

Lección 8.B — Temperaturas de la tierra en desviaciones a la media del mes

Marcos Bujosa

Objetivo de la práctica

Guión: [P-L08-B-temperaturasDeLaTierra.inp](#)

Datos

Temperaturas mensuales en desviaciones respecto a la media calculada entre los años 1951 y 1975. Datos obtenidos del libro de Daniel Peña "[Análisis de Series Temporales](#)". Los puede descargar desde [aquí](#).

Objetivo

1. Hacer previsión de los últimos años de la muestra mediante un modelo ARIMA.

Comencemos cargando los datos:

Archivo -->Abrir datos -->Archivo de usuario y en la ventana emergente busque el fichero `tempmundo.csv` que previamente ha descargado desde aquí: <https://github.com/mbujosab/TimeSeriesData/blob/main/tempmundo.csv>

o bien teclee en línea de comandos:

```
open RutaAlDirectorioDelFichero/tempmundo.csv
setobs 12 1881:01
setinfo Temperature_Deviations --description="Temperaturas mensuales en desviaciones respecto a la media calculada"
```

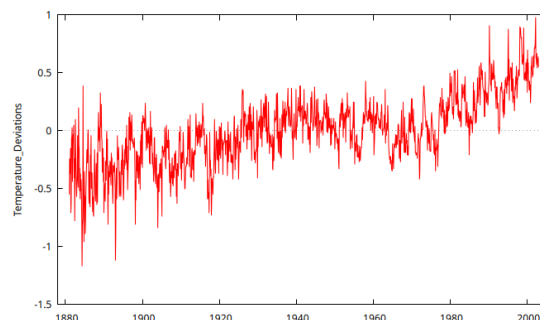
donde `RutaAlDirectorioDelFichero` es la ruta al directorio donde guardó el fichero `tempmundo.csv`

Actividad 1 - Gráfico de series temporales

- Marque la variable `Temperature_Deviations` (pulsando `ctrl` y pinchando con el botón derecho del ratón sobre ella). Elija **Gráfico de series temporales**

o bien teclee en línea de comandos:

```
DesvTemp <- gnuplot Temperature_Deviations --time-series --with-lines --output="Temperaturas.png"
```



Actividad 2 - Correlograma de la primera diferencia de los datos

Selecione con el ratón la variable `Temperature_Deviations` y luego pulse en el menú desplegable **Añadir** que aparece arriba, en el centro de la ventana principal de **Gretl**.

- **Añadir** -> **Primeras diferencias de las variables seleccionadas**

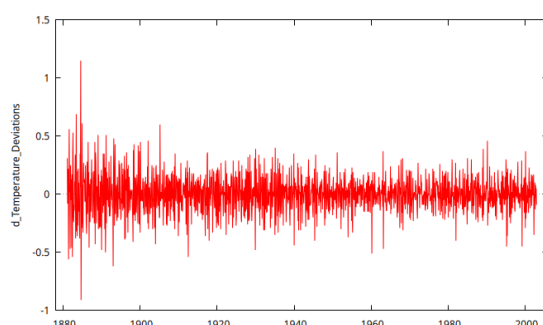
o bien teclee en línea de comandos:

```
diff Temperature_Deviations
```

Entre las variables aparecerá una nueva con el prefijo `d_`, es decir, en este caso aparecerá la variable `d_Temperature_Deviations`.

Genere el gráfico de series temporales de esta nueva serie y guárdelo como un nuevo icono (Use un nombre suficientemente descriptivo, por ejemplo `Dif_DesvTemp`)

```
Dif_DesvTemp <- gnuplot d_Temperature_Deviations --time-series --with-lines --output="Dif_Temperaturas.png"
```

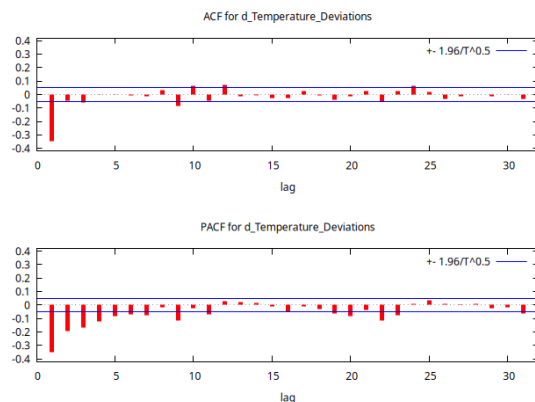


Selecione con el ratón la variable `d_Temperature_Deviations` y luego pulse sobre la serie con el botón derecho de ratón. En el menú desplegable pulse en **Correlograma**; y en el la ventana emergente pulse en **Aceptar**.

