

ENTREGA 5

PROTOCOLO DE PARO Y ESPERA PARA CONTROL DE ERRORES

Prácticas de Fundamentos de Redes y Comunicaciones – Curso 2023/2024

Mar Ávila Vegas (mmavila@unex.es)

David Cortés Polo (dcorpol@unex.es)

22 de abril de 2024

1. Objetivos.
2. Funcionamiento del protocolo con errores.
3. Fases de la operación de Selección con control de errores.
4. Fases de la operación de Sondeo con control de errores.
5. Entrega de la sesión práctica.

1. Objetivos.

Teniendo como base el protocolo de paro y espera presentado en la entrega anterior, se realizarán modificaciones en la aplicación para contemplar los posibles errores que puedan ocurrir durante la transmisión de las tramas de datos. Esto implica considerar que dichas tramas pueden sufrir alteraciones debido a interferencias externas o ruido presente en la línea. Sin embargo, es importante destacar que esta es solo una simulación, ya que en nuestro caso la distancia entre los equipos es muy corta y el ambiente presenta un bajo nivel de ruido para el medio de transmisión utilizado para interconectarlos.

2. Funcionamiento del protocolo con errores.

Para generar ruido en la transmisión de datos, se utilizará una función de inserción de errores una vez que las tramas hayan sido construidas y se haya calculado su BCE. De esta manera, desde la perspectiva del receptor, se simulará el efecto de que el error se haya producido durante la transmisión por el medio.

Para implementar esta funcionalidad, se añadirá una nueva opción (**F4**), que se utilizará para insertar un error en una trama durante el protocolo. La pulsación de la tecla F4 solo será posible durante el envío del archivo en el equipo emisor, mientras se esté ejecutando la opción de Protocolo paro y espera con F3. Al presionar F4, se alterará la siguiente trama a enviar, después de calcular y rellenar su campo BCE. Para simular el efecto de que la trama haya sido alterada durante la transmisión, se sustituirá el primer carácter de datos de la trama por otro carácter (en este caso, '©', que tiene el valor decimal 184).

Es importante destacar que cada vez que se presione la tecla F4 se introducirá un error en una trama diferente, y nunca en la misma trama; tampoco se introducirá en la retransmisión de la trama. Además, se mostrará el mensaje "**INTRODUCIENDO ERROR**" en la estación donde se haya presionado la tecla. Es necesario tener en cuenta que se deben introducir tantos errores como número de veces se haya pulsado la tecla F4.

En el receptor, como ya se hizo en la entrega anterior, se calculará el BCE de cada trama de datos recibida y se comparará el campo BCE de la trama recibida con el valor obtenido. Si los datos fueron alterados después de rellenar el BCE, el receptor detectará que los valores de BCE recibido y calculado no coinciden, se ignorará la trama recibida y la estación devolverá una trama NACK. Si los valores de BCE coinciden, se almacenarán los datos de la trama en el fichero **RProtoc.txt** y se devolverá una trama ACK. Debe recordarse que la trama ACK o NACK devuelta contendrá el mismo número de trama de la trama de datos recibida.

Si el emisor recibe una trama ACK, podrá enviar la siguiente trama de datos. Sin embargo, si recibe una trama NACK, deberá retransmitir la trama anterior (la que se recibió con errores en el receptor).

Por último, se debe mostrar por pantalla la información de cada trama enviada y recibida, tal y como se hizo en la entrega anterior.

No debe olvidarse, que, tanto en selección, como en sondeo, solo si los BCEs coincidieran en la estación receptora, antes de enviar la trama ACK, los datos de la trama recibida se almacenarán en el fichero del receptor **RProtoc.txt**. Al terminar el protocolo, el fichero de envío EProtoc.txt y el fichero recibido RProtoc.txt deben ser totalmente iguales.

Como resumen, para garantizar la entrega confiable de tramas se aplican estos mecanismos:

- Detección de errores y descarte de tramas incorrectas.
- Retransmisión de todas las tramas perdidas o erróneas.
- Entrega de tramas ordenadas y sin errores a la capa superior (incluyen número de trama o secuencia).
- Implementación de control de flujo entre emisor y receptor mediante paro y espera para prevenir inundación de paquetes.

