenómeno estacionario.

La restricción de estacionariedad, que no se cumple en muchos fenómenos económicos, al sustituirse por la restricción de "no estacionariedad homogénea", la extensión del modelo ARMA se conduce a un modelo ARIMA, en el que la estructura del modelo ARMA se le añaden operadores de diferencias. El objetivo último de estos operadores es transformar una serie originalmente no estacionaria a una serie estacionaria, y a la que por tanto se le pueda aplicar la teoría estadística de inferencia en procesos estocásticos estacionarios.

En cualquier proceso ARIMA hay que determinar primero el orden de diferencias,  $d$ , y a continuación los órdenes  $p$  y  $q$  antes de estimar sus parámetros. El valor de  $d$  suele ser pequeño, ya que en la mayoría de los casos no es superior a dos. Pero para que un modelo ARIMA sea útil en el análisis económico aplicado es necesario que  $p$  y  $q$  tomen también valores pequeños, pues en otro caso es difícil de especificar el modelo conociendo únicamente una serie temporal relativamente corta de la variable a modelizar.

La estacionariedad en la primera o segunda derivadas es la que confiere un carácter relativamente homogéneo a las series generadas por modelos ARMA. Enfocando el problema a partir de la transformación (diferenciación) de la serie real que es estacionaria, tenemos que mediante la aplicación, una o dos veces, de un procedimiento de suma, integración (que es la transformación inversa a la diferenciación) de la serie estacionaria se llega a la serie real; de ahí el nombre de modelos Auto regresivos Integrados y de medias móviles (Moving Averages).

El X11-ARIMA es un método de ajuste estacional derivado del método II-X-11, desarrollado por Julius Shiskin, Allan H y John C. Musgrave en 1967. Desarrollado inicialmente en el United States Bureau of the Census hacia 1967, el sistema ha sido perfeccionado continuamente y hoy en día es la metodología más conocida y utilizada para desestacionalizar y descomponer series de tiempo económicas.

La principal desventaja que presenta este método es que cuando se agregan datos a la serie, frecuentemente se producen grandes cambios en los factores estacionales, incluso para las observaciones de varios años atrás. Además, se pueden mencionar otras desventajas del método II-X-11, a saber:

- Carece de un modelo que se ajuste a la serie.
- Las estimaciones para las observaciones de los últimos años no tienen el mismo grado de confianza que para las observaciones centrales. Esto se debe a que las primeras y últimas observaciones no pueden ser calculadas con el mismo conjunto de pesos simétricos.

Aproximadamente desde 1973 la Dra. Estela Bee Dagum, de la División de Análisis de Investigación de series de tiempo -del Statistics Canadá-, conducía su investigación a remediar estas deficiencias del método II-X-11, hasta que logró diseñar un método denominado X-11-ARIMA, -que consiste en extender la serie original en 1 o 2 años, con base en un modelo ARIMA del tipo Box y Jenkins, para luego hacer el ajuste estacional con el método II-X-11 sobre la serie extendida. La combinación de estos dos

procedimientos reduce significativamente el número de las revisiones del pronóstico y de los factores estacionales.

El método X-11-ARIMA fue adoptado oficialmente por Statics Canadá en 1975 y fue aplicado por dos programas de computación distintos: i) el programa que proyecta la serie con base en el modelo ARIMA identificado por el usuario; ii) el II-X-11 que hace el ajuste estacional sobre la serie extendida.

Posteriormente, debido a que con el tiempo se encontró que un número reducido de modelos ARIMA se ajustaban satisfactoriamente a un gran número de series, y a que el manejo de dos programas distintos resultaba poco práctico, se desarrolló una versión automática llamada X11-ARIMA, conocida como la versión 1980. El X11-ARIMA, combina los dos programas en uno, y escoge entre cinco modelos ARIMA el que mejor se ajuste a la serie, de acuerdo con ciertos niveles de aceptación.

Actualmente se dispone del X11-ARIMA/88, que es una versión mejorada de X11-ARIMA de 1980 que incluye, entre otros, un nuevo conjunto de modelos ARIMA con nuevos niveles de aceptación que serán utilizados en la opción automática de ajuste del modelo. Además, el X11-ARIMA/88 puede ser aplicado de dos formas: con extrapolación de la serie con base en el modelo ARIMA elegido automáticamente por el programa o asignado por el usuario (comando MODELS); sin extrapolar la serie, en cuyo caso se asemeja a los resultados obtenidos por el método II-X-11.

Así, el presente documento tiene como finalidad facilitar el aprendizaje del paquete X11 ARIMA/88 como herramienta para la aplicación de modelos ARIMA, útiles para el pronóstico y la extracción de señales de una serie de tiempo. Con este fin, en el primer capítulo se resumen algunos de los aspectos más importantes del método utilizado por el X11 ARIMA/88, en el segundo capítulo se resumen algunos de los aspectos más importantes del método X11 ARIMA/88 y sobre cómo utilizarlo y, finalmente, en el tercer capítulo se presentan varios ejemplos.

## EL METODO X11 ARIMA/88

### 1. GENERALIDADES

El desarrollo del X11 ARIMA, presentado en 1975 y mejorado hasta su versión de 1988, consistió en la incorporación de los modelos ARIMA al método II-X-11, utilizado desde 1967 para el ajuste estacional de las series de tiempo. Los modelos ARIMA permiten extender la serie a ambos lados, antes de efectuar el ajuste estacional, con el objetivo de que los coeficientes estacionales calculados sean más estables.

De la incorporación de la parte ARIMA se derivan una serie de ventajas que conviene enumerar:

1. El modelo ARIMA juega un papel muy importante en la estimación de los factores estacionales. Ya que la serie es extendida con observaciones extra, los filtros aplicados para hacer el ajuste estacional a las observaciones finales son cercanos a los filtros utilizados para las observaciones centrales. Por tanto, el grado de confianza de las estimaciones obtenidas sobre la serie extendida es mayor que aquellas obtenidas sobre la serie sin extender, y la magnitud de las revisiones se ve reducida significativamente. En general, los factores estacionales actuales no requieren ser revisados más de dos veces (interacción); incluso, para muchas series, una sola revisión puede dar factores estacionales estables (finales).
2. Otra ventaja importante del uso de los modelos ARIMA en el ajuste estacional es que se tiene un modelo para toda serie. La existencia de un modelo que se ajuste bien a los datos, es consistente con el hecho de que la serie se pueda descomponer. Es decir, sin ningún modelo ARIMA puede ser ajustado a la serie (el cual simplemente describe la estructura de la serie como una función de valores pasados y disturbios aleatorios desfasados), entonces ninguna descomposición en *tendencia*, *ciclo* y *estacionalidad* tiene sentido; pues, la falta de ajuste de un modelo ARIMA indica que la serie es determinística o un proceso puramente aleatorio o que está dominada por el componente *irregular* que hace los movimientos sistemáticos no identificables. Además, esto puede indicar deficiencias en la forma de obtención de la información o intervalos muestrales inadecuados.
3. Otra ventaja de tener un modelo ARIMA para los datos es que la media y la variancia de la serie original puede ser calculada, y entonces se pueden obtener intervalos de confianza que permitan la identificación de valores extremos, importantes principalmente al final de la serie, así como efectuar pronósticos acompañados de un margen de error.

El procedimiento utilizado por el X11 ARIMA/88 consiste básicamente en:

Definir un modelo autorregresivo integrado de medidas móviles (ARIMA), del tipo Box y Jenkins. Este modelo puede ser especificado por el usuario o puede ser elegido en forma automática por el programa.

2. Extrapolar un año a cada lado de la serie con el modelo ARIMA definido previamente.
3. Hacer el ajuste estacional con medidas móviles sobre la serie extendida. Además, extrae los componentes *tendencia-ciclo e irregular*.