o bien teclee en línea de comandos:

```
corrgram d_Temperature_Deviations 31 --plot="Dif_Temperature_Deviations-ACF-PACF.png"
```

La instrucción `--plot="Dif_Temperature_Deviations-ACF-PACF.png"` no es necesaria si no necesita crear un fichero `.png` con el correlograma (yo lo necesito para mostrar el gráfico a continuación).



Autocorrelation function for `d_Temperature_Deviations`
***, **, * indicate significance at the 1%, 5%, 10% levels
using standard error $1/T^{0.5}$

| LAG | ACF | PACF | Q-stat. [p-value] |
|-----|-----|------|-------------------|
|-----|-----|------|-------------------|

| | | | | | | |
|----|---------|-----|---------|-----|----------|---------|
| 1 | -0.3477 | *** | -0.3477 | *** | 177.2384 | [0.000] |
| 2 | -0.0477 | * | -0.1917 | *** | 180.5707 | [0.000] |
| 3 | -0.0562 | ** | -0.1684 | *** | 185.2020 | [0.000] |
| 4 | -0.0015 | | -0.1186 | *** | 185.2053 | [0.000] |
| 5 | 0.0018 | | -0.0827 | *** | 185.2101 | [0.000] |
| 6 | -0.0071 | | -0.0704 | *** | 185.2834 | [0.000] |
| 7 | -0.0149 | | -0.0725 | *** | 185.6088 | [0.000] |
| 8 | 0.0328 | | -0.0184 | | 187.1940 | [0.000] |
| 9 | -0.0831 | *** | -0.1133 | *** | 197.3612 | [0.000] |
| 10 | 0.0678 | *** | -0.0218 | | 204.1373 | [0.000] |
| 11 | -0.0445 | * | -0.0666 | ** | 207.0551 | [0.000] |
| 12 | 0.0739 | *** | 0.0265 | | 215.1302 | [0.000] |

Actividad 3 - Identificar un modelo ARIMA para la serie temporal

A primera vista parece que la ACF cae abruptamente tras el primer retardo y que la PACF decae exponencialmente. Esto sugiere un modelo MA(1). Estime un modelo IMA(1) para los datos y analice los resultados.¹

Intentado con un ARIMA(0,1,1)

```
ARIMA011 <- arima 0 1 1 ; Temperature_Deviations
```

Function evaluations: 60

Evaluations of gradient: 14

ARIMA011: ARIMA, using observations 1881:02-2002:12 (T = 1463)

Estimated using AS 197 (exact ML)

Dependent variable: (1-L) Temperature_Deviations

Standard errors based on Hessian

| | coefficient | std. error | z | p-value |
|---------|-------------|------------|--------|--------------|
| const | 0.000681492 | 0.00171722 | 0.3969 | 0.6915 |
| theta_1 | -0.566133 | 0.0281374 | -20.12 | 4.90e-90 *** |

| | | | |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Mean dependent var | 0.000752 | S.D. dependent var | 0.167592 |
| Mean of innovations | 0.000126 | S.D. of innovations | 0.151253 |
| R-squared | 0.740294 | Adjusted R-squared | 0.740294 |
| Log-likelihood | 687.2155 | Akaike criterion | -1368.431 |
| Schwarz criterion | -1352.566 | Hannan-Quinn | -1362.513 |

| | Real | Imaginary | Modulus | Frequency |
|--------|--------|-----------|---------|-----------|
| MA | | | | |
| Root 1 | 1.7664 | 0.0000 | 1.7664 | 0.0000 |

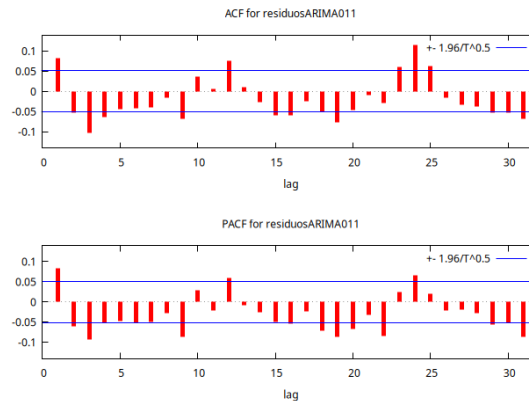
ARIMA011 saved

La constante no es significativa, pero el parámetro θ_1 sí lo es y la raíz MA está alejada de uno. Veamos el correlograma.