3. Fases de la operación de Selección con control de errores.

En la siguiente figura se muestra la comunicación mediante el protocolo de Selección con control de errores. En este ejemplo, se detecta un error en la segunda trama de datos que el maestro envía al esclavo. El esclavo envía una trama NACK en respuesta, lo que indica que la trama recibida no es correcta. El maestro retransmite la misma trama, la cual llega sin errores, y el esclavo responde con una ACK para confirmar la recepción correcta.

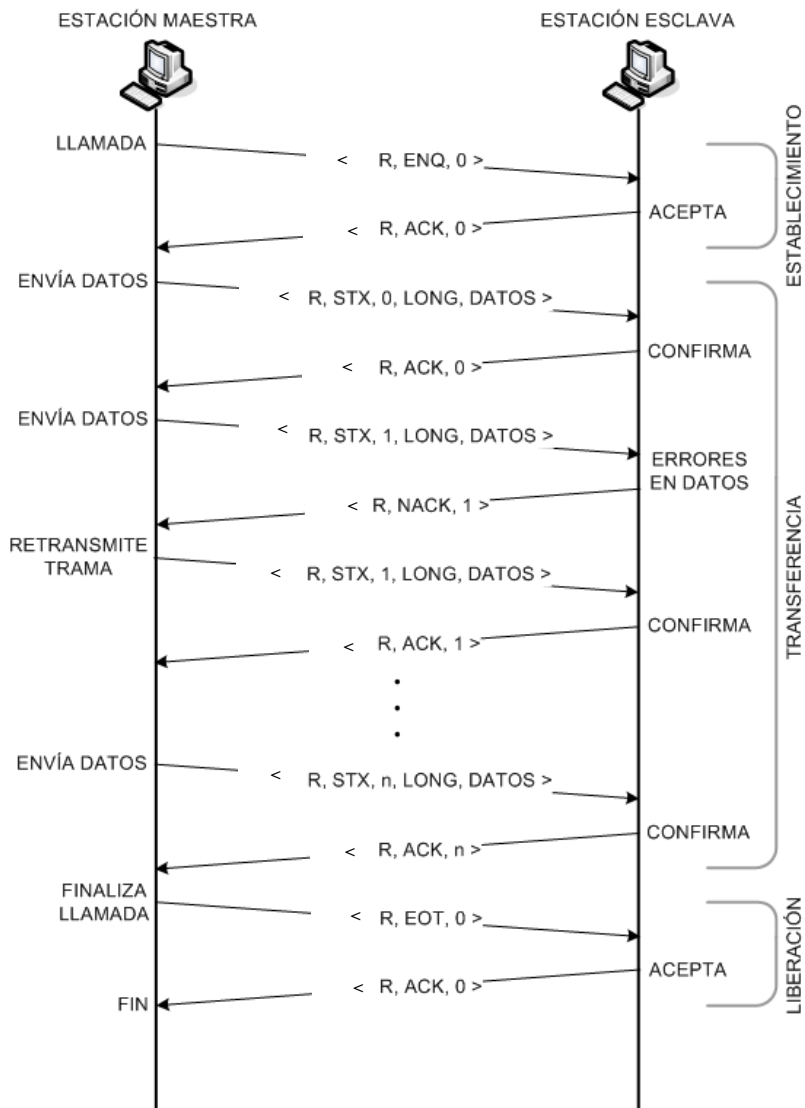


Figura 1: Fases de la operación de Selección con errores.

Para comprobar el funcionamiento de la práctica, al igual que en la entrega anterior, se deberá mostrar en todo momento **TODAS** las tramas (control y datos) que se envían y que se reciban durante las tres fases de la comunicación (establecimiento, transferencia y liberación), tanto en el equipo emisor como en el equipo receptor. En caso de no mostrar todas las tramas la práctica será considerada NO APTA. De cada trama **SOLO** se mostrará la información estrictamente necesaria que se indica a continuación.

Para la estación maestra se mostrará (en orden de aparición):

- **E** si la trama es enviada o **R** si la trama es recibida.
- **R**, que indica que el tipo de operación que estamos realizando es de Selección.
- La descripción del valor de control (**ENQ**, **ACK**, **NACK**, **EOT** o **STX** (si es trama de datos)).
- El número de trama, que se corresponderá con '0' o '1'.
- El **BCE** de la trama que se envía. El valor que se muestre deberá ser un valor numérico, no se admitirá un carácter como representación en pantalla.

Para la estación esclava se mostrará (en orden de aparición):

- **E** si la trama es enviada o **R** si la trama es recibida.
- **R**, que indica que el tipo de operación que estamos realizando es de Selección.

- La descripción del valor de control (**ENQ**, **ACK**, **NACK**, **EOT** o **STX** (si es trama de datos)).
- El número de trama, que se corresponderá con '0' o '1'.
- El **BCE** que se recibe de la trama (el BCE que le llega al receptor). El valor que se muestre deberá ser un valor numérico, no se admitirá un carácter como representación en pantalla.
- El **BCE** que se calcula de la trama recibida. El valor que se muestre deberá ser un valor numérico, no se admitirá un carácter como representación en pantalla.

A continuación, se muestra un ejemplo correspondiente al envío de un fichero compuesto por 3 tramas de datos en la que la segunda se envió con errores.



Figura 2: Ejemplo del envío de un fichero mediante Selección con errores.

4. Fases de la operación de Sondeo con control de errores.

En la siguiente figura se muestra la comunicación mediante el protocolo de Sondeo con control de errores. En este ejemplo, se detecta un error en la segunda trama de datos que el esclavo envía al maestro. El maestro responde con una trama **NACK** para indicar que la trama recibida no es correcta, y el esclavo retransmite la misma trama, que llega sin errores. A continuación, el maestro confirma la recepción correcta enviando una **ACK**. Finalmente, el esclavo solicita su liberación, pero es el maestro quien decide si la concede o no. En el ejemplo, se deniega la primera solicitud de liberación del esclavo y la segunda solicitud se acepta.

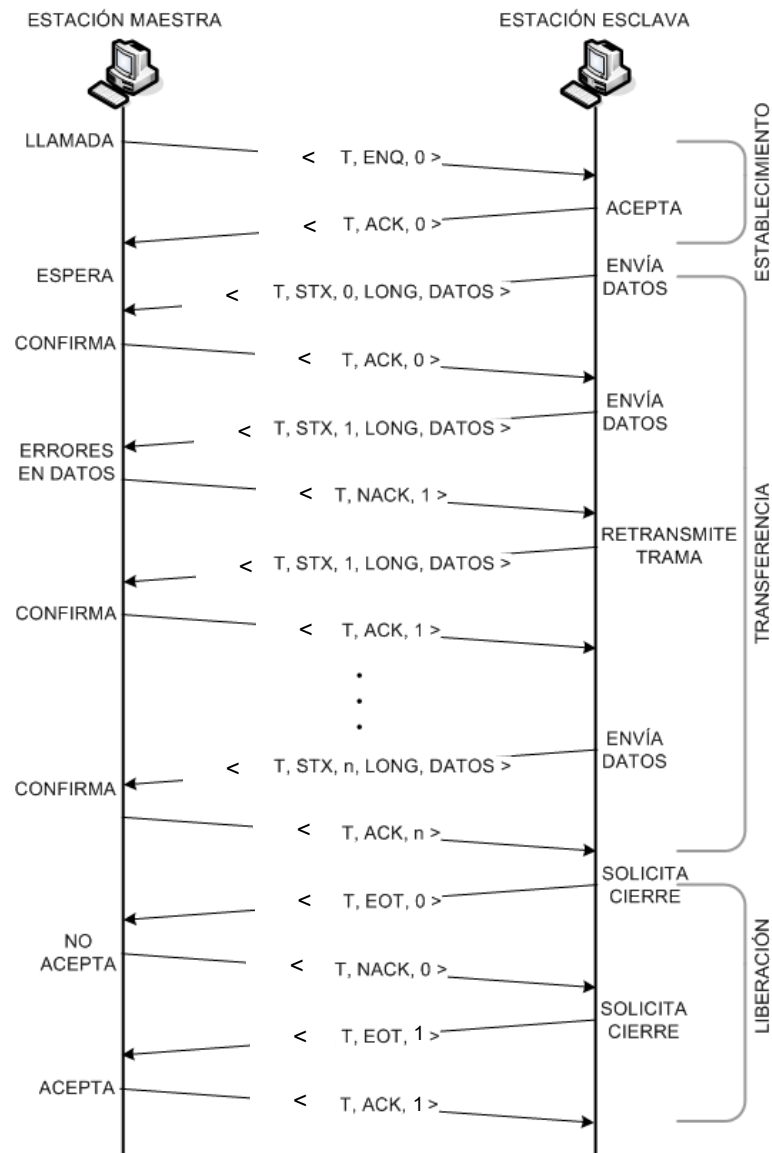


Figura 3: Fases de la operación de Sondeo con errores.

Para comprobar el funcionamiento de la práctica, al igual que en la entrega anterior, se deberá mostrar en todo momento **TODAS** las tramas (control y datos) que se envían y que se reciben durante las tres fases (establecimiento, transferencia y liberación), tanto en el equipo emisor como en el receptor. En caso de no mostrar todas las tramas la práctica será considerada NO APTA. De cada trama solo se mostrará la información estrictamente necesaria que se indica a continuación.

Para la estación maestra se mostrará (en orden de aparición):

- **E** si la trama es enviada o **R** si la trama es recibida.
- **T**, que indica que el tipo de operación que estamos realizando es de Sondeo.
- La descripción del valor de control (**ENQ**, **ACK**, **NACK**, **EOT** o **STX** (si es trama de datos)).
- El número de trama, que se corresponderá con '**0**' o '**1**'.
- El **BCE** que se recibe de la trama (el BCE que le llega). El valor que se muestre deberá ser un valor numérico, no se admitirá un carácter como representación en pantalla.
- El **BCE** que se calcula de la trama recibida. El valor que se muestre deberá ser un valor numérico, no se admitirá un carácter como representación en pantalla.

Para la estación esclava se mostrará (en orden de aparición):

- **E** si la trama es enviada o **R** si la trama es recibida.
- **T**, que indica que el tipo de operación que estamos realizando es de Sondeo.
- La descripción del valor de control (**ENQ**, **ACK**, **NACK**, **EOT** o **STX** (si es trama de datos)).
- El número de trama, que se corresponderá con '0' o '1'.
- El **BCE** de la trama que se envía. El valor que se muestre deberá ser un valor numérico, no se admitirá un carácter como representación en pantalla.

A continuación, se muestra un ejemplo correspondiente al envío de un fichero compuesto por 3 tramas de datos en la que la segunda se envió con errores.

En este ejemplo, al solicitar el esclavo el cierre de la comunicación, el maestro rechazó el primer cierre y aceptó el segundo.

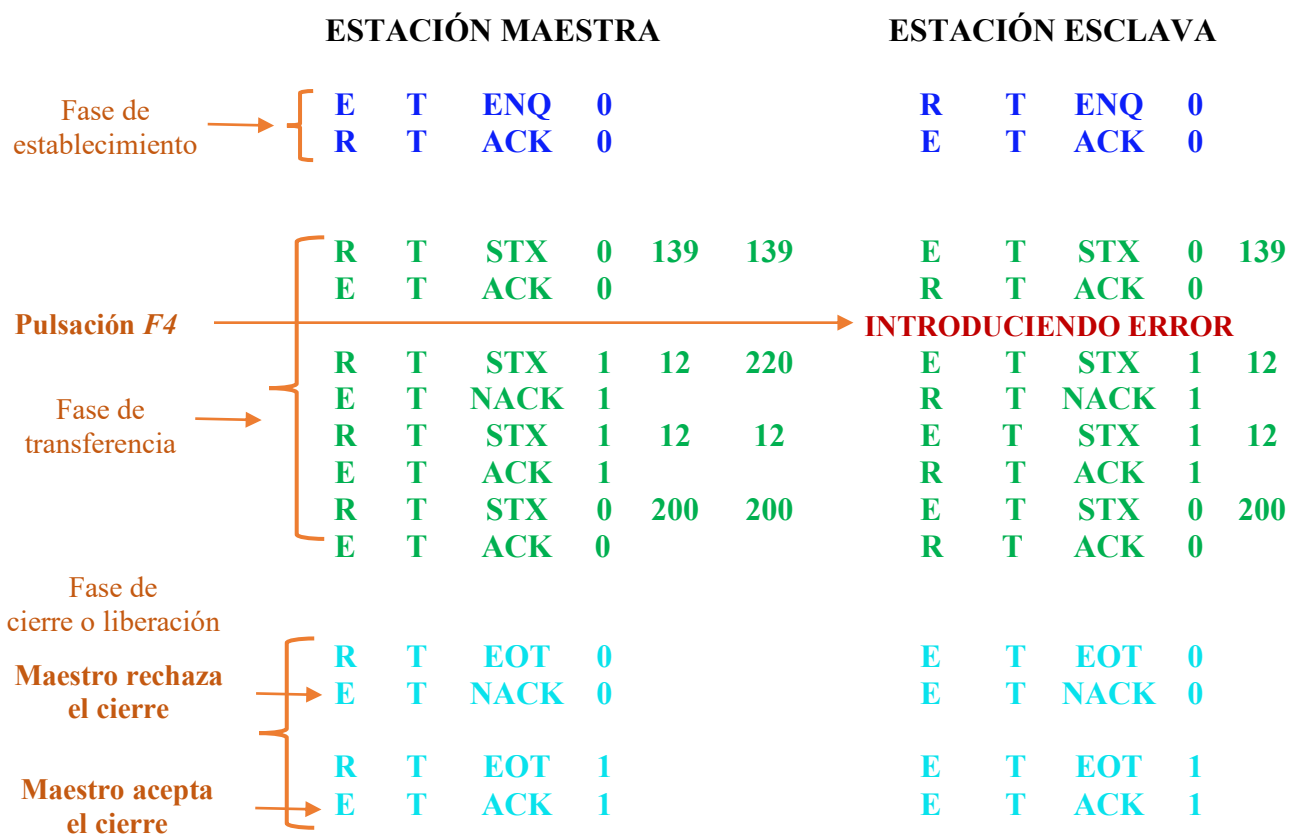


Figura 4: Ejemplo del envío de un fichero mediante Sondeo con errores.

5. Tareas a realizar.

Partiendo de la práctica anterior:

1. Añadir la funcionalidad **F4** para el protocolo de Paro y Espera con errores.
2. Modificar la operación de Selección y la operación de Sondeo adaptadas a esta nueva funcionalidad.
3. Mediante el protocolo se enviará el contenido del fichero "EProtoc.txt" y cuando se reciba se almacenará en el fichero "RProtoc.txt".

4. No se mostrará en ningún momento el contenido del fichero en pantalla. Únicamente se mostrarán el envío y la recepción de tramas tal y como se ha explicado en los apartados anteriores.
5. La salida que se mostrará cuando se ejecute esta entrega será la mostrada en la figura 5.

```

----- SESION 5 - FRC -----
Interfaces disponibles:
[0] enp0s5
[1] enp0s6
[2] lo
[3] any
[4] bluetooth-monitor
[5] nflog
[6] nfqueue
Seleccione interfaz: 0
Interfaz Elegida: enp0s5
La MAC es: 0:1C:42:57:93:30
Introduzca el número de grupo:
1
Puerto abierto correctamente

Seleccion el modo de la estación:
[1] Modo Maestra.
[2] Modo Esclava
1
Esperando que se una la estación esclava
Estación encontrada. La MAC es: 0:1C:42:2E:2C:1C

Seleccione opción:
[F1] - Envío de caracteres interactivo
[F2] - Envío de un fichero
[F3] - Protocolo paro y espera
[F4] - Introducción errores durante el protocolo
[ESC] - Salir

```

```

----- SESION 5 - FRC -----
Interfaces disponibles:
[0] enp0s5
[1] enp0s6
[2] lo
[3] any
[4] bluetooth-monitor
[5] nflog
[6] nfqueue
Seleccione interfaz: 1
Interfaz Elegida: enp0s6
La MAC es: 0:1C:42:2E:2C:1C
Introduzca el número de grupo:
1
Puerto abierto correctamente

Seleccion el modo de la estación:
[1] Modo Maestra.
[2] Modo Esclava
2
Esperando que se una la estación maestra
Estación encontrada. La MAC es: 0:1C:42:57:93:30

Seleccione opción:
[F1] - Envío de caracteres interactivo
[F3] - Protocolo paro y espera
[F4] - Introducción errores durante el protocolo
[ESC] - Salir

```

*Estación maestra**Estación esclava**Figura 5: Salida de la práctica al añadir la funcionalidad F4.*

6. Para poder usar **F4** e introducir errores durante el protocolo, primero debe ejecutarse el protocolo de paro y espera en ambas estaciones y el maestro debe haber seleccionado después el tipo de operación a realizar (selección o sondeo).
7. En la siguiente salida se muestra la inserción de dos errores durante la operación de selección:

E	R	ENQ	0		
R	R	ACK	0		
E	R	STX	0	63	
R	R	ACK	0		
E	R	STX	1	54	
^	[OSR	R	ACK	1	
INTRODUCIENDO ERROR					
E	R	STX	0	57	
R	R	NACK	0		
E	R	STX	0	57	
^	[OSR	R	ACK	0	
INTRODUCIENDO ERROR					
E	R	STX	1	45	
R	R	NACK	1		
E	R	STX	1	45	
R	R	ACK	1		
E	R	STX	0	43	
R	R	ACK	0		
E	R	STX	1	41	
R	R	ACK	1		
E	R	STX	0	39	
R	R	ACK	0		
E	R	STX	1	51	
R	R	ACK	1		
E	R	STX	0	90	
R	R	ACK	0		
E	R	STX	1	75	
R	R	ACK	1		
E	R	EOT	0		
R	R	ACK	0		

*Estación maestra**Estación esclava**Figura 6: Salida de la práctica (información de las tramas) al introducir dos errores con F4.*

8. En la siguiente salida se muestra la inserción de tres errores durante la operación de sondeo. En este ejemplo, la estación maestra rechazó el primer cierre de la comunicación y aceptó el segundo cierre. Recordad que no siempre tiene que ser así, dependerá de la decisión del maestro.

E	T	ENQ	0		
R	T	ACK	0		
R	T	STX	0	63	63
E	T	ACK	0		
R	T	STX	1	54	54
E	T	ACK	1		
R	T	STX	0	57	57
E	T	ACK	0		
R	T	STX	1	45	201
E	T	NACK	1		
R	T	STX	1	45	45
E	T	ACK	1		
R	T	STX	0	43	43
E	T	ACK	0		
R	T	STX	1	41	221
E	T	NACK	1		
R	T	STX	1	41	41
E	T	ACK	1		
R	T	STX	0	39	211
E	T	NACK	0		
R	T	STX	0	39	39
E	T	ACK	0		
R	T	STX	1	51	51
E	T	ACK	1		
R	T	STX	0	90	90
E	T	ACK	0		
R	T	STX	1	75	75
E	T	ACK	1		
R	T	EOT	0		
Acepta el cierre de la comunicación:					
[1] Si.					
[2] No.					
2					
E	T	NACK	0		
R	T	EOT	1		
Acepta el cierre de la comunicación:					
[1] Si.					
[2] No.					
1					
E	T	ACK	1		
Fin de Sondeo por parte del Maestro					

R	T	ENQ	0		
E	T	ACK	0		
E	T	STX	0	63	
R	T	ACK	0		
E	T	STX	1	54	
R	T	ACK	1		
E	T	STX	0	57	
^[OSR T ACK 0					
INTRODUCIENDO ERROR					
E	T	STX	1	45	
R	T	NACK	1		
E	T	STX	1	45	
R	T	ACK	1		
E	T	STX	0	43	
^[OSR T ACK 0					
INTRODUCIENDO ERROR					
E	T	STX	1	41	
^[OSR T NACK 1					
E	T	STX	1	41	
R	T	ACK	1		
INTRODUCIENDO ERROR					
E	T	STX	0	39	
R	T	NACK	0		
E	T	STX	0	39	
R	T	ACK	0		
E	T	STX	1	51	
R	T	ACK	1		
E	T	STX	0	90	
R	T	ACK	0		
E	T	STX	1	75	
R	T	ACK	1		
E	T	EOT	0		
R	T	NACK	0		
E	T	EOT	1		
R	T	ACK	1		
Fin de Sondeo por parte del Esclavo					

Estación maestra

Estación esclava

Figura 7: Salida de la práctica (información de las tramas) al introducir dos errores con F4.

9. Entrega de la sesión práctica.

A través de la herramienta AVUEX, según las instrucciones dadas en clase a este respecto, debe entregarse un archivo comprimido en formato ZIP o RAR que contenga lo siguiente:

- Un archivo AUTORES.TXT, que incluya nombre y apellidos, por este orden, de los autores de la práctica, así como el grupo al que pertenecen ambos.
- Los archivos fuente de la práctica. **Cada fichero fuente** debe incluir **obligatoriamente** el nombre, apellidos y grupo de los autores de la práctica.
- El fichero ejecutable (compilado a partir de los ficheros fuentes entregados) de la práctica.
- La carpeta oculta **.vscode**.
- Debe incorporarse documentación interna adecuada y suficiente como para seguir adecuadamente el código.
- La fecha tope para subir esta **entrega 5** se comentará en clase. **Cualquier práctica entregada con posterioridad a la fecha y hora indicada se considerará no válida a todos los efectos.**