La evolución de una variable que muestra diversas oscilaciones hace imprescindible la extracción de una línea firme de evolución, como paso previo para un análisis del comportamiento de la variable. El seguimiento de un determinado fenómeno a través de la evolución observada puede generar grandes incertidumbres, y parece aconsejable realizar dicho seguimiento a partir de lo que se conoce *nivel subyacente* (serie desestacionalizada), que se puede definir como la evolución firme que hay detrás de la trayectoria observada, una vez que de esta última se eliminan las oscilaciones estacionales y las perturbaciones irregulares o de corto plazo.

Tal y como se ha definido, es evidente que la serie *desestacionalizada* no puede contener más información que la serie observada. Su ventaja respecto a la serie original es haber eliminado de ésta un conjunto de componentes que, muchas veces, no son relevantes desde el punto de vista de las necesidades del analista de coyuntura.

#### ¿Qué clase de oscilaciones es conveniente eliminar?

Pueden ser de muy distinto tipo. Para el análisis de las series de tiempo, éstas se descomponen en cuatro factores, a saber:

(D12) Tendencia (T): Es un movimiento de larga duración que se mantiene durante el período de observación. Da una idea del aumento, disminución, aceleración y desaceleración del fenómeno en estudio. La tendencia o el componente tendencial, recoge aquella parte de la variable económica que está relacionada, principalmente, con factores de largo plazo. La tendencia es lo que queda de la serie original al eliminar de la misma los componentes cíclicos e irregular.

(D10) Variación Estacional (S): Son los movimientos que se producen dentro de un período anual. La serie puede contener también oscilaciones cuasiperiódicas de media ciclo; de éstas, las más importantes son las de periodicidad anual o submúltiplo del año (trimestres, mensuales, etc.), en cuyo caso se conocen como oscilaciones estacionales o de componente estacional.

(D12) Movimientos Cíclicos (C): Son oscilaciones alrededor de la tendencia producidos por períodos alternativos de prosperidad y depresión. Hay ciertas series que contienen oscilaciones cíclicas debido a la actividad económica, y cuya periodicidad oscila entre los dos y cinco años. Suelen ser menos frecuentes y menos sistemáticas que las estacionales, pero cuando existen reciben el nombre de componente cíclico.

(D13) Movimientos Irregulares (I): Son las oscilaciones erráticas o accidentales que obedecen a variadas causas. No siguen ningún patrón específico de comportamiento y por tanto no son imprescindibles. Las oscilaciones irregulares o no sistemáticas, en general, sólo afectan a la serie en el momento en que ocurren y normalmente tienen estructura puramente aleatoria (ruido blanco).

Además, la descomposición de una serie temporal se puede realizar con base a dos esquemas:

- Aditivo:  $Y_t = T + S + C + I$ ; cuando los componentes son independientes entre sí, o se presentan valores negativos o ceros. Se supone que los componentes se combinan de forma aditiva para formar la variable observada.
- Multiplicativo:  $Y_t = T \times S \times C \times I$ ; componentes dependientes entre sí, o cuando el nivel de las series es muy cambiante. Aquí, los componentes estacional e irregular son una determinada proporción de la tendencia, y no una cantidad absoluta que se añade a ésta independientemente del valor que dicha tendencia tenga.

En la práctica resulta muy difícil distinguir la tendencia del componente cíclico, sobre todo cuando ambas se suponen estocásticas. De ahí que, en vez de procurar separarlas, ambas se combinen en un componente que se denomina *tendencia-ciclo*. Para simplificar la terminología y la notación, a esa tendencia-ciclo se le llama *Curva de Henderson* o simplemente tendencia y se denota por T; pero se sobreentiende que, en aquellos casos en que la serie presenta ciclos de actividad, en la tendencia se combinan dichos ciclos y una tendencia en sentido estricto.

(D11) Serie Ajustada o Desestacionalizada (D1): Es el resultado de combinar en un sólo componente la tendencia y el ciclo irregular. Esta serie se define como la trayectoria de avance firme y suave de una serie de tiempo, una vez que a los datos originales se les ha extraído aquellas oscilaciones que dificultan el seguimiento del fenómeno de interés. La serie desestacionalizada muestra una evolución más *plana* que la serie original, ya que al suprimir el componente estacional se elimina, en general, la mayor causa de las oscilaciones a corto plazo del fenómeno observado.

## 2. SELECCION AUTOMATICA DEL MODELO ARIMA

El X11 ARIMA/88 puede ajustar en forma automática un modelo ARIMA a una serie de datos, o bien, puede utilizar un modelo que le sea especificado por el usuario; este modelo es requerido para extrapolar un año a cada lado de la serie, antes de hacer el ajuste estacional. En el primer caso -ajuste automático- el usuario sólo requiere introducir los datos y el programa se encarga de escoger el modelo que mejor se ajuste, de acuerdo a ciertos niveles de aceptación. Para ello se requiere que la serie tenga un mínimo de 5 años; para series mayores de 15 años, sólo los últimos 15 años son usados en el ajuste del modelo ARIMA. La opción automática del X11 ARIMA/88 posee cinco modelos estándares que son ajustados a las series, en el siguiente orden:

- |    |         |         |
|----|---------|---------|
| 1. | (0,1,1) | (0,1,1) |
| 2. | (0,1,2) | (0,1,1) |
| 3. | (2,1,0) | (0,1,1) |
| 4. | (0,2,2) | (0,1,1) |
| 5. | (2,1,2) | (0,1,1) |

## Selección y aceptación del modelo

- Si el modelo 1 pasa los niveles de aceptación los modelos restantes no son utilizados, pero si el modelo 1 falla se ajusta el modelo 2. Si el modelo 2 falla se intenta con el 3 y así sucesivamente.
- Si el modelo es aditivo y hay ceros o valores negativos en la serie, sólo el modelo (2,1,2) (0,1,1) es probado. Además, este quinto modelo no se ajusta en forma automática debido al tiempo que demanda su procesamiento, sino que debe ser especificado por el usuario en el modo "USER SUPPLIED MODEL".

Si todos los modelos fallan quedará impreso un mensaje como el siguiente:

**\*\*\*ALL MODELS FAILED\*\*\***

**THE AVERAGE FORCAST PROBABILITY MUST BE LESS THAN 15%, THE CHISQUARE PROBABILITY MUST BE GREATER THAN 5%, AND EVIDENCES OF OVERDIFFERENCING MUST NOT BE PRESENT.**

**NO ARIMA FORCAST MADE BY THE AUTOMATIC OPTION.  
USER SHOULD IDENTIFY NEW MODEL OR CAN STILL APPLY REJECTED MODEL IF CONSIDERED SATISFACTORY FOR HIS/HER SERIES.**

Aún en este último caso, los componentes *Tendencia-Ciclo* y *Estacional* serán estimados a través de promedios móviles sobre la serie original. Sin embargo, en dichos casos el usuario puede utilizar otras herramientas de computación para estimar el modelo ARIMA que mejor se ajusta a la serie, o bien puede escoger entre los modelos ARIMA rechazados el que más se acerque a los límites de aceptación establecidos por el usuario. Posteriormente, el modelo elegido deberá ser especificado al X11 ARIMA/88 en la forma de "USSER SUPPLIED MODEL", para que lo utilice en la extrapolación de la serie, antes de efectuar las estimaciones de los componentes de la misma.

La escogencia automática del modelo se hace a través de tres criterios:

### a) TEST DE ALEATORIEDAD DE LOS RESIDUOS AL 5%

Para probar si el modelo ajustado es bueno se prueba la hipótesis de aleatoriedad de los residuos ( $H_0: r_i = 0$ ), con el método desarrollado por BOX-PIERCE. La formulación del estadístico es la siguiente: -

$$Q_k = T * \sum r_i^2 (\hat{\epsilon}); Q_k \sim X^2 (k-p-q) gl^{\circ}$$

donde:  $(\hat{\epsilon})$  son los residuos del modelo ARIMA.  
 $(r_i^2)$  es la autocorrelación de los residuos del retardo  $i$ .  
 $(T)$  es el número de observaciones.  
 $(gl^\circ)$  son los grados de libertad.