¹Ésta es la primera impresión a la vista del gráfico, pero si observa los estadísticos individuales verá que los tres primeros retardos son significativos, por lo que cualquier estudiante avezado podrá anticipar que este intento resultará fallido.

Correlograma de los residuos

```
residuosARIMA011 = $uhat
corrgm residuosARIMA011 --plot="residuosARIMA011-ACF-PACF.png"
```



Autocorrelation function for residuosARIMA011
 ***, **, * indicate significance at the 1%, 5%, 10% levels
 using standard error $1/T^{0.5}$

| LAG | ACF | | PACF | | Q-stat. | [p-value] |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----------|
| 1 | 0.0832 | *** | 0.0832 | *** | 10.1390 | [0.001] |
| 2 | -0.0522 | ** | -0.0596 | ** | 14.1435 | [0.001] |
| 3 | -0.1017 | *** | -0.0931 | *** | 29.3339 | [0.000] |
| 4 | -0.0634 | ** | -0.0509 | * | 35.2358 | [0.000] |
| 5 | -0.0441 | * | -0.0461 | * | 38.0974 | [0.000] |
| 6 | -0.0424 | | -0.0519 | ** | 40.7415 | [0.000] |
| 7 | -0.0385 | | -0.0484 | * | 42.9227 | [0.000] |
| 8 | -0.0149 | | -0.0265 | | 43.2507 | [0.000] |
| 9 | -0.0678 | *** | -0.0868 | *** | 50.0186 | [0.000] |
| 10 | 0.0369 | | 0.0297 | | 52.0257 | [0.000] |
| 11 | 0.0073 | | -0.0212 | | 52.1039 | [0.000] |
| 12 | 0.0765 | *** | 0.0591 | ** | 60.7498 | [0.000] |

Concluimos que el modelo no es una IMA(1): los residuos distan mucho de parecer ruido blanco (muchos retardos individualmente significativos y p-valores para los estadísticos Q de Ljung-Box casi nulos).

Si volvemos sobre el correlograma inicial, es posible que la ACF no se haya truncado tras el primer retardo. Los retardos 2 y 3 son estadísticamente significativos individualmente. Quizá el modelo es un ARIMA(0,1,3).

Pruebe con esta nueva especificación ARIMA(0,1,3) sin constante (si la incluye constará que no es significativa).

Intentado con un ARIMA(0,1,3)

```
ARIMA013 <- arima 0 1 3 ; Temperature_Deviations --nc
```

Function evaluations: 58
 Evaluations of gradient: 14

ARIMA013: ARIMA, using observations 1881:02-2002:12 (T = 1463)
 Estimated using AS 197 (exact ML)
 Dependent variable: (1-L) Temperature_Deviations
 Standard errors based on Hessian

| coefficient | std. error | z | p-value |
|-------------|------------|---|---------|
|-------------|------------|---|---------|

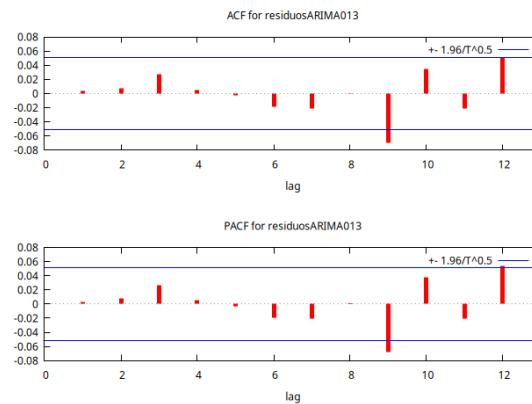
| | | | | | |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----|
| theta_1 | -0.503799 | 0.0260760 | -19.32 | 3.62e-83 | *** |
| theta_2 | -0.107364 | 0.0298002 | -3.603 | 0.0003 | *** |
| theta_3 | -0.101345 | 0.0274912 | -3.686 | 0.0002 | *** |
| Mean dependent var | 0.000752 | S.D. dependent var | 0.167592 | | |
| Mean of innovations | 0.002532 | S.D. of innovations | 0.148882 | | |
| R-squared | 0.746280 | Adjusted R-squared | 0.745933 | | |
| Log-likelihood | 710.2416 | Akaike criterion | -1412.483 | | |
| Schwarz criterion | -1391.330 | Hannan-Quinn | -1404.593 | | |
| <hr/> | | | | | |
| | Real | Imaginary | Modulus | Frequency | |
| <hr/> | | | | | |
| MA | | | | | |
| Root 1 | 1.2536 | 0.0000 | 1.2536 | 0.0000 | |
| Root 2 | -1.1565 | -2.5560 | 2.8055 | -0.3176 | |
| Root 3 | -1.1565 | 2.5560 | 2.8055 | 0.3176 | |
| <hr/> | | | | | |

