

**Universidad Icesi**

Cali, Lunes 23 de Febrero del 2004

**Examen Parcial #1**

**Econometría 06169**

Profesor: Julio César Alonso

Estudiante: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

1. Lea cuidadosamente todas las preguntas e instrucciones.
2. Este examen consta de **5** páginas; además, deben tener una hoja de fórmulas.
3. El examen consta de 3 preguntas que suman un total de 100 puntos. El valor de cada una de las preguntas está expresado al lado de cada pregunta.
4. Escriba su respuesta en las hojas suministradas, marque cada una de las hojas con su nombre. **NO** responda en las hojas de preguntas.
5. El examen está diseñado para una hora, pero ustedes tienen 2 horas para trabajar en él.
6. Recuerde que no se tolerará ningún tipo de deshonestidad académica. En especial usted no puede emplear ningún tipo de ayuda diferente a la que se le entrega con este examen.
7. Al finalizar su examen entregue sus hojas de respuesta, así como las hojas de preguntas.
8. Asigne su tiempo de forma eficiente!

Suerte.

**1. (20 puntos en total, 5 puntos cada subparte)**

**Falso o Verdadero**

Diga si las siguientes afirmaciones son falsas o verdaderas y explique en dos o tres líneas su respuesta. (No se dará ningún crédito a respuestas sin justificación.)

- a) Sean  $X$  y  $c$  una variable aleatoria y una constante, respectivamente. Entonces:  $\text{Var}(X + c) = \text{Var}(X) + \text{Var}(c)$
- b) Si un modelo de regresión lineal presenta multicolinealidad, entonces los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios serán sesgados.
- c) La violación de cualquiera de los supuestos del teorema de Gauss-Markov implica que los estimadores MCO no serán MELI.
- d) El modelo  $y_i = \alpha + \beta_1 X_i + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i$  puede ser estimado por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

**2. (45 puntos)**

La gobernación del Departamento de los Andes en una república caribeña de Lula lo ha contratado a usted para evaluar el impacto de los ingresos del jefe de hogar (medido en millones de la moneda local (andinos)) -  $X1_i$  - y del porcentaje de miembros del hogar ocupados (medido como porcentaje del tamaño total del hogar) -  $X2_i$  - en el gasto en consumo del hogar (medido en millones de andinos) -  $y_i$  -. Usted le ha pedido a su asistente que le estime un modelo y este le entrega la información reportada al final de este examen. A partir de esta información, responda las siguientes preguntas.

- a) Escriba el **modelo** estimado por el investigador. **(5 Puntos)**
- b) Escriba la **ecuación** estimada. ¿Cuáles coeficientes son significativos? Discuta **brevemente**. **(5 Puntos)**
- c) Interprete los coeficientes estimados. **(10 Puntos)**
- d) Encuentre (o deje expresado pero reemplazando los valores relevantes) los valores que faltan en los resultados presentados por su asistente (estos valores están marcados con XXXXX) **(10 Puntos)**
- e) ¿Qué tan bueno es el modelo? Explique brevemente. **(5 Puntos)**
- f) Un investigador le sugiere que existe una gran diferencia entre el comportamiento de los Hogares respecto a su gasto en consumo, cuando la cabeza de hogar es una mujer. Escriba un modelo que permita probar esta hipótesis, demuéstrelo y mencione como la probaría. **(10 Puntos)**

**3. (35 puntos)**

Una firma de consultoría lo ha contratado a usted para estimar un modelo econométrico que permita predecir la tasa de cambio en un país caribeño. Después de una revisión bibliográfica usted ha llegado a la conclusión que el mejor modelo es el siguiente:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, \dots, 20.$$

donde  $X_{2t}$  representa el gasto público como porcentaje del PIB,  $X_{3t}$  representa el saldo de la balanza comercial como porcentaje del PIB del país,  $y_t$  es la tasa de cambio (cantidad de moneda local por un dólar), y  $\varepsilon_t$  representa una perturbación aleatoria.