La probabilidad del estadístico  $Q_K$  se compara con la probabilidad establecida para la distribución Chi-Cuadrado (5%), de modo que:

Si la Probabilidad  $(Q_K) < 5\%$  se rechaza  $H_0$ , es decir, se rechaza el modelo.

#### b) Error medio de pronóstico ( $\hat{\epsilon}$ )

Para determinar la bondad de los pronósticos que se produzcan con el modelo, se calcula el error medio de pronóstico, en términos absolutos, para los últimos tres años de información. El X11 ARIMA/88 establece que el error medio de pronóstico debe ser menor al 15%, en caso contrario el modelo probado será rechazado.

Si el error medio de pronóstico  $(\hat{\epsilon}) > 15\%$  se rechaza el modelo.

#### c) Que no haya evidencia de sobrediferenciación

Cuando una serie no es estacionaria, es decir, no tiene media y variancia constantes, se requiere diferenciar varias veces la serie original hasta que resulte estacionaria; sin embargo, algunas veces se efectúan más diferenciaciones de las que realmente son necesarias. Las formas más comunes de detectar el abuso en la diferenciación son las siguientes:

- La suma de los parámetros ordinarios de medias móviles es mayor que 0.90.
- El valor del parámetro estacional de medidas móviles es mayor a 0.90.

El modelo ajustado será rechazado si hay evidencias de sobrediferenciación, ya que esto sugiere que se debe trabajar con un modelo más parsimonioso.

El procedimiento de selección automática del modelo ofrece las siguientes opciones:

- El modelo expresado en su forma clásica  $(p,d,q)$   $(P,D,Q)$ .

- La transformación efectuada a los datos antes de ajustar el modelo.
- El porcentaje de error medio de extrapolación para los últimos 3 años (para cada año y el promedio de los tres años). Si el error medio es mayor al 15% se rechaza el modelo.
- La probabilidad de  $X^2$  para probar la hipótesis de aleatoriedad de los residuos. Si la probabilidad  $X^2$  es menor al 5% se rechaza el modelo
- El coeficiente de determinación  $R^2$ .
- Los valores estimados de los parámetros:

AR regular:	Ø
AR estacional	Ø
MA regular	Ø
MA estacional	Ø

Seguidamente se presenta un ejemplo de las instrucciones requeridas para la elección automática del modelo:

```
COMMAND: TITLE EJEMPLO DE SELECCION AUTOMATICA DEL MODELO;
COMMAND: RANGE 12 1980 1 1989 12;
COMMAND: SA (ITBIS, 0, 0);
```

El comando SA (Seasonal Adjusted) ajusta el modelo ARIMA, extrapola la serie y hace el ajuste estacional, a la vez que genera un conjunto de tablas y gráficos de los componentes de la serie. En este comando, ITBIS es el nombre asignado por el usuario a la serie de datos; el primer cero indica que la relación entre los componentes de la serie será de tipo multiplicativo (tipo de modelo a colocar); el segundo cero indica que el ajuste del modelo ARIMA se hará en forma automática (tipo de extrapolación a elegir).

### 3. IDENTIFICACION DEL MODELO ARIMA POR PARTE DEL USUARIO

Tal como se mencionó en el punto anterior, cuando en la forma automática de selección del modelo todos los modelos fallaron, el usuario puede escoger entre los cuatro modelos automáticos el que haya resultado medianamente aceptable; por ejemplo, aquel en que la probabilidad del  $X^2$  esté entre 5% y 10% o, para series altamente irregulares, aquel en que el error de pronóstico sea mayor al 15 por ciento. La forma de abordar cada aspecto es la siguiente:

### Corrección por baja probabilidad del $X^2$ :

Una baja probabilidad del  $X^2$  indica que los residuos del modelo ajustado están autocorrelacionados. Frecuentemente se debe a que la transformación logarítmica es innecesaria o viceversa. En otros casos, esto es el resultado de sobrediferenciación.

### Corrección por evidencia de sobrediferenciación:

Una forma más común de detectar la sobrediferenciación es cuando la suma de los parámetros de medidas móviles regulares  $0_i$  o el parámetro estacional  $0_i$  es mayor a 0.90.

La otra evidencia es que la sobrediferenciación conduce a la cancelación de parámetros sugiriendo un modelo más parsimonioso.

### Corrección por altos errores de extrapolación:

Generalmente, al corregir por la probabilidad del  $X^2$  y/o por evidencias de sobrediferenciación, los errores de extrapolación son reducidos; de lo contrario el usuario debe ajustar su propio modelo con algún programa de computación.

Si ninguno de los modelos automáticos resulta satisfactorio, el usuario deberá consultar otras herramientas computacionales que le ayuden a determinar el mejor modelo ARIMA para su serie e introducirlo al X11 ARIMA/88, de modo que el usuario especializado pueda directamente especificar el modelo deseado sin consultar la opción automática.

No obstante, cabe recordar que existe un quinto modelo previsto por el X11-ARIMA/88 que no se prueba en la opción automática debido al tiempo que toma su ejecución. Este modelo, (2,1,2) (0,1,1), puede ser indicado por el usuario ya sea para compararlo con el modelo elegido en la opción automática, o porque ninguno de los cuatro modelos estándares resultara adecuado. Más aún, los cinco modelos previstos por X11 ARIMA/88 pueden ser ajustados uno a uno, utilizando la especificación por parte del usuario, y comparar la bondad de ajuste entre tales modelos. Esto obvia la desventaja de la opción automática, en el sentido de que escoge el primer modelo que pase los niveles de aceptación, sin probar si existe uno mejor dentro del resto de los modelos que se quedan sin ajustar.

El comando SA es utilizado para ajustar el modelo ARIMA y efectuar el análisis estacional, tanto con el modelo brindado por el usuario o el que escoja automáticamente el programa. En el primer caso, el usuario debe utilizar la opción MODEL del comando SA para especificar el modelo deseado; la especificación se hace en el mismo orden de la notación (p,d,q) (P,D,Q), tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

```
COMMAND: TITLE EJEMPLO DE ESPECIFICACION DEL MODELO ARIMA
COMMAND: RANGE 12 80 01 89 12;
COMMAND: SA (ITBIS, 0, 3) MODEL LOG 0 2 1 0 1 1;
```

De igual forma, ITBIS es el nombre asignado por el usuario a la serie de datos; el cero indica que la relación entre los componentes de la serie es *multiplicativa*; el tres indica que

se debe utilizar el *modelo especificado* por el usuario, el cual corresponde a un ARIMA (0,2,1) (0,1,1).

Aunque cualquier modelo puede ser especificado por el usuario, existen varias restricciones sobre el número de parámetros del modelo, las cuales se listan seguidamente:

- El número total de parámetros debe ser menor o igual a 8, esto es,  $p+q+P+Q \leq 8$ .
- Debe haber como máximo 4 parámetros autorregresivos o de medidas móviles, ya sean regulares o estacionales, es decir,  $p,q,P,Q \leq 4$ .

Lo anterior no parece restringir demasiado el trabajo del usuario ya que en la práctica usualmente se trabaja con modelos con 1 o 2 parámetros autorregresivos o de medias móviles.

## UTILIZACION DE X11 ARIMA/88

### 1- Accesando al X11ARIMA/88

El programa X11ARIMA/88 es de fácil utilización y contiene un reducido número de comandos. Se compone de dos módulos:

- X11AR.EXE
- XA88.EXE

El X11AR.EXE es el módulo que permite indicar cuáles son las instrucciones que se desean ejecutar y a que datos se van a aplicar; es decir, constituye el primer paso en la ejecución del X11ARIMA/88. En este módulo los comandos o instrucciones pueden ser introducidos uno a uno desde el teclado o pueden estar almacenados en un archivo de instrucciones previamente creado.