ARIMA013 saved

Todos los parámetros son significativos, y las raíces del polinomio MA están claramente fuera del círculo unidad. El R-cuadrado indica que este modelo es capaz de replicar casi el 75% de la varianza muestral de los datos. Analicemos ahora el correlograma.

Correlograma de los residuos

```
residuosARIMA013 = $uhat
corrgram residuosARIMA013 12 --plot="residuosARIMA013-ACF-PACF.png"
```



Autocorrelation function for residuosARIMA013
 ***, **, * indicate significance at the 1%, 5%, 10% levels
 using standard error $1/T^{0.5}$

| LAG | ACF | PACF | Q-stat. | [p-value] |
|-----|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0189 | [0.891] |
| 2 | 0.0076 | 0.0076 | 0.1035 | [0.950] |
| 3 | 0.0267 | 0.0266 | 1.1474 | [0.766] |
| 4 | 0.0052 | 0.0049 | 1.1869 | [0.880] |
| 5 | -0.0025 | -0.0030 | 1.1962 | [0.945] |
| 6 | -0.0186 | -0.0194 | 1.7041 | [0.945] |
| 7 | -0.0210 | -0.0211 | 2.3518 | [0.938] |
| 8 | 0.0004 | 0.0010 | 2.3521 | [0.968] |

| | | | | | | |
|----|---------|-----|---------|-----|---------|---------|
| 9 | -0.0697 | *** | -0.0685 | *** | 9.5180 | [0.391] |
| 10 | 0.0353 | | 0.0373 | | 11.3579 | [0.330] |
| 11 | -0.0211 | | -0.0206 | | 12.0178 | [0.362] |
| 12 | 0.0510 | * | 0.0545 | ** | 15.8650 | [0.197] |

Los primeros retardos son conjuntamente nulos (hasta el retardo 8 los estadísticos Q de Ljung-Box tienen p-valores superiores a 0.9); por lo que el modelo es satisfactorio.²

Actividad 4 - Previsión para los 12 meses de 2002

Queremos hacer previsión con este último modelo; y poder comparar sus previsiones con las observaciones correspondientes al año 2002.

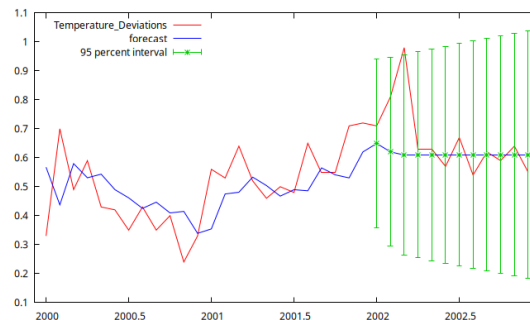
Para hacer este ejercicio, debemos estimar el modelo sin incorporar los datos de dicho año (prever algo que ya ha sido observado no tiene mérito). Dicho de otro modo, debemos usar el conjunto de información $\mathcal{H}_{Y_{2001:12}}$ de tal manera que las temperaturas de los meses de 2002 no sean “observadas”.

Re-estimación del modelo truncando la muestra

```
smp1 1881:01 2001:12
ARIMA013_2001 <- arima 0 1 3 ; Temperature_Deviations --nc
```

Previsión de los 12 últimos meses de la muestra

```
fcast 2000:01 2002:12 --plot="prediccion2002.png"
```



Fíjese que todas las temperaturas están dentro de los intervalos de confianza salvo marzo de 2002, que experimentó una temperatura extraordinariamente elevada.

