

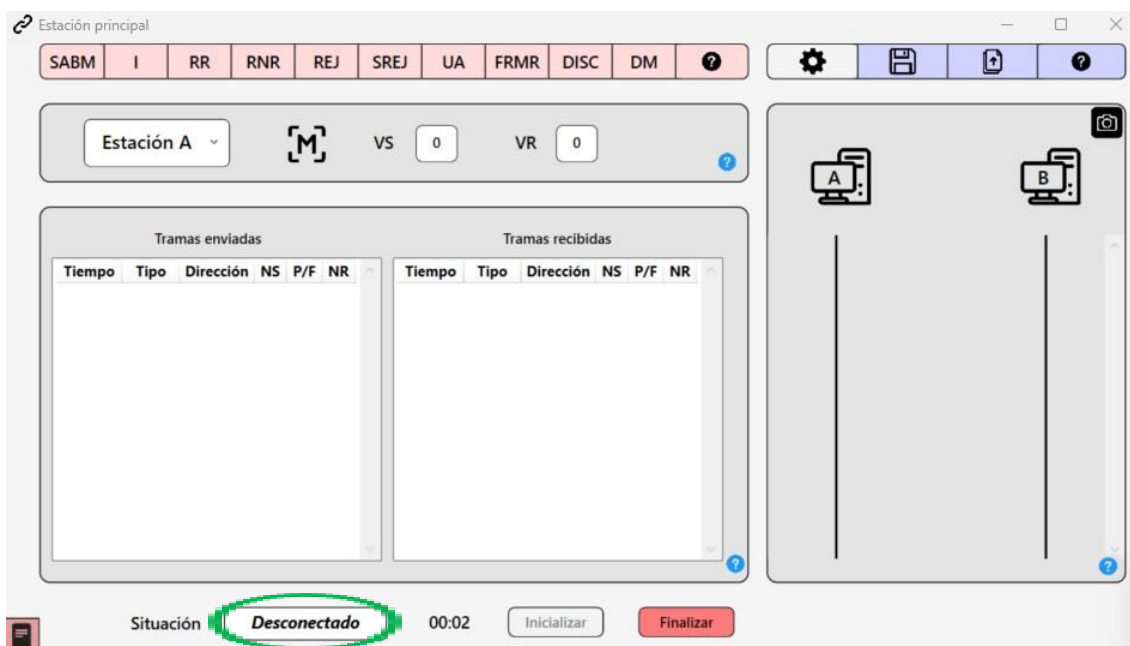
## HDLC

La práctica se realizará con el programa de entrenamiento “Simulador HDLC”. El programa permite enviar tramas preestablecidas. El campo de FCS y los *flags* de inicio y final los introduce el programa automáticamente. Si se crea una trama de longitud incorrecta, o el campo de dirección es distinto de A ó B, se considera la trama errónea.

### Establecimiento y desconexión del enlace

Sólo estudiaremos el modo de transferencia ABM (asíncrono balanceado).

- a) Habilita la opción de respuesta manual en ambas estaciones y realice una conexión ABM. Observe cómo cambia la situación en que se encuentra cada estación en la parte inferior de cada ventana. Adjunta las capturas de pantalla y explica las acciones realizadas.



Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B [M] VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
--------	------	-----------	----	-----	----

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
--------	------	-----------	----	-----	----

Situación **Desconectado** 00:13 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A [M] VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
26,294	SABM	B		P	

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
--------	------	-----------	----	-----	----

Situación **Inicio conexión** 00:31 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B [M] VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
27,677	SABM	B		P	

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
27,677	SABM	B		P	

Situación **Inicio conexión** 00:47 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A [M] VS 0 VR 0