Algunos comandos reciben respuesta inmediata, tal como los relacionados con la entrada de datos; el resto de los comandos sólo serán ejecutados con el módulo XA88. Este es el caso de los comandos SA, COMP BEGIN, COMP END.

El XA88 es el módulo que se encarga de efectuar el análisis de los datos, de acuerdo con los comandos y opciones especificados previamente en el módulo X11AR. Aquí es necesario especificar el nombre del archivo donde quedarán almacenados los resultados.

#### 1.1 MODULO X11AR.EXE:

En este módulo se indican los comandos que se desean ejecutar y se revisa la sintáxis de los comandos, por lo cual el usuario recibirá un mensaje de error si el procedimiento definido es incorrecto. Existen dos formas en que se pueden introducir los comandos: *iteractiva* y *"batch"*, como se explicará seguidamente. Antes, es oportuno señalar que en cualquiera de estas dos formas los datos que serán utilizados - y que deben ser especificados en este módulo- pueden ser leídos desde un archivo de datos o pueden ser digitados desde el teclado, tema que se aborda en el punto 3.

Al finalizar el trabajo con el módulo X11AR, se genera un archivo temporal llamado "PPO.TMP". Este archivo contendrá resultados de algunos de los comandos que se han ingresado en X11AR, básicamente de aquellos que se refieren a la entrada de datos, tales como PRTDATA, PRTAV, LIST y TITLE. Este archivo permanece invariable hasta que se efectúe otra sesión de trabajo con X11AR, en cuyo caso quedarán almacenados los resultados correspondientes a la última sesión. Asimismo, el archivo ITBIS.OUT contendrá, al terminar la sesión de trabajo de la tirada, por ejemplo, ITBIS.PRN, los comandos elegidos por el analista para la configuración del modelo, tales como MAVS, TCMA, PRTDEC, CHART, PRINT, HORIZON, etc.

## Mensajes:

- "Return code 12" Esto significa que algún comando esta incorrecto, en cuyo caso el módulo XA88 no procesa la información.
- "Stop-Program terminated": Esto indica que la sintáxis es correcta y que se puede proseguir con el módulo XA88.

### 1.1.1 Forma interactiva

El trabajo en forma interactiva es el más utilizado por los usuarios de este paquete, debido al escaso número de comandos que posee. Consiste en ingresar al módulo X11AR del X11ARIMA/88 y digitar uno a uno los comandos que se desean procesar, ello después de cada "COMMAND:" solicitado por el programa, del siguiente modo:

```
C:>X11AR (enter)
ENTER INPUT DATA FILENAME: A: ITBIS.PRN (enter)
COMMAND: RANGE 12 80 01 88 12;
COMMAND: TITLE: PRUEBA DEL METODO ITERACTIVO;
COMMAND: X11ARDATA FORMAT(F11.1) ITBIS.PRN;
ITBIS      AVAILABLE RANGE: 12 80 01 88 12
COMMAND: SA (ITBIS,0,0) MAVS 3 TCMA 1 PRTDEC 1 CHART 0 PRINT 4;
FINISHED PROCESSING ITBIS
:
:
:
COMMAND: END;
```

### 1.1.2 Forma "Batch"

Para trabajar del modo "batch" se requiere crear previamente un archivo en formato ASCII, que contenga el conjunto de comandos que se desean ejecutar. Posteriormente en el módulo X11AR, sólo se requiere indicar el nombre del archivo que contiene los comandos, tal como se indica seguidamente:

El archivo de comandos, llamado por ejemplo COMANDOS.PRO, luce así:

```
ITBIS
READ DATOS.DAT;
TITLE PRUEBA DEL METODO BATCH;
RANGE 12 80 1 88 12;
SA (ITBIS,0,0)
END;
```

Posteriormente, ese archivo será ejecutado desde el sistema operativo con la siguiente instrucción:

C:>X11AR COMANDOS.PRO

También, se puede ingresar al módulo X11AR, leer los datos y seguidamente leer un archivo que contenga las instrucciones a ejecutar, por ejemplo:

Archivo de comandos:

```
RANGE 12 80 1 88 12;
TITLE PRUEBA DE OTRA FORMA DE BATCH;
SA (TTBIS,0,0);
END;
```

Instrucciones:

```
C;>X11AR (enter)
ENTER INPUT DATA FILENAME: (enter)
COMMAND: READ DATOS.DAT;
COMMAND; READ COMANDOS.PRO;
```

Este método de trabajo realmente no es muy usado con X11ARIMA/88 debido a la facilidad que ofrece el método iterativo.

## 1.2 MODULO XA88.EXE:

Este módulo se encarga de efectuar el análisis de los datos, con base en los comandos y opciones especificados previamente en el módulo X11AR. Específicamente ejecuta los comandos SA, COMP-BEGIN, COMP-END.

Para iniciar el trabajo con XA88 es requisito:

- Haber ingresado previamente al módulo X11AR (ya sea en forma interactiva o "batch"), para especificar los datos a ser analizados y los comandos que deberán ser ejecutados.
- Especificar el nombre del archivo donde se almacenarán los resultados, por ejemplo RESULT.LST ó RESULT.OUT

La ejecución de este módulo se efectúa con las siguientes instrucciones:

- C>XA88 (enter)  
File NAME for UNIT 9 (for the tables) - RESULT.LIST ó A:\RESULT.OUT

o bien directamente con:

- C:>XA88 >RESULT.LST (enter) ó C:>XA88 >RESULT.OUT (enter)

Al finalizar satisfactoriamente la ejecución se emite el siguiente mensaje:

```
END OF X-11 ARIMA
Stop - Program terminated
```

## 2. MANEJO DE ARCHIVOS DEL X11ARIMA/88

Es importante distinguir los tres distintos tipos de archivos que pueden ser utilizados cuando se trabaja X11ARIMA/88, a saber: archivos de datos, archivos de comandos y archivos de resultados.

### 2.1 Archivos de datos: nombre.DAT ó nombre.PRN

Tener un archivo de datos es opcional, pero se recomienda su uso cuando se trabaja con conjuntos voluminosos de información. Ya que para trabajar con modelos ARIMA se requiere como mínimo 5 años de información (mensual o trimestral).

Los datos que lee el ARIMAX11/88 deben estar en formato ASCII. El nombre que se le asigne a este archivo es arbitrario, sin embargo es recomendable una misma extensión que ayude al usuario a distinguir, dentro de un conjunto de archivos, cuáles son archivos de datos para el X11ARIMA/88. Se puede utilizar por ejemplo, la extensión DAT ó PRN o cualquier otra que resulte conveniente.

Una descripción detallada de la forma de estos archivos se presenta en el punto 3 siguiente.

### 2.2 Archivo de comandos: nombre.PRO

También es opcional la utilización de un archivo que contenga las instrucciones que se desean ejecutar, ya que éstas pueden ser indicadas desde el teclado a través del modo interactivo en el módulo X11AR. Si se utilizan archivos de comandos éstos también deben estar en formato ASCII.

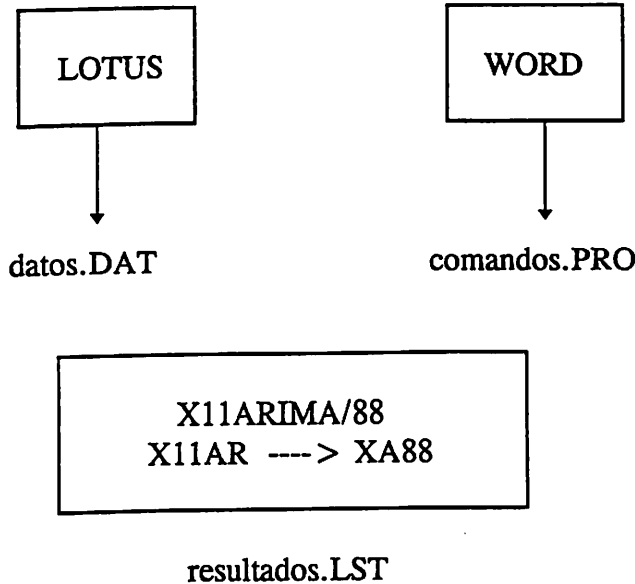
De igual forma es recomendable mantener una misma extensión del nombre de estos archivos que facilite su identificación, tal como la extensión PRQ, derivada de la palabra PROgrama.