For 95% confidence intervals, $z(0.025) = 1.96$

| | Temperature_Devi~ | prediction | std. error | 95% interval | |
|---------|-------------------|------------|------------|--------------|------|
| 2002:01 | 0.71 | 0.65 | 0.149 | 0.36 | 0.94 |
| 2002:02 | 0.81 | 0.62 | 0.166 | 0.29 | 0.95 |
| 2002:03 | 0.98 | 0.61 | 0.176 | 0.26 | 0.96 |
| 2002:04 | 0.63 | 0.61 | 0.181 | 0.25 | 0.97 |
| 2002:05 | 0.63 | 0.61 | 0.186 | 0.25 | 0.98 |
| 2002:06 | 0.57 | 0.61 | 0.191 | 0.24 | 0.98 |
| 2002:07 | 0.67 | 0.61 | 0.196 | 0.23 | 0.99 |
| 2002:08 | 0.54 | 0.61 | 0.200 | 0.22 | 1.00 |
| 2002:09 | 0.62 | 0.61 | 0.205 | 0.21 | 1.01 |
| 2002:10 | 0.59 | 0.61 | 0.209 | 0.20 | 1.02 |
| 2002:11 | 0.64 | 0.61 | 0.214 | 0.19 | 1.03 |
| 2002:12 | 0.55 | 0.61 | 0.218 | 0.18 | 1.04 |

Forecast evaluation statistics using 12 observations

²Pruebe con otras especificaciones, verá que no es fácil mejorar el modelo.

| | |
|--------------------------------|----------|
| Mean Error | 0.047365 |
| Root Mean Squared Error | 0.1266 |
| Mean Absolute Error | 0.079168 |
| Mean Percentage Error | 4.7272 |
| Mean Absolute Percentage Error | 10.465 |
| Theil's U2 | 0.99979 |
| Bias proportion, UM | 0.13997 |
| Regression proportion, UR | 0.014021 |
| Disturbance proportion, UD | 0.84601 |

Código completo de la práctica

```
# Los dos primeros comandos son necesarios para que Gretl guarde los resultados de la práctica en el directorio de trabajo
# al ejecutar lo siguiente desde un terminal (use los nombres y ruta que correspondan)
#
# DIRECTORIO="Nombre_Directorio_trabajo"gretlcli -b ruta/nombre_fichero_de_la_practica.inp
#
# Si esto no le funciona en su sistema, comente las siguientes dos líneas y sitúese en el directorio de trabajo de gretl
# que corresponda (configure dicho directorio de trabajo desde la ventana principal de Gretl).
```

```
string directory = getenv("DIRECTORIO")
set workdir "@directory"

open ../../datos/tempmundo.csv
setobs 12 1881:01
setinfo Temperature_Deviations --description="Temperaturas mensuales en desviaciones respecto a la media calculada"

DesvTemp <- gnuplot Temperature_Deviations --time-series --with-lines --output="Temperaturas.png"

diff Temperature_Deviations

Dif_DesvTemp <- gnuplot d_Temperature_Deviations --time-series --with-lines --output="Dif_Temperaturas.png"

corrgram d_Temperature_Deviations 31 --plot="Dif_Temperature_Deviations-ACF-PACF.png"

outfile --quiet d_Temperature-ACF-PACF.txt
  corrgram d_Temperature_Deviations 12 --quiet
end outfile

ARIMA011 <- arima 0 1 1 ; Temperature_Deviations

outfile --quiet ARIMA011.txt
  ARIMA011 <- arima 0 1 1 ; Temperature_Deviations
end outfile

residuosARIMA011 = $uhat
corrgram residuosARIMA011 --plot="residuosARIMA011-ACF-PACF.png"

outfile --quiet CorrelogramaARIMA011.txt
  corrgram residuosARIMA011 12 --quiet
end outfile

ARIMA013 <- arima 0 1 3 ; Temperature_Deviations --nc

outfile --quiet ARIMA013.txt
  ARIMA013 <- arima 0 1 3 ; Temperature_Deviations --nc
end outfile

residuosARIMA013 = $uhat
corrgram residuosARIMA013 12 --plot="residuosARIMA013-ACF-PACF.png"

outfile --quiet CorrelogramaARIMA013.txt
  corrgram residuosARIMA013 12 --quiet
end outfile

smpl 1881:01 2001:12
ARIMA013_2001 <- arima 0 1 3 ; Temperature_Deviations --nc
```

```
fcast 2000:01 2002:12 --plot="prediccion2002.png"  
  
outfile --quiet Predicciones.txt  
    fcast --out-of-sample  
end outfile
```