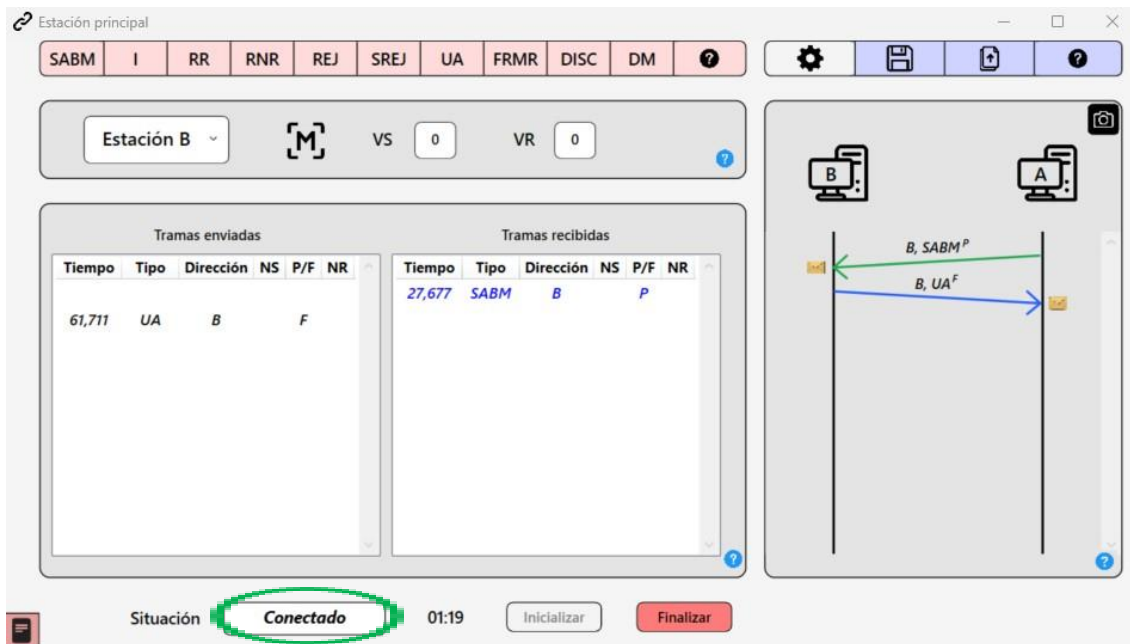
Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
26,294	SABM	B		P	

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
62,823	UA	B		F	

Situación **Conectado** 01:06 Inicializar Finalizar



Lo primero que hemos hecho ha sido establecer el modo de operación en la estación A, y la estación B ha confirmado la recepción y ejecución del comando de establecimiento de modo, en este caso de inicialización.

Visualiza el detalle de las tramas intercambiadas. Describe el significado de cada uno de los campos de la cabecera de las tramas. En particular describe el significado del campo de control bit a bit.

- **Flag inicial:** Campo que indica el inicio de una trama HDLC. Su valor siempre es 01111110.
- **Campo de dirección:** Dirección de la estación a la que va dirigida la trama en el caso de que la trama sea un comando o dirección que genera dicha trama en el caso de que la trama sea una respuesta.
- **Campo de control:** Contiene información sobre el tipo de trama, el bit de sondeo, el número de secuencia (NS) y el número de trama esperada (NR).

Al tratarse de una trama no numerada, la estructura del campo de control es la siguiente:

- El primer bit del campo de control tiene el valor 1 por defecto.
- El segundo bit del campo de control tiene el valor 1 por defecto.
- El quinto bit hace referencia al valor del bit P/F.

- Los bits 3, 4, 6, 7 y 8 hacen referencia al tipo de trama no numerada. En la siguiente imagen se presentan los tipos de tramas no numeradas fundamentales

- **Campo de información:** Contiene la información que se desea transmitir en la trama.

- **Código de redundancia cíclica (CRC):** Contiene un código generado a partir del campo de dirección, el campo de control y el campo de información el cual es diferente para cada trama generada. Permite detectar posibles errores en la transmisión.

- **Flag final:** Campo que indica el fin de una trama HDLC. Su valor siempre es 01111110.

Composición detallada de la trama

Tipo de trama: Asentimiento no numerado (UA) ?

☒ R C/R   ☐ NS   ☒ F P/F   ☐ NR ?

01111110 Flag	00000010 Dirección	11001110 Control		0100001111101111 CRC	01111110 Flag ?
------------------	-----------------------	---------------------	--	-------------------------	--------------------

↓

1 Bit 1	1 Bit 2	00 M3M4	1 P/F	110 M6M7M8	<b>Trama no numerada</b> ?
------------	------------	------------	----------	---------------	----------------------------

Aceptar

- b) Envíe tramas de información en ambos sentidos. Observe cómo han variado en ambos extremos los números V(R) y V(S). Adjunte las gráficas de ambos terminales y comente lo observado.