Además usted cuenta con las siguientes observaciones recolectadas por su asistente de investigación:

$$\sum_{t=1}^n X_{2t} = 0 \quad \sum_{t=1}^n X_{3t} = 0 \quad \sum_{t=1}^n y_t = 20 \quad \sum_{t=1}^n (y_t)^2 = 196$$

$$\sum_{t=1}^n y_t \cdot X_{3t} = 10 \quad \sum_{t=1}^n y_t \cdot X_{2t} = 10 \quad \sum_{t=1}^n (X_{2t})^2 = 30 \quad \sum_{t=1}^n (X_{3t})^2 = 20$$

$$\sum_{t=1}^n X_{2t} \cdot X_{3t} = 10$$

- a) Construya la matriz  $X^T X$  (4 Puntos)
- b) ¿Cuáles propiedades se deben cumplir, para obtener estimadores MELI (BLUE) para los parámetros  $\beta$ , por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)? (5 puntos)
- c) Calcule el vector de los estimadores MCO para  $\beta$ . (10 Puntos)
- d) Explique el significado de cada uno de los valores estimados. (6 Puntos)
- e) Un investigador afirma que ni el gasto público, ni la balanza comercial afectan la tasa de cambio. Además, el valor de equilibrio de la tasa de cambio es de 1.5. Compruebe esta hipótesis (deje los cálculos indicados, no es necesario que los realice pero si debe decir como tomaría la decisión). (10 Puntos)

### Resultados de EasyReg.

Dependent variable:  
Y = y

Characteristics:  
y  
First observation = 1  
Last observation = 90  
Number of usable observations: 90  
Minimum value: 4.2045491E+000  
Maximum value: 5.6686942E+000  
Sample mean: 5.1747694E+000

X variables:  
X(1) = X1  
X(2) = X2  
X(3) = 1

Model:  
Y = b(1)X(1) + b(2)X(2) + b(3)X(3) + U,  
where U is the error term, satisfying  
E[U|X(1),X(2),X(3)] = 0.

OLS estimation results

Parameters	Estimate	t-value	H.C. t-value(*)
b(1)	0.14995	4.626	5.441
		[0.00000]	[0.00000]
b(2)	0.10976	0.570	0.617
		[0.80036]	[0.80030]
b(3)	4.47680	0.288	0.561
		[0.90000]	[0.90000]

**Resultados de EasyReg. (Cont.)**

(\*) Based on White's heteroskedasticity consistent variance matrix.  
 [The two-sided p-values are based on the normal approximation]  
 Effective sample size (n) = 90  
 Variance of the residuals = 0.050967  
 Standard error of the residuals = 0.225760  
 Residual sum of squares (ESS)= XXXXXX  
 Total sum of squares (TSS) = 6.134266  
 R-square = 0.963  
 Adjusted R-square = 0.960530

Overall F test: F(2,87) = XXXXXX  
 p-value = 0.00000  
 Significance levels: 10% 5%  
 Critical values: 2.36 3.1  
 Conclusions: reject reject

Jarque-Bera/Salmon-Kiefer test = 105.734994  
 Null hypothesis: The errors are normally distributed  
 Null distribution: Chi-square(2)  
 p-value = 0.00000  
 Significance levels: 10% 5%  
 Critical values: 4.61 5.99  
 Conclusions: reject reject

Breusch-Pagan test = 2.806114  
 Null hypothesis: The errors are homoskedastic  
 Null distribution: Chi-square(2)  
 p-value = 0.24584  
 Significance levels: 10% 5%  
 Critical values: 4.61 5.99  
 Conclusions: accept accept

If the model is correctly specified, in the sense that the conditional expectation of the model error U relative to the X variables equals zero, then the OLS parameter estimators  $b(1), \dots, b(3)$ , minus their true values, times the square root of the sample size n, are (asymptotically) jointly normally distributed with zero mean vector and variance matrix:

9.45409568E-02 2.20685154E-03 -2.94554888E-01  
 2.20685154E-03 8.50728801E-02 -1.91539629E-01  
 -2.94554888E-01 -1.91539629E-01 1.36977679E+00

$$X_1 := 5$$

$$X_2 := 5$$

$$X_3 := 10$$

$$X_4 := 10$$

$$X_5 := 5$$

$$X_6 := 10$$

$$\sum_{i=1}^6 X_i = 45$$

$$35 + 45 + 20 = 100$$

$$Y_1 := 2$$

$$Y_2 := 5$$

$$Y_3 := 10$$

$$Y_4 := 6$$

$$Y_5 := 10$$

$$SSR := 6.134266 - 0.225760$$

$$SSR = 5.909$$

$$R^2 = \frac{SSR}{6.134266} \quad \frac{SSR}{6.134266} = 0.963$$

$$F = \frac{MSR}{MSE}$$

$$F := \frac{\frac{5.909}{3-1}}{0.050967} \quad F = 57.969$$

**Universidad Icesi**

Cali, Lunes 23 de Febrero del 2004

**Examen Parcial #1**

**Econometría 06169  
Respuestas Sugeridas**

Profesor: Julio César Alonso

Estudiante: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

1. Lea cuidadosamente todas las preguntas e instrucciones.
2. Este examen consta de **5** páginas; además, deben tener una hoja de fórmulas.
3. El examen consta de 3 preguntas que suman un total de 100 puntos. El valor de cada una de las preguntas está expresado al lado de cada pregunta.
4. Escriba su respuesta en las hojas suministradas, marque cada una de las hojas con su nombre.
5. El examen está diseñado para una hora, pero ustedes tienen 2 horas para trabajar en él.
6. Recuerde que no se tolerará ningún tipo de deshonestidad académica. En especial usted no puede emplear ningún tipo de ayuda diferente a la que se le entrega con este examen.
7. Al finalizar su examen entregue sus hojas de respuesta, así como las hojas de preguntas.
8. Asigne su tiempo de forma eficiente!

Suerte.

**1. (20 puntos en total, 5 puntos cada subparte)**

**Falso o Verdadero**

Diga si las siguientes afirmaciones son falsas o verdaderas y explique en dos o tres líneas su respuesta. (No se dará ningún crédito a respuestas sin justificación.)

**a)** Sean  $X$  y  $c$  una variable aleatoria y una constante, respectivamente. Entonces:  
 $\text{Var}(X + c) = \text{Var}(X) + \text{Var}(c)$

**Verdadero.** Noten que si  $c$  es una constante, entonces tenemos que  $\text{Var}(c) = 0$ , y por tanto  $\text{Var}(X + c) = \text{Var}(X) + \text{Var}(c) = \text{Var}(X)$ , así la afirmación es verdadera.

**b)** Si un modelo de regresión lineal presenta multicolinealidad, entonces los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios serán sesgados.

**Falso,** pues en clase demostramos que el único supuesto requerido para que los estimadores MCO sean insesgados es que el término de error tenga media cero. EN este caso los EMCO son aún insesgados!!!

**c)** La violación de cualquiera de los supuestos del teorema de Gauss-Markov implica que los estimadores MCO no serán MELI.

**Falso,** pues en clase vimos que si se viola el supuesto de que las  $X$ 's son estocásticas, entonces los EMCO continúan siendo MELI

**d)** El modelo  $y_i = \alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i$  puede ser estimado por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

**Falso.** No existe ninguna transformación que permita que este modelo sea linealizado.

**2. (45 puntos)**

La gobernación del Departamento de los Andes en una república caribeña de Lula lo ha contratado a usted para evaluar el impacto de los ingresos del jefe de hogar (medido en millones de la moneda local (andinos)) -  $X_{1i}$  - y del porcentaje de miembros del hogar ocupados (medido como porcentaje del tamaño total del hogar) -  $X_{2i}$  - en el gasto en consumo del hogar (medido en millones de andinos) -  $y_i$  -. Usted le ha pedido a su asistente que le estime un modelo y éste le entrega la información reportada al final de este examen. A partir de esta información, responda las siguientes preguntas.