### 2.3 Archivos de resultados: nombre.LST

Este tipo de archivos no es opcional. El nombre en el que quedarán almacenados los resultados debe ser suministrado al X11ARIMA/88 al ejecutar el módulo XA88.

El nombre que se le asigne si es arbitrario, pero se derivan ventajas de usar la misma extensión para esta clase de archivos, tal como LST (de listado).

La relación que existe entre estos tres tipos de archivos se detalla en el gráfico siguiente, que además ayuda a comprender esta relación, así como a vincular en esta parte el uso del *software* conocido.



### 3- LECTURA DE DATOS CON X11ARIMA/88

El X11ARIMA/88 permite utilizar únicamente datos anuales, mensuales o trimestrales.

Existen dos formas básicas de leer datos, desde un archivo de datos tipo ASCII (texto) previamente construido o digitando los datos desde el teclado cada vez que se efectúe una sesión de trabajo: este último caso equivale a incluir los datos dentro del conjunto de instrucciones que se van a ejecutar en forma de "batch".

La construcción de archivos de datos parece ser lo más conveniente, debido a que generalmente se trabajará con series de datos voluminosas. Sin embargo, ambas formas se exponen seguidamente.

#### 3.1 ARCHIVOS DE DATOS

Un archivo de datos para el X11ARIMA/88 puede ser construido desde cualquier "software" disponible, tal como LOTUS, EXCELL o WORD, que permita generar archivos tipo ASCII o texto.

El X11ARIMA/88 acepta los datos tanto en formato libre como en cualquiera de los formatos especificados (veáse el anexo), como se explica seguidamente.

### 3.1.1 Archivo de datos con formatos

Algunas veces se tiene (o se desea tener) un archivo de datos que está almacenado en un formato específico. Para estos casos el X11ARIMA/88 tiene definidos algunos formatos estándares que puede leer (BUILD-IN) pero también ofrece la opción para que el usuario especifique su propio formato (USER-SUPPLIED).

El nombre del archivo de datos (con formato) debe ser especificado cuando en el módulo X11AR, la máquina indica:

ENTER INPUT DATA FILENAME:

Luego, los datos serán leídos utilizando el comando X11ARDATA, en el cual se debe especificar el formato en que están almacenados los datos, del siguiente modo:

#### Formato BUILD-IN:

```
ENTER INPUT DATA FILENAME: DATOS.DAT;
COMMAND: RANGE 12 1980 01 1989 12;
COMMAND: X11ARDATA p t d;
COMMAND: (etc)
```

donde p indica la periodicidad de los datos,  
t es el formato predefinido, y  
d indica el número de decimales.

#### Formato USER-SUPPLIED:

```
ENTER INPUT DATA FILENAME: DATOS.DAT;
COMMAND: RANGE 12 1980 01 1989 12;
COMMAND; X11ARDATA FORMAT (F) id1 id2...
command: (etc)
```

donde F es el formato escrito en FORTRAN, y id1, id2, son los nombres de las variables.

Cabe señalar que el comando X11ARDATA solo puede ser ejecutado una vez en cada sesión de trabajo. Además, debe estar precedido por el rango de datos que van a ser leídos.

Los formatos están definidos en el lenguaje FORTRAN, con la siguiente nomenclatura, donde w indica la amplitud de la cifra y d el número de decimales.;

Aw: alfanumérico;  
Iw: enteros (sin punto decimal, además Iw Fw.0);  
Fw.d: con punto decimal;  
Ew.d: notación exponencial;

wX: para saltar espacios;  
/: para saltar al siguiente registro.

Resumiendo, cuando los datos tienen alguno de los formatos estándares definidos por X11ARIMA/88 (BUILD - IN), sólo se requiere indicar a cuál formato se refiere. Si los datos poseen un formato especial definido por el usuario (USERS-SUPPLIED), es requisito indicar tal formato. A continuación se presentan dos ejemplos que utilizan archivos de datos almacenados con distintos formatos con su correspondiente comando de lectura. En todos los casos los datos son leídos por fila.

#### Formato BUILD-IN:

```
ENTER INPUT DATA FILENAME: DATOS.DAT
COMMAND: RANGE 4 89 1 92 4;
COMMAND: X11ARDATA 4 5 0;
```

El archivo de datos correspondiente luce así:

```
(A6) (12) ----- (4F12.0)-----
VAR1 89  xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx ..... xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
VAR1 90  xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx ..... xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
VAR1 91  xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx ..... xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
VAR1 92  xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx ..... xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

#### Formato USERS-SUPPLIED:

```
ENTER INPUT DATA FILENAME: DATOS.DAT
COMMAND: RANGE 4 89 1 92 4;
COMMAND: X11ARDATA FORMAT (4 (F8.2, 2X)) VAR1;
```

El archivo de datos correspondiente luce así:

```
xxxxx.xx  xxxxx.xx xxxxx.xx xxxxxx.xx
xxxxx.xx  xxxxx.xx xxxxx.xx xxxxxx.xx
xxxxx.xx  xxxxx.xx xxxxx.xx xxxxxx.xx
xxxxx.xx  xxxxx.xx xxxxx.xx xxxxxx.xx
```

### 3.1.2 Archivo de datos en formato libre

El X11ARIMA/88 permite leer archivos de datos ASCII en formato libre, es decir, aquellos en que los datos solo requieren estar separados por al menos un espacio en blanco. En este caso cuando la máquina indica "ENTER INPUT DATA FILENAME:" no se requiere especificar el nombre del archivo de datos, sino cualquier nombre que no produzca

ningún resultado, tal como DUMMY, BELLO o simplemente oprimiendo la tecla (enter) retorno. Posteriormente, los datos serán leídos utilizando el siguiente comando:

```
ENTER INPUT DATA FILENAME: (enter)
COMMAND: READ DATOS.DAT;
COMMAND: (etc)
```

Cabe señalar que el nombre del archivo de datos debe estar precedido de la dirección donde se encuentra almacenado, por ejemplo READ C:\X11AR\ADOLFO\DATOS.DAT.

Este tipo de archivos de datos es muy práctico, ya que pueden ser construidos con un mínimo de esfuerzo.

Las series de datos en formato libre deben estar precedidas por el comando DATA (ver página 78 del manual) y finalizar con un punto y coma. Si el archivo de datos contiene más de una serie, éstas deben estar precedidas por otro DATA y deben ubicarse al final de cada serie.

A continuación se presenta un ejemplo con los comandos requeridos para leer dos series de datos, almacenadas en un archivo en formato libre:

```
ENTER INPUT DATA FILENAME: (enter)
COMMAND: READ PRUEBA.DAT
```

El archivo de datos correspondiente luce así:

```
DATA serie1 12 80 1;
1105 1128 1301.....
..... 1858;
```

```
DATA serie2 4 80 1;
3650.2
3725.5
....
6050.0;
```

Ya que el lector estará familiarizado con los paquetes LOTUS Y WORD, en el aparte siguiente (3.1.3) se resumen los pasos a seguir para construir archivos de datos en fomato libre.

### 3.1.3 Construcción de un Archivo de Datos en Formato Libre (DATOS.DAT)

#### a) Construcción desde Word

Si el archivo de datos está creado en Word, se debe escoger la opción "text only" (en el comando TRANSFER/SAVE) antes de almacenar el archivo de datos DATOS.DAT, para obtener un archivo en formato ASCII.

## b) Construcción desde LOTUS

Si los datos están almacenados en LOTUS, utilice el siguiente procedimiento para crear el archivo de datos para X11ARIMA/88, llamado por ejemplo DATOS. DAT:

- 1) Digite la instrucción de acceso a LOTUS: 123
- 2) Cargue la hoja de trabajo que contiene los datos: **OPEN** ó **RETRIEVE** (nombre de la hoja donde están los datos).
- 3) Prepare los datos dentro de la hoja de trabajo de acuerdo con la sintaxis requerida por X11ARIMA/88, es decir, anteponga el comando **DATA** a cada serie de datos y agregue punto y coma en el último dato correspondiente a cada serie. Si se quieren almacenar varias series en el mismo archivo éstas deben ubicarse una después de la otra. Los datos pueden quedar en renglones separados o bien, se pueden escribir muchos datos en una misma línea con solo dejar al menos un espacio en blanco entre ellos.
- 4) Escoja la opción **PRINT** para generar el archivo, y dentro de esta opción **FILE** en vez de **PRINTER**, es decir, que en vez de enviar los datos a papel, los guarda en un archivo. Luego marque el rango de las líneas que se quieren almacenar en el archivo de datos y defina algunas opciones tal como, no dejar líneas en blanco al inicio y al final del archivo que se está generando. Finalmente, se construirá el archivo ejecutando la instrucción **GO**. Las instrucciones de **L** orden jerárquico son:

### **PRINT**

**FILE** (DATOS.DAT)

**RANGE** incluya desde el 1er.DATA hasta el último dato con punto y coma

**OPTIONS**

**MARGINS**

**LEFT** poner 0

**TOP** poner 0

**OTHER**

**UNFORMATTED**

**GO** para generar el archivo de datos

## 3.2 SERIES DE DATOS INTRODUCIDAS DESDE EL TECLADO O DENTRO DEL PROGRAMA DE COMANDOS

La otra forma de brindar al X11ARIMA/88 los datos que se desean analizar, es del comando **DATA**, que permite digitar los datos dentro del conjunto de instrucciones que se van a ejecutar, o bien desde el teclado cuando se trabaja en forma interactiva.

Así, cuando en el módulo X11AR la máquina indica "ENTER INPUT FIENAME:" no se requiere especificar el nombre del archivo de datos, sino cualquier nombre que no produzca ningún resultado, tal como **DUMMY** o **HELLO**. Luego, se introduce el comando **DATA** seguido de los datos en formato libre.

Así por ejemplo en forma interactiva se tendría:

```
ENTER INPUT DATA FILE NAME: HELLO
COMMAND: DATA serie1 12 1980 1:
1980 1      10 20 30 40 50 60 ...
1981 1      .....
1982 1      .....;
COMMAND:
:
:
COMMAND: END;
```

De igual forma, si se desea guardar los datos dentro del programa de comandos que se ejecutarán tipo "batch", los datos deben estar precedidos por el comando DATA y finalizar con punto y coma, tal como se hace en la construcción de archivos de datos en formato libre. Por ejemplo, el archivo COMANDOS.PRO luciría así:

```
HELLO;
DATA serie1 12 80 1;
1105 1128 1301.....
.....1850;
DATA serie2 4 80 1;
3650 3725 .....6050;
RANGE 12 80 1 87 12;
TITLE ANALISIS DE LA SERIE 1;
SA (SERIE1, O,O);
:
:
END;
```

#### 4. AJUSTE ESTACIONAL DE LA SERIE

El comando SA del X11ARIMA/88 es el que se encarga de ajustar el modelo ARIMA, extrapolar la serie y extraer las señales de la misma. Antes de ser ejecutado, los comandos TITLE y RANGE deben ser previamente especificados.

Con el comando SA se pueden especificar una serie de aspectos que influyen en el cálculo y aplicación del modelo. El formato es el siguiente:

```
SA (ID,m,n) opciones;
SA ID opciones; (cuando m=O y n=O)
```

ID: es el nombre de la serie bajo análisis.

m: identifica el tipo de ajuste, si m=O se hace un ajuste multiplicativo ("default"), si m=1 se hace un ajuste aditivo y si m=2 se hace un ajuste logaritmico.

n: define las opciones para el ajuste y extrapolación del modelo:

- n=0: el ajuste del modelo ARIMA es automático, el primer modelo que pase los niveles de aceptación es usado para extrapolar la serie 1 año a ambos lados ("default").
- n=1: no se usa ningún modelo ARIMA, esto significa que no se extrapola la serie.
- n=2: se ajusta el modelo especificado por el usuario, y se usa para extrapolar la serie a ambos lados.
- n=3: se ajusta el modelo especificado por el usuario, extrapola la serie a ambos lados y reemplaza automáticamente los valores extremos con estimaciones del modelo ARIMA.
- n=4: se ajusta el modelo especificado por el usuario y extrapola la serie sólo hacia adelante.
- n=5: se ajusta el modelo especificado por el usuario, sólo extrapola la serie hacia adelante y reemplaza automáticamente los valores extremos con estimaciones del modelo ARIMA.

Este comando extrapola la serie con base en el modelo ARIMA ajustado, para extender -al principio y al final- la serie original. Esto sólo puede ser aplicado a series con al menos 5 años de información; en series con más de 15 años completos sólo los últimos 15 años serán usados para ajustar el modelo. Además, el usuario puede escoger si ajustar previamente las variaciones que se derivan del efecto de los días de comercio (trading-day), o del efecto de pascua (easter) o de alguna transformación inicial en los datos.

Si al utilizar el ajuste automático del modelo ARIMA, los modelos fallan, esto es, el error de pronóstico de los últimos tres años es superior a 15%, la probabilidad del  $X^2$  es menor al 5% o hay evidencias de sobrediferenciación, el programa automáticamente estima los componentes de la serie sin hacer extrapolación. No obstante, el usuario puede usar la opción de "user-supplied model" para especificar su propio modelo ARIMA.

Cuando una serie de tiempo se compone de dos o más partes, por ejemplo, la serie de exportaciones se compone de exportaciones tradicionales y no tradicionales, el usuario podría estar interesado en conocer si el ajuste estacional mejora si se efectúa en cada componente por separado o para el total de la serie. En estos casos el usuario puede generar un archivo que contenga estas variables y efectuar el ajuste para cada una de ellas por separado. Sin embargo, el X11ARIMA/88 ofrece un comando que facilita esta labor, llamado COMP\_BEGIN y COMP\_END.

El comando COMP\_BEGIN se especifica antes de iniciar el trabajo con los comandos SA; produce, después de ajustar un modelo a cada componente de la serie global, las partes se agreguen y generen el resultado final, del siguiente modo:

```
C:\X11)X11AR
COMMAND: READ DATOS. DAT;
COMMAND: COMP_BEGIN;
COMMAND: RANGE 12 80 1 87 12;
COMMAND: TITLE PRIMER COMPONENTE DE LA SERIE GLOBAL;
COMMAND: SA (S1,m,n);
COMMAND: TITLE SEGUNDO COMPONENTE DE LA SERIE GLOBAL;
```

```
COMMAND: SA (S2,m,n);
COMMAND: END;
```

En este ejemplo se ajusta un modelo para la serie S1 y otro para la serie S2; las series desestacionalizadas, la tendencia ciclo y los componentes irregular se suman para generar la serie global, llamada por ejemplo TOT. Cabe señalar que previamente debe ser leído el archivo que contenga los datos de cada componente de la serie global.

Adicionalmente, el comando COMP\_END puede ser utilizado para efectuar el ajuste directo de la serie global, de tal forma que si se agrega este comando al conjunto de comandos del ejemplo anterior, se obtendrían dos estimaciones de la serie global, una en forma directa y otra como la suma de los resultados de las series parciales S1 y S2, del siguiente modo:

```
COMMAND: TITLE AJUSTE DIRECTO DE LA SERIE GLOBAL;
COMMAND: COMP_END (TOT,m,n);
COMMAND: END;
```

En este último caso la serie global (TOT) también debe haber sido previamente leída.

## 5. DESCRIPCION DE LOS COMANDOS DEL X11ARIMA/88

El X11ARIMA/88 es un paquete que contiene pocos comandos ya que está diseñado específicamente para extraer los componentes de una serie de tiempo; para ello ajusta un modelo ARIMA para extender la serie a ambos lados. Este proceso sólo puede ser aplicado a series anuales, mensuales o trimestrales.

Los comandos que contiene se listan a continuación, clasificados de acuerdo a su utilidad.

### a. Para leer y manipular datos

```
DATA id p y p1;
RANGE p y1 p1 y2 p2;
X11ARDATA p t d;
PRTAV series;
LIST ;
PRTDATA series;
```

### b. Para efectuar el análisis de los datos y el ajuste del modelo ARIMA:

```
TITLE texto;
RANGE p y1 p1 y2 p2;
SA (ID,m,n);
COMP_BEGIN;
COMP_END (ID,m,n);
```

c. Para terminar la sesión y para consultar:

HELP;  
END;

Los comandos de (b) son los que se encargan de efectuar el ajuste del modelo y la extracción de señales, siendo los que poseen una serie de opciones que le permiten al usuario modificar los estándares asignados por el X11ARIMA/88.

5.1 Las opciones que ofrece el comando SA para la construcción y selección de un modelo ARIMA, son las siguientes:

**MODEL (L,P) (ADD) p d q P D Q (c):** Se utiliza para que el usuario especifique su propio modelo.

**ORDER n1 n2 ...:** Se usa para especificar el orden de los parámetros del modelo especificado con MODEL.

**INITIAL c1 c2 ...:** Sirve para asignar valores iniciales de los parámetros del modelo especificado con MODEL.

**HORIZON n:** Sirve para modificar el número de períodos a pronosticar. El "default" es 1 año y el máximo que se puede definir es 3 años.

**MIT n:** Sirve para modificar el número máximo de iteraciones utilizadas en la estimación de los parámetros del modelo. Si  $n=0$  se utilizan los valores dados por el usuario con el comando INITIAL. El máximo es 50 iteraciones y el "default" es 30.

**CHISQ n:** Se usa para alterar los límites de aceptación del  $X^2$  (en porcentajes). El default es 5%.

**FCLIMIT n:** Se usa para alterar los límites de aceptación del error de pronóstico, cuando se escoge en forma automática un modelo ARIMA. El "default" es 15%.

5.2 Opciones para la transformación inicial de los datos

**DIVPOWER n:** Sirve para cambiar la escala de los datos ya que divide la serie original por 10 elevado a la n.

**PERM PRIOR ID:** Se utiliza para modificar permanentemente la serie de datos original. Requiere que la serie ID que contiene los factores de ajuste haya sido leída previamente. La serie original es dividida por ID si se trata de un ajuste multiplicativo o logarítmico; para un ajuste aditivo los valores ID serán restados.

**TEMP PRIOR ID:** A diferencia del anterior, se usa para modificar temporalmente la serie de datos original. La serie original es reintroducida para hacer el ajuste estacional.

### 5.3 Opciones para la modificación de valores extremos

**ADJTC n:** Ajusta los valores extremos antes de hacer las estimaciones de la tendencia - ciclo; por "default" ( $n=0$ ) no hace el ajuste.

**SLSTC c1 c2 :** Permite modificar los límites de significancia para ajustar los valores extremos en las estimaciones de los componentes estacional y de tendencia-ciclo. Los límites estándares son 1,500 y 2,500.

### 5.4 Opciones para el ajuste del efecto de *Trading-day* o días de comercio

**PDW w1 w2 w3 w4 w5 w6 w7:** ESTA OPCION SOLO SE PUEDE UTILIZAR CON MODELOS MULTIPLICATIVOS O LOGARITMICOS.

Sirve para que el usuario asigne sus propios pesos a cada día de la semana, empezando por el lunes. El "default" es w1 1, pero se pueden asignar valores entre 0 y 9. Estos pesos además pueden ser modificados con el comando TDR.

**TDR a b c:** Sirve para calcular los pesos de cada día de la semana. Estos pesos pueden ser calculados y usados para ajustar los datos. Pueden ser calculados y no utilizados o utilizados sólo si explican variaciones significativas (con base en la prueba F). Si los pesos fueron indicados previamente con PDW, podrán ser corregidos con estas estimaciones.

- Define si calcula o no los pesos y si los aplica o no.
- Define el período de la serie a utilizar en el cálculo de los pesos
- Define el período de la serie a utilizar en la aplicación de los pesos. De modo que *b* y *c* pueden ser distintos.

**SLTD c1:** ESTA OPCION SOLO SE APLICA SI TDR HA SIDO USADO.

Sirve para establecer los límites para el ajuste de los valores extremos en la estimación del componente *trading-day*. Por default los valores superiores a sigma 2.5 son excluidos de la regresión; aunque pueden ser modificados a un valor entre 0.1 y 9.9.

**LMA n:** SOLO SE APLICA SI EL AJUSTE ES MULTIPLICATIVO Y SE USO PDW Y/O TDR. Cuando ( $n=1$ ) las variaciones que surgen del distinto largo de los meses (28, 30, y 31 días) puede ser incluidas en el factor *trading-day* (además de estar incluidas en los

factores estacionales). Esto se logra dividiendo todos los meses por 30.4375 que es el promedio del largo de todos los meses. En caso contrario ( $n=0$ ) divide cada mes por el número correspondiente de días, de modo que su efecto sólo se incluye en los factores estacionales.

### 5.5 Opciones para el ajuste del efecto EASTER o pascua

**EASTER n:** Sirve para calcular los factores EASTER para los meses de marzo-abril, de modo que su efecto es removido antes de ajustar el modelo ARIMA. Por "default" ( $n=0$ ) excluye este ajuste del análisis, pero puede ser especificado su cálculo y su aplicación.

### 5.6 Opciones para el ajuste estacional

**SUMMARY n:** define el tipo de ajuste. Por default ( $n=0$ ) efectúa el ajuste estacional de la serie, pero el usuario puede escoger ( $n=1$ ) en cuyo caso efectúa estimaciones de la tendencia-ciclo, del componente irregular y otros, pero no hace un ajuste estacional de la serie.

**TOTAL n:** Con ( $n=1$ ) los totales anuales de la serie ajustada estacionalmente son iguales a aquellos de la serie original.

### 5.7 Opciones para las medias móviles estacionales

**MVS n:** Sirve para definir el tamaño de las medidas móviles para el cálculo de los factores estacionales. Por "default" ( $n=0$ ) usa medidas móviles de (3 x 3) y (3 x 5) para las estimaciones iniciales de los factores estacionales, y escoge entre (3 x 3), (3 x 5), (3 x 9) para la estimación final.

Si la serie tiene menos de cinco años completos, el programa escoge la opción  $n=4$  sin que el usuario tenga control sobre ello, esto es, hace promedios de todas las observaciones en todas las interacciones.