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A [M] VS 2 VR 1

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
26,294	SABM	B		P	
107,984	I	B	0		0
129,115	RR	B			1
134,138	I	B	1		1

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
62,823	UA	B		F	
121,849	RR	A			1
124,990	I	A	0		1

Situación **Conectado** 02:17 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B [M] VS 1 VR 2

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
61,711	UA	B		F	
120,842	RR	A			1
123,980	I	A	0		1

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
27,677	SABM	B		P	
109,000	I	B	0		0
130,127	RR	B			1
135,152	I	B	1		1

Situación **Conectado** 02:25 Inicializar Finalizar

Lo primero que hemos hecho ha sido establecer la conexión y después el canal A ha enviado una trama de información [I(0,0)], a lo que el canal B ha respondido RR(1), confirmando que la información le ha llegado correctamente. Después ha sido B quien ha enviado información a A [I(0,1)], que también ha respondido RR(1) confirmando que ha recibido la información correctamente.

VS → número de secuencia

VR → número de trama esperado

- c) Desconecte el enlace mediante las tramas DISC y DM. Restablezca la conexión y vuelva a desconectar el enlace, pero en este caso utilice la trama UA en lugar de la DM. Adjunte capturas de pantalla de lo sucedido. ¿Se han desconectado ambas estaciones correctamente?

Desconexión mediante DM:

The screenshot shows the 'Estación principal' window of an HDLC simulation. The top menu bar includes options: SABM, I, RR, RNR, REJ, SREJ, UA, FRMR, DISC, DM, and a help icon. Below this, a control bar shows 'Estación A' selected, a monitor icon, and fields for VS (0) and VR (0). The main area contains two tables: 'Tramas enviadas' (Transmitted frames) and 'Tramas recibidas' (Received frames). The 'Tramas enviadas' table shows two frames: SABM at time 7,808 and DISC at time 14,689. The 'Tramas recibidas' table shows two frames: UA at time 11,965 and DM at time 18,818. On the right, a sequence diagram illustrates the communication between Station A and Station B. It shows four frames: B, SABM<sup>P</sup> (blue arrow from A to B), B, UA<sup>F</sup> (green arrow from B to A), B, DISC<sup>P</sup> (blue arrow from A to B), and B, DM<sup>F</sup> (green arrow from B to A). At the bottom, the status bar shows 'Situación: Desconectado', a timer at '00:22', and buttons for 'Iniciar' and 'Finalizar'.

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
7,808	SABM	B		P	
14,689	DISC	B		P	

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
11,965	UA	B		F	
18,818	DM	B		F	

Situación: **Desconectado** 00:22 Iniciar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B [M] VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
10,957	UA	B		F	
17,809	DM	B		F	

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
8,819	SABM	B		P	
15,702	DISC	B		P	

Situación **Desconectado** 00:32 Inicializar Finalizar

### Desconexión mediante UA:

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A [M] VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
3,421	SABM	B		P	
9,002	DISC	B		P	

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
7,303	UA	B		F	
12,226	UA	B		F	

Situación **Desconectado** 00:15 Inicializar Finalizar



Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B [M] VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
6,291	UA	B		F	
11,208	UA	B		F	