**a)** Escriba el **modelo** estimado por el investigador e interprete el significado de cada coeficiente. **(5 Puntos)**

El modelo estimado por el investigador es el siguiente:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i$$

**b)** Escriba la **ecuación** estimada. ¿Cuáles coeficientes son significativos? Discuta **brevemente**. **(5 Puntos)**

La ecuación estimada es:

$$\hat{y}_i = 4.47680 + 0.14995 \cdot X_{1i} + 0.10976 \cdot X_{2i}$$

c) Interprete los coeficientes estimados. (10 Puntos)

**Explicación:**

- $\hat{\beta}_{1i} = 0.14995$ , un aumento de un millón de andinos en el ingreso de los hogares implicará un aumento de 149 mil andinos en el gasto en consumo.
- $\hat{\beta}_{2i} = 0.10976$ , un aumento en un punto porcentual de la proporción de miembros del hogar ocupados implicará un aumento de 0.10976 millones de andinos en el gasto en consumo.
- $\hat{\beta}_{0i} = 4.47680$ , 4.476 millones de andinos es el gasto en consumo que no depende del ingreso ni del apropiación de miembros del hogar empleados.

d) Encuentre (o deje expresado pero reemplazando los valores relevantes) los valores que faltan en los resultados presentados por su asistente (estos valores están marcados con XXXXX) (10 Puntos)

Los valores que faltaba se pueden encontrar de la siguiente manera:

$$R^2 = \frac{SSR}{6.134266}$$

$$SSE = SST - SSR \\ 6.134266 - 5.907 = 0.227$$

$$\frac{SSR}{6.134266} = 0.963$$

$$F = \frac{MSR}{MSE}$$

$$SSR := 6.134266 \cdot 0.963$$

$$F := \frac{5.907}{0.050967} \quad F = 57.949$$

$$SSR = 5.907$$

e) ¿Qué tan bueno es el modelo? Explique brevemente. (5 Puntos)

Aunque el modelo posee un  $R^2$  alto (0.963), el modelo muestra síntomas de multicolinealidad. Por eso el modelo puede no ser tan bueno como parece. El modelo debe ser evaluado.

f) Un investigador le sugiere que existe una gran diferencia entre el comportamiento de los Hogares respecto a su gasto en consumo, cuando la cabeza de hogar es una mujer. Escriba un modelo que permita probar esta hipótesis, demuestrelo y mencione como la probaría. (10 Puntos)

Nota que esta idea se puede capturar por medio de una variable dummy. Sea

$$D_i = \begin{cases} 1 & \text{si cabeza de hogar es mujer} \\ 0 & \text{o.w.} \end{cases}$$

Así un modelo que recoge esta idea es:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \gamma_1 D_i X_{1i} + \gamma_2 D_i X_{2i} + \gamma_3 D_i + \varepsilon_i$$

Es fácil mostrar que este modelo recoge la hipótesis al calcular el valor esperado de este modelo. Es decir,

$$E[y_i] = \begin{cases} \beta_0 + \gamma_3 + (\beta_1 + \gamma_1) X_{1i} + (\beta_2 + \gamma_2) X_{2i} & \text{si cabeza de hogar es mujer} \\ \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} & \text{o.w.} \end{cases}$$

Para probar la hipótesis se debe evaluar la siguiente hipótesis nula:  $H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 0$  versus la hipótesis alterna no  $H_0$ . esto se puede comprobar por medio de una prueba F

$$F_c = \frac{(c - R\hat{\beta})^T (R(X^T X)^{-1} R^T)^{-1} (c - R\hat{\beta})}{SSE/n - k}$$

donde  $R = (0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1)$   $c = 0$

3. (35 puntos)

Una firma de consultorias lo ha contratado a usted para estimar un modelo econométrico que permita predecir la tasa de cambio en un país caribeño. Después de una revisión bibliográfica usted ha llegado a la conclusión que el mejor modelo es el siguiente:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, \dots, 20.$$

donde  $X_{2t}$  representa el gasto público como porcentaje del PIB,  $X_{3t}$  representa el saldo de la balanza comercial como porcentaje del PIB del país,  $y_t$  es la tasa de cambio (cantidad de moneda local por un dólar), y  $\varepsilon_t$  representa una perturbación aleatoria.