**DMAS n1 n2 ..... (n4 o n12):** Sirve para especificar distintas medias móviles para los distintos meses (o trimestres) para el ajuste estacional. El primer  $N_i$  es el tamaño de la media móvil para el primer mes o trimestre así sucesivamente. Por "default" utiliza la opción especificada en MVS.

### 5.8 Opciones para las medidas móviles de tendencia-ciclo

**MAVTC n:** Sirve para definir el tamaño de la media móvil para el cálculo de la tendencia-ciclo. Por "default" (n=0) selecciona una media móvil apropiada, dentro de las opciones que poseé.

**TCMA n:** Sirve para definir el tamaño de la media móvil para el cálculo de la tendencia-ciclo. Por "default" (n=0) usa medias móviles de 12 términos para series anuales y de cuatro para trimestrales.

### 5.9 Opciones para los reportes o salidas

**CHART n:** Sirve para especificar los gráficos que se desean obtener. Por "default" (n=0) da el gráfico G1 y G2; el primero es la serie original y ajustada de valores extremos, el segundo es la serie ajustada de estacionalidad y de la tendencia-ciclo. Con n=1 no da gráficos, con n=2 agrega G3, los factores estacionales graficados para cada mes o trimestre.

**PRTDEC n:** Sirve para modificar el número de decimales que se desean en las tablas. El "default" es 0 y el máximo es 5.

**PUNCH n (tabl, id1, dec1,....) :** Sirve para almacenar en un archivo hasta un máximo de 9 tablas. Cada tabla (tab<sub>i</sub>) es llamada por su nombre -A1, D11, C12, etc-, id<sub>i</sub> es el nombre que se asigne a la tabla, dec<sub>i</sub> son los decimales y los formatos preestablecidos. Genera un archivo donde las filas son los años y las columnas los meses y trimestres. Este archivo puede ser importado desde cualquier hoja de trabajo; el único inconveniente que presenta es que cuando se desean hacer gráficos, la matriz no tiene la forma requerida. Esto implica tener que transponer filas por columnas con los siguientes comandos de LOTUS: RANGE, TRANS.

El archivo generado se llama SPEF y al ejecutar el módulo XA88 se emite un mensaje como el siguiente:

Your special output file name is SPEF

**PRINT n :** Sirve para indicar el tipo de impresión deseado. Por "default" (n=0) se obtienen de 19 a 31 tablas, dependiendo de las opciones seleccionadas. Se puede definir una impresión breve, de análisis, corta, larga y completa.

**PRINT (tab1 tab2 .....) :** Sirve para imprimir tablas específicas. Se pueden imprimir hasta 20 tablas.

### 5.2.10 Opciones de los comandos `COMP BEGIN` Y `COMP END`

**COMP1 n** : Sirve para indicar cómo entran las series en la composición. Por "default" ( $n=0$ ) las series son sumadas para formar la serie total. Se puede escoger resta, multiplicación y división. Esto debe ser especificado como una opción del comando SA.

**COMP cl** : Sirve para asignar distintos pesos a los componentes de las series. Esta opción debe ser especificada con el comando SA, de tal forma que el valor asignado en el será multiplicado por el componente que está siendo analizado.

## 6. ALGUNAS RECOMENDACIONES BASICAS PARA LA UTILIZACION DEL X11ARIMA/88

- Los comandos se escriben en formato libre y en letra mayúscula.
- Hay dos clases de instrucciones, los comandos y sus opciones:

COMMAND Keywords

OPTION Keywords

- El X11ARIMA/88 sólo trabaja con datos anuales, mensuales o trimestrales. Requiere además 5 años de información como mínimo, si la serie supera 15 años de datos, sólo los últimos 15 años serán utilizados en el ajuste del modelo ARIMA.
- Las instrucciones siempre comienzan con un nombre comando -acompañado de las posibles opciones- y terminan con punto y coma (;). Esto último es particularmente importante en aquellos comandos que poseen opciones.
- Cada sesión de trabajo termina con un comando END.
- Los comandos pueden ser utilizados en su forma abreviada, tal como se especifica en el manual para cada uno de ellos.

La opción automática del X11ARIMA/88 corre 4 modelos ARIMA, en el siguiente orden (para una descomposición multiplicativa, hace una transformación logarítmica a la serie original):

1-	(0,1,1)	(0,1,1)s
2-	(0,1,2)	(0,1,1)s
3-	(2,1,0)	(0,1,1)s
4-	(0,2,2)	(0,1,1)s

Si el modelo 1 se ajusta bien a la serie que se está estudiando, los siguientes modelos no son utilizados, pero si el modelo 1 falla, intenta ajustar el modelo 2 y así sucesivamente. Si los 4 modelos fallan, emitirá un mensaje como el siguiente.

**\*\*\*ALL MODELS FAILED\*\*\***

Esto significa que la serie original no puede ser extrapolada, aunque si se calculan los componentes estacional y de tendencia-ciclo.

Existe un quinto modelo que no se ejecuta automáticamente sino que debe ser especificado por el usuario, debido al tiempo que demanda su ejecución. Se ha comprobado que este quinto modelo se ajusta bien a una gran mayoría de las series económicas. El modelo es el siguiente:

$$5- (2,1,2)(0,1,1)s$$

- No obstante lo expuesto en 4.6, cualquier modelo ARIMA puede ser especificado por el usuario. La única restricción que existe en la especificación del mismo, es la siguiente:

1. Que el número total de parámetros sea  $\leq 8$ , es decir:  $p+q+P+Q \leq 8$
2. Que haya como máximo 4 parámetros autorregresivos o de medidas móviles, ya sea regulares o estacionales, es decir:

$$p, q, P, Q \leq 4$$

- Los criterios que el X11 ARIMA/88 utiliza para determinar si un modelo específico se ajusta correctamente a los datos, son los siguientes:

1. Que la media absoluta de error de pronóstico de los últimos tres años de la serie sea menor o igual al 15 por ciento;
2. Que la probabilidad del  $X^2$  sea mayor al 15 por ciento.
3. Que no haya evidencia de sobrediferenciación.

## BIBLIOGRAFIA

- Estela Bee Dagum, The X-II-ARIMA Seasonal Adjustment Method, Statistics Canadá, Ottawa-Canadá, enero 1983.
- Estela Bee Dagum, The X11ARIMA/88 SEASONAL ADJUSTMENT METHOD- FOUNDATIONS AND USER' S MANUAL-, Statistics Canadá, Ottawa-Canadá, octubre 1988.
- Seminario sobre Métodos Cuantitativos para el Análisis de la Coyuntura Económica. Notas distribuidas. Guatemala, 16 de noviembre al 1 de diciembre de 1989.
- Antoni Espasa, Modelos Univariantes y Análisis Económico, julio de 1988.

## La Extrapolación, según la Tasa de Variación y la Programación

Si la extrapolación de la tendencia y del factor estacional no nos permiten inducir el comportamiento de la variable a estimar, y el pronóstico de la misma no es consistente con la selección de las metas y objetivos respecto al comportamiento de la serie original, es posible proyectar y analizar la utilización de la *tasa básica*.

La *tasa básica* es una tasa propuesta de manera exógena (podría ser dentro del marco de la programación anual, trimestral o mensual) para distribuir homogéneamente el producto del comportamiento (anual, trimestral o mensual) de la serie suavizada y el factor estacional.

Es decir, el pronóstico de la serie original, una vez delineada la tasa de variación objetivo, resultará de extrapolar la serie desestacionalizada (constante x serie desestacionalizada actual) y multiplicar la misma por el factor estacional (el índice estacional ÷ 100).

Si bien la metodología de la tasa básica es muy utilizada en análisis de series de tiempo, al ser programada, ésta no predice el punto de inflexión del ciclo. Así, dada la tasa de variación programada;

$$\Delta\%T = \left[ \left( \frac{D_t}{D_{t-1}} \right) - 1 \right] \cdot 100 \quad (1)$$

donde  $D_t$  = la serie desestacionalizada al momento  $t$

$D_{t-1}$  = la serie desestacionalizada retrasada un período ( $t_1$ )

El pronóstico programado de la serie desestacionalizada ( $D_{t+1}$ ) sería igual a:

$$D_{t+1} = D_t \cdot \sqrt{\left( \frac{\Delta\%T}{100} + 1 \right)} = \left( \frac{\Delta\%T}{100} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Luego, el componente cíclico esperado se calculará como porcentaje de la desviación respecto a la tendencia, previamente extrapolada;

$$C_{t+1} = \left[ \frac{D_{t+1}}{T_{t+1}} - 1 \right] \cdot 100 \quad (3)$$

Posteriormente, al multiplicar la proyección de la serie desestacionalizada por el factor estacional, obtenemos el pronóstico de la serie original ( $X_{t+1}$ ):

$$X_{t+1} = D_{t+1} \cdot \frac{S_{t+1}}{100} \quad (4)$$