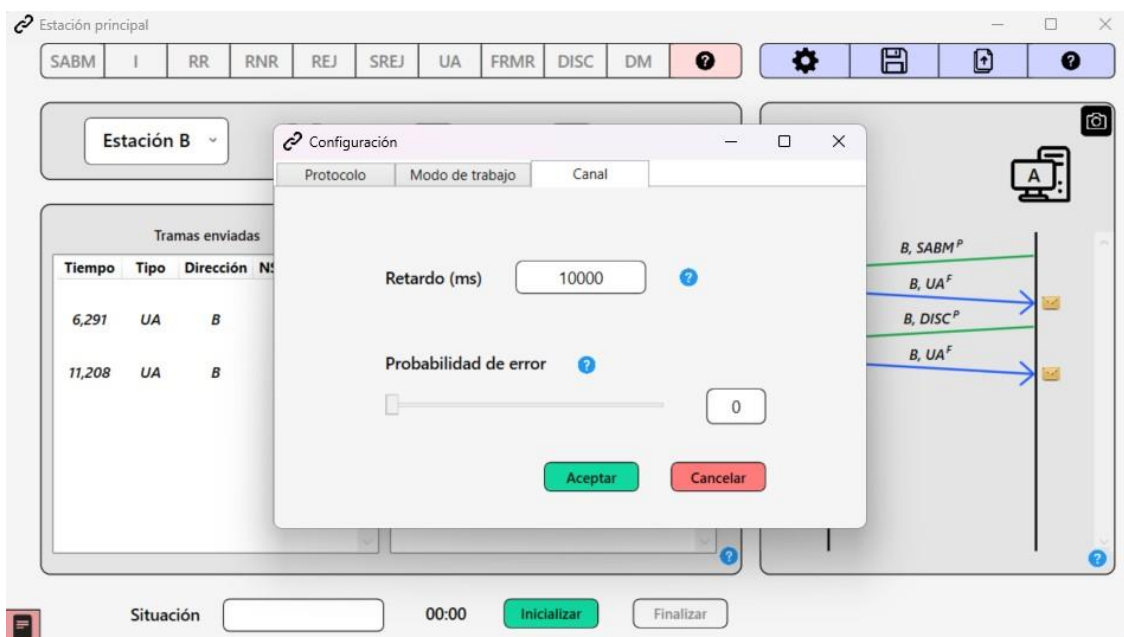
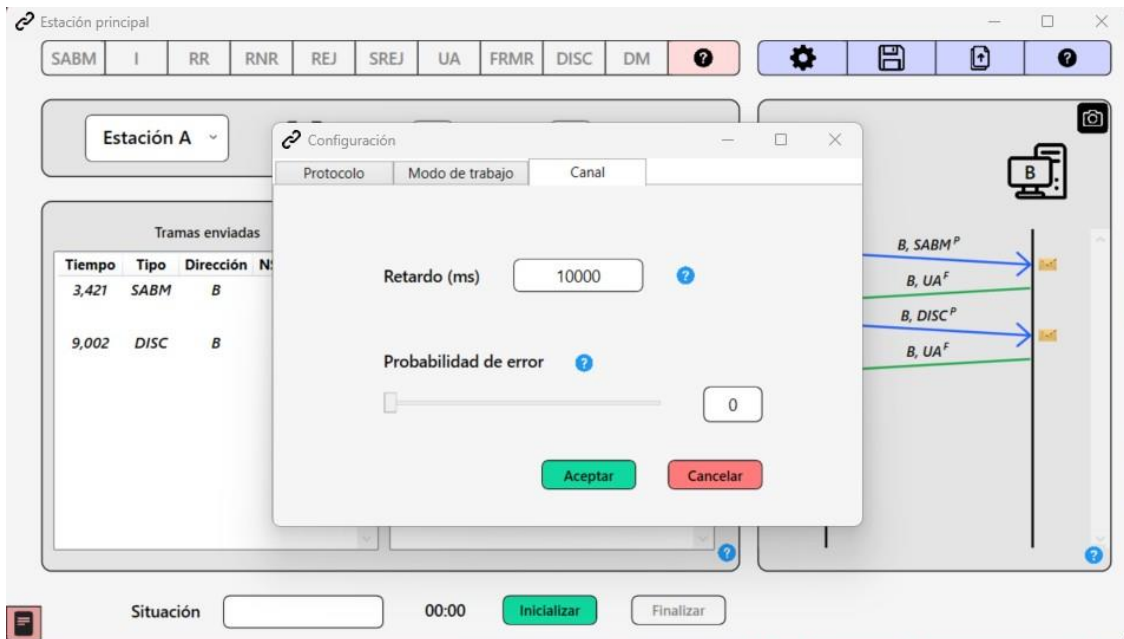
Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
4,430	SABM	B		P	
10,016	DISC	B		P	

Situación **Desconectado** 00:28 Inicializar Finalizar

Ambas se desconectan correctamente ya que DM solicita un comando de selección de modo o deniega un comando de selección de modo, desconectándose y UA confirma la recepción y ejecución de un comando de establecimiento de modo, de inicialización, reinicialización o desconexión en este caso.

- d) Simule la situación en que ambas estaciones intentan conectarse simultáneamente. Para ello ponga un retardo de canal considerable de manera que le dé tiempo de mandar la trama SABM antes de recibir la de la otra estación. Adjunta capturas de pantalla de lo sucedido y razona lo que observas. ¿Qué tramas se deben generar para que ambas estaciones estén en situación de CONECTADO?



Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A AUTO VS 0 VR 0

El timeout ante Command se encuentra activo en este momento.

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
4,136	SABM	B		P	
15,677	UA	A		F	
24,149	SABM	B		P	
35,671	UA	A		F	

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
15,668	SABM	A		P	
24,181	UA	B		F	
35,667	SABM	A		P	

Situación **Conectado** 00:38 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B AUTO VS 0 VR 0

El timeout ante Command se encuentra activo en este momento.

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
5,655	SABM	A		P	
14,152	UA	B		F	
25,663	SABM	A		P	
34,171	UA	B		F	
45,681	SABM	A		P	

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
14,146	SABM	B		P	
25,692	UA	A		F	
34,161	SABM	B		P	
45,685	UA	A		F	

Situación **Conectado** 00:52 Inicializar Finalizar

Se quedan en un bucle infinito intentando establecer conexión y confirmándose, activándose el timeout ante COMMAND.

## Números de secuencia y ventana

Configure el canal con un retardo de 1000 ms. y sin pérdidas. Utilice una ventana de transmisión de tamaño 7. Habilite la respuesta semiautomática en ambos terminales. Inicialice el enlace y haga que ambos terminales estén en situación de CONECTADO. Adjunte capturas de pantalla de cómo se han realizado estas acciones.

The screenshot shows the 'Configuración' window with the 'Modo de trabajo' tab selected. It contains two main sections: 'Configuración de timeouts' and 'Configuración de envío/recepción de tramas de información'.

Configuración de timeouts	
Timeout ante COMMAND	20000 ms
Timeout ante trama I	20000 ms
Timeout ante REQUEST	20000 ms

Configuración de envío/recepción de tramas de información	
Tamaño ventana	7
Tramas erróneas consecutivas permitidas	3

Buttons: Aceptar, Cancelar

The screenshot shows the 'Configuración' window with the 'Canal' tab selected. It contains two main settings: 'Retardo (ms)' and 'Probabilidad de error'.

Retardo (ms)	
Retardo (ms)	1000

Probabilidad de error	
Probabilidad de error	0

Buttons: Aceptar, Cancelar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A **AUTO** VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
3,936	SABM	B		P	

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
5,961	UA	B		F	

Situación **Conectado** 00:09 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B **AUTO** VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
4,947	UA	B		F	

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
4,945	SABM	B		P	

Situación **Conectado** 00:20 Inicializar Finalizar

- a) Envíe tramas de información en ambos sentidos analizando la evolución de las variables V(S) y V(R). Envíe alguna trama con el campo FCS incorrecto y observe el comportamiento del protocolo.

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A AUTO VS 2 VR 2

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
2,506	SABM	B		P	
8,277	I	B	0		0
10,115	I	B	1		0
28,303	RR	B		P	0
57,312	RR	A		F	2

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
4,552	UA	B		F	
30,343	RR	B		F	2
37,280	I	A	0		2
39,106	I	A	1		2
57,309	RR	A		P	2

Situación Conectado 01:05 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B AUTO VS 2 VR 2

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
3,532	UA	B		F	
29,325	RR	B		F	2
36,273	I	A	0		2
38,098	I	A	1		2
56,293	RR	A		P	2

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
3,522	SABM	B		P	
9,285	I	B	0		0
11,124	I	B	1		0
29,323	RR	B		P	0
58,330	RR	A		F	2

Situación Conectado 01:23 Inicializar Finalizar

Ambas estaciones envían tramas de información a las que la estación que la recibe responde con una trama RR confirmando la correcta recepción de estas.

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A AUTO VS 1 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
4,269	SABM	B		P	
10,640	ERR	B			

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
6,303	UA	B		F	

Situación Conectado 00:14 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B AUTO VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
5,290	UA	B		F	

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
5,283	SABM	B		P	
11,652	ERR	B			

Situación Conectado 00:29 Inicializar Finalizar

Composición detallada de la trama

Tipo de trama: Información (I) ?

C/R: C, NS: 0, P/F: , NR: 0 ?

Flag: 01111110, Dirección: 00000010, Control: 11111111, Información: La inspiración viene del ciel, CRC: 0010110100101010, Flag: 01111110 ?

↓

Bit 1: 0, NS: 000, P/F: 0, NR: 000

Trama de información  
Trama errónea ?

Aceptar

La estación B tendrá que enviar una trama REJ o SREJ a la estación A para que esta vuelva a enviar de forma correcta la trama de información que se ha enviado de forma incorrecta porque si no se habría perdido esa información.



- b) Compruebe y describa el proceso seguido para identificar el tamaño de la ventana. Para ello envíe tramas hasta alcanzar el tamaño máximo. Cambie el tamaño de la ventana a 2 y observe que los números de secuencia V(S) y V(R) siguen variando de 0 a 7. ¿Es correcto el funcionamiento?

**Configuración**

Protocolo | Modo de trabajo | Canal

**Configuración de timeouts**

Timeout ante COMMAND: 20000 ms

Timeout ante trama I: 20000 ms

Timeout ante REQUEST: 20000 ms

**Configuración de envío/recepción de tramas de información**

Tamaño ventana: 2

Tramas erróneas consecutivas permitidas: 3

Aceptar Cancelar

**Estación principal**

SABM | I | RR | RNR | REJ | SREJ | UA | FRMR | DISC | DM

Estación A | AUTO | VS: 1 | VR: 0

**Tramas enviadas**

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
18,443	I	B	2		0
20,056	I	B	3	P	0
26,493	I	B	4		0
28,010	I	B	5	P	0
32,209	I	B	6		0
33,579	I	B	7	P	0
39,522	I	B	0		0

**Tramas recibidas**

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
22,089	RR	B		F	4
30,044	RR	B		F	6
35,606	RR	B		F	0

Situación: Conectado | 00:45 | Inicializar | Finalizar

Sequence diagram showing frames: B, RR<sup>F</sup>(4), B, I(4, 0), B, I<sup>P</sup>(5, 0), B, RR<sup>F</sup>(6), B, I(6, 0), B, I<sup>P</sup>(7, 0), B, RR<sup>F</sup>(0), B, I(0, 0).

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B AUTO VS 0 VR 1

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
21,070	RR	B	F	4	
29,025	RR	B	F	6	
34,593	RR	B	F	0	

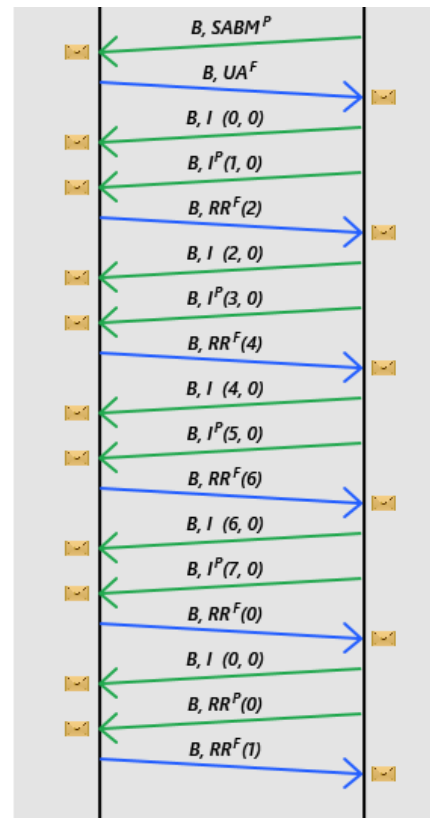
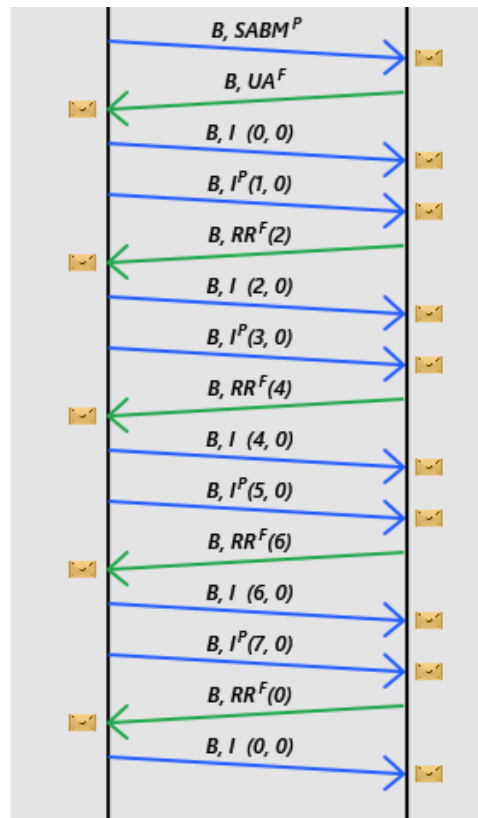
Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
19,452	I	B	2	0	
21,066	I	B	3	P	0
27,503	I	B	4	0	
29,019	I	B	5	P	0
33,217	I	B	6	0	
34,586	I	B	7	P	0
40,533	I	B	0	0	

Situación Conectado 00:53 Inicializar Finalizar

A

B



Si es correcto, ya que el tamaño de la ventana es el número de elementos sin contestar en este caso 2, por lo que la estación B tendrá que confirmar cada 2 mensajes la recepción de estos.

## Análisis de las tramas RR, RNR, REJ y SREJ

En este apartado se comprobarán las distintas funcionalidades de las tramas de supervisión. Para ello configure un terminal con respuesta manual y el otro con respuesta semiautomática. En todos los casos adjuntar capturas de pantalla necesarias y razone lo que sucede.

- a) Desde el terminal con respuesta manual realice validaciones de tramas de información mediante tramas RR.

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A [M] VS 0 VR 3

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
2,976	SABM	B		P	
25,265	RR	B			2
32,388	RR	B			3

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
5,018	UA	B		F	
19,674	I	A	0		0
21,868	I	A	1		0
30,536	I	A	2		0

Situación **Conectado** 00:34 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B AUTO VS 3 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
4,000	UA	B		F	
18,660	I	A	0		0
20,852	I	A	1		0
29,526	I	A	2		0

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
3,990	SABM	B		P	
26,280	RR	B			2
33,405	RR	B			3

Situación **Conectado** 00:45 Inicializar Finalizar

- b) Desde el terminal con respuesta manual simule el proceso de mantenimiento del enlace sondeando periódicamente la otra estación.

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A [M] VS 3 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
10,282	SABM	B		P	
14,363	I	B	0	P	0
18,347	I	B	1	P	0
21,771	I	B	2	P	0

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
12,304	UA	B		F	
16,407	RR	B		F	1
20,376	RR	B		F	2
23,816	RR	B		F	3

Situación **Conectado** 00:26 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B AUTO VS 0 VR 3

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
11,293	UA	B		F	
15,393	RR	B		F	1
19,361	RR	B		F	2
22,797	RR	B		F	3

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
11,290	SABM	B		P	
15,389	I	B	0	P	0
19,359	I	B	1	P	0
22,787	I	B	2	P	0

Situación **Conectado** 00:34 Inicializar Finalizar

- c) Simule el proceso de control de flujo. Desde el terminal con respuesta semiautomática envíe un RNR, y realice sondeos desde el otro terminal. ¿Cómo se puede seguir enviando tramas después de recibir un RNR?

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F
2,295	SABM	B		P

Advertencia

No es posible enviar una trama de información por que el otro extremo no esta listo para recibir mas tramas

Aceptar

Situación **Conectado** 00:20 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B **AUTO** VS 0 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
3,310	UA	B		F	
11,712	RNR	A			0

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
3,306	SABM	B			P

Situación **Conectado** 00:29 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A [M] VS 1 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
3,207	SABM	B		P	
14,993	I	B	0		0

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
5,237	UA	B		F	
8,814	RNR	A			0
12,063	RR	A			0

Situación **Conectado** 00:17 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B **AUTO** VS 0 VR 1

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
4,222	UA	B		F	
7,806	RNR	A			0
11,056	RR	A			0

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
4,220	SABM	B		P	
16,007	I	B	0		0

Situación **Conectado** 00:29 Inicializar Finalizar

Se soluciona haciendo que la estación B mande una trama RR para confirmar que ya puede recibir sondeos de información.



- d) Habilite la respuesta manual en ambos terminales y compruebe la función de la trama REJ y SREJ. Para ello, desde un terminal envíe una trama con el FCS incorrecto y otra con el FCS correcto. Comente lo que sucede. Compare REJ con SREJ.

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A [M] VS 3 VR 0

Tramas enviadas						Tramas recibidas					
Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR	Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
2,783	SABM	B		P							
15,041	ERR	B				10,224	UA	B		F	
17,607	I	B	1		0	23,386	REJ	A			0
25,200	I	B	0		0						
27,449	I	B	1		0						
30,167	I	B	2		0						

Situación **Conectado** 00:32 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B [M] VS 0 VR 3

Tramas enviadas						Tramas recibidas					
Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR	Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
9,215	UA	B		F		3,810	SABM	B		P	
22,376	REJ	A			0	16,055	ERR	B			
						18,621	I	B	1		0
						26,209	I	B	0		0
						28,500	I	B	1		0
						31,180	I	B	2		0

Situación **Conectado** 00:43 Inicializar Finalizar

**REJ obliga a reenviar las tramas posteriores aunque éstas se hayan enviado sin ningún tipo de error.**

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A [M] VS 3 VR 0

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
3,049	SABM	B		P	
15,417	ERR	B			
18,532	I	B	1		0
26,779	I	B	0		0
28,868	I	B	2		0

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
6,503	UA	B		F	
23,948	SREJ	A			0

Situación **Conectado** 00:32 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B [M] VS 0 VR 1

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
5,492	UA	B		F	
22,932	SREJ	A			0

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
4,059	SABM	B		P	
16,432	ERR	B			
19,543	I	B	1		0
27,791	I	B	0		0
29,878	I	B	2		0

Situación **Conectado** 00:42 Inicializar Finalizar

SREJ solo pide el reenvío de una trama en concreto, sin necesidad de enviar las tramas posteriores.



- e) Envíe tres tramas de información consecutivas con el FCS incorrecto y comente lo que sucede.

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A [M] VS VR

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
5,439	SABM	B		P	
11,982	ERR	B			
14,549	ERR	B			
18,015	ERR	B			

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
9,179	UA	B			F

Situación 00:00 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B [M] VS VR

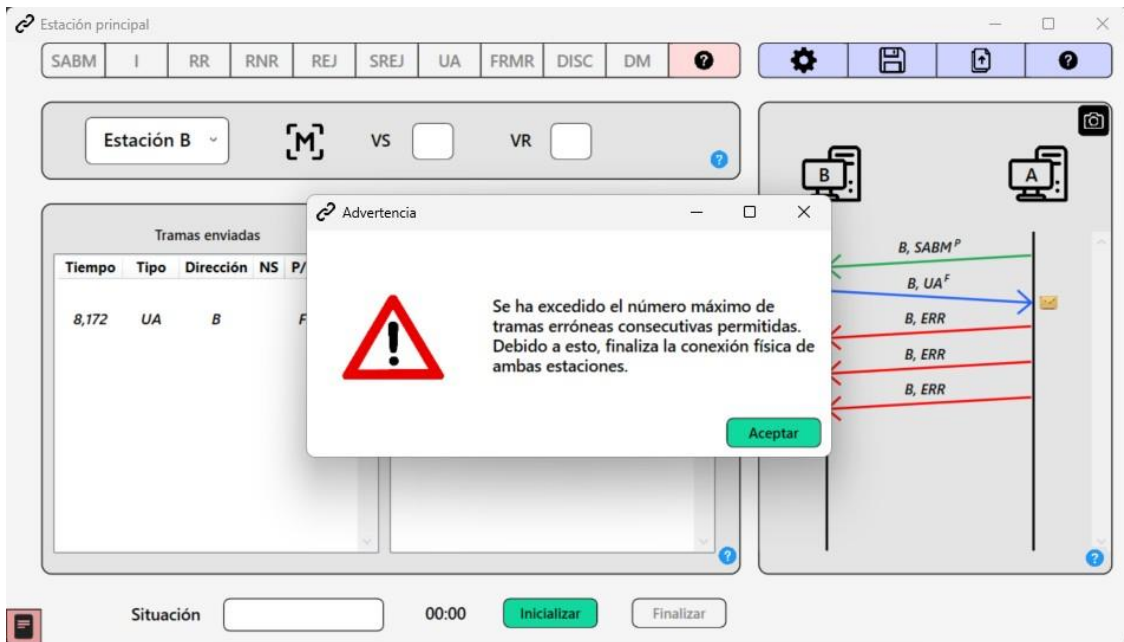
Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
8,172	UA	B			F

Información

Conexión finalizada correctamente.

Aceptar