Además usted cuenta con las siguientes observaciones recolectadas por su asistente de investigación:

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^n X_{2t} &= 0 & \sum_{t=1}^n X_{3t} &= 0 & \sum_{t=1}^n y_t &= 20 & \sum_{t=1}^n (y_t)^2 &= 196 \\ \sum_{t=1}^n y_t \cdot X_{3t} &= 10 & \sum_{t=1}^n y_t \cdot X_{2t} &= 10 & \sum_{t=1}^n (X_{2t})^2 &= 30 & \sum_{t=1}^n (X_{3t})^2 &= 20 \end{aligned}$$

$$\sum_{t=1} X_{2t} \cdot X_{3t} = 10$$

a) Construya la matriz  $X^T X$  (4 Puntos)

$$X^T X = \begin{pmatrix} 20 & 0 & 0 \\ 0 & 30 & 10 \\ 0 & 10 & 20 \end{pmatrix}$$

b) ¿Cuáles propiedades se deben cumplir, para obtener estimadores MELI (BLUE) para los parámetros  $\beta$ , por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)? (5 puntos)

Se debe cumplir que:

La relación entre las  $X$ 's y  $y$  debe ser lineal

Las  $X$ 's deben ser no estocásticas y linealmente independientes entre si

El término de error debe cumplir los siguientes supuestos:

- Media cero, es decir  $E(\varepsilon_i) = 0$
- Varianza constante (Homocedasticidad) ( $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$ ), y
- Linealmente independientes entre si (Autocorrelación) ( $E(\varepsilon_i \cdot \varepsilon_j) = 0$  para todo  $i \neq j$ )

c) Calcule el vector de los estimadores MCO para  $\beta$ . (10 Puntos)

Noten que:

$$X^T y = \begin{pmatrix} 20 \\ 10 \\ 10 \end{pmatrix}$$

Existen varias formas de encontrar el valor estimado para  $\beta$ , una posibilidad es:

$$\left[ \begin{array}{ccc|ccc} 20 & 0 & 0 & 20 & 1 & 0 \\ 0 & 30 & 10 & 10 & 0 & 1 \\ 0 & 10 & 20 & 10 & 0 & 1 \end{array} \right]$$

$$\left[ \begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 1 & \frac{1}{20} & 0 \\ 0 & 30 & 10 & 10 & 0 & 1 \\ 0 & 10 & 20 & 10 & 0 & 1 \end{array} \right]$$

$$\left[ \begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 1 & 1/20 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2/10 & 0 & 4/100 \\ 0 & 0 & 1 & 4/10 & 0 & -2/100 \end{array} \right]$$

Así

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{2}{10} \\ \frac{4}{10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1}{5} \\ \frac{2}{5} \end{bmatrix} \quad (X^T X)^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{1}{20} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{4}{100} & -\frac{2}{100} \\ 0 & -\frac{2}{100} & \frac{6}{100} \end{pmatrix}$$

d) Explique el significado de cada uno de los valores estimados. (6 Puntos)

Explicación:

- $\hat{\beta}_2 = \frac{1}{5}$ , un aumento en un punto porcentual en el gasto público como porcentaje del PIB provocará un aumento de 0.2 unidades de moneda local por dólar.
- $\hat{\beta}_3 = \frac{2}{5}$ , un aumento de un punto porcentual de la balanza comercial como porcentaje del PIB provocará un aumento de 0.4 unidades de moneda local por dólar.
- $\hat{\beta}_1 = 1$ , la tasa de cambio que no depende ni del gasto público ni de la balanza comercial.

e) Un investigador afirma que ni el gasto público, ni la balanza comercial afectan la tasa de cambio. Además, el valor de equilibrio de la tasa de cambio es de 1.5. Compruebe esta hipótesis (deje los cálculos indicados, no es necesario que los realice pero si debe decir como tomaría la decisión). (10 Puntos)

Se desea probar la hipótesis nula que  $\beta_2 = \beta_3 = 0$  y  $\beta_1 = 1.5$ , versus la alterna no  $H_0$ . Esta hipótesis se puede escribir de la forma:  $R\beta = c$ . donde:

$$R := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad c := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{3}{2} \end{pmatrix}$$

Esta hipótesis puede probarse empleando una prueba F. El estadístico F de esta prueba corresponde a:

$$F_c = \frac{(c - R\hat{\beta})^T (R(X^T X)^{-1} R^T)^{-1} (c - R\hat{\beta}) / r}{SSE/n - k}$$

$$F_c = \frac{\left[ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{3}{2} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ \frac{1}{5} \\ \frac{2}{5} \end{pmatrix} \right]^T \cdot \left[ \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{20} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{4}{100} & -\frac{2}{100} \\ 0 & -\frac{2}{100} & \frac{6}{100} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \right]^T \cdot (c - R \cdot \hat{\beta})}{3} \cdot \frac{196 \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{2}{10} & \frac{4}{10} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 20 \\ 10 \\ 10 \end{pmatrix}}{20-3} \cdot \frac{\frac{11}{3}}{10} = 0.367$$

Este estadístico se compara con el F de la tabla con 3 grados de libertad en el numerador y 17 en el denominador. Claramente, este F calculado es muy pequeño, y por tanto se puede rechazar la hipótesis nula

### Resultados de EasyReg.

Dependent variable:

Y = y

Characteristics:

y

First observation = 1

Last observation = 90

Number of usable observations: 90

Minimum value: 4.2045491E+000

Maximum value: 5.6686942E+000

Sample mean: 5.1747694E+000

X variables:

X(1) = X1

X(2) = X2

X(3) = 1

Model:

Y = b(1)X(1) + b(2)X(2) + b(3)X(3) + U,

where U is the error term, satisfying

E[U|X(1),X(2),X(3)] = 0.

OLS estimation results

Parameters	Estimate	t-value	H.C. t-value(*)
b(1)	0.14995	4.626	5.441
		[0.00000]	[0.00000]
b(2)	0.10976	0.570	0.617
		[0.80036]	[0.80030]
b(3)	4.47680	0.288	0.561
		[0.90000]	[0.90000]

### Resultados de EasyReg. (Cont.)

(\*) Based on White's heteroskedasticity consistent variance matrix.  
[The two-sided p-values are based on the normal approximation]

Effective sample size (n) = 90  
Variance of the residuals = 0.050967  
Standard error of the residuals = 0.225760  
Residual sum of squares (ESS) = XXXXXX  
Total sum of squares (TSS) = 6.134266  
R-square = 0.963  
Adjusted R-square = 0.960530

Overall F test:  $F(2,87) = XXXXXX$   
p-value = 0.00000  
Significance levels: 10% 5%  
Critical values: 2.36 3.1  
Conclusions: reject reject

Jarque-Bera/Salmon-Kiefer test = 105.734994  
Null hypothesis: The errors are normally distributed  
Null distribution: Chi-square(2)  
p-value = 0.00000  
Significance levels: 10% 5%  
Critical values: 4.61 5.99  
Conclusions: reject reject

Breusch-Pagan test = 2.806114  
Null hypothesis: The errors are homoskedastic  
Null distribution: Chi-square(2)  
p-value = 0.24584  
Significance levels: 10% 5%  
Critical values: 4.61 5.99  
Conclusions: accept accept

If the model is correctly specified, in the sense that the conditional expectation of the model error U relative to the X variables equals zero, then the OLS parameter estimators  $b(1), \dots, b(3)$ , minus their true values, times the square root of the sample size n, are (asymptotically) jointly normally distributed with zero mean vector and variance matrix:

9.45409568E-02 2.20685154E-03 -2.94554888E-01  
2.20685154E-03 8.50728801E-02 -1.91539629E-01  
-2.94554888E-01 -1.91539629E-01 1.36977679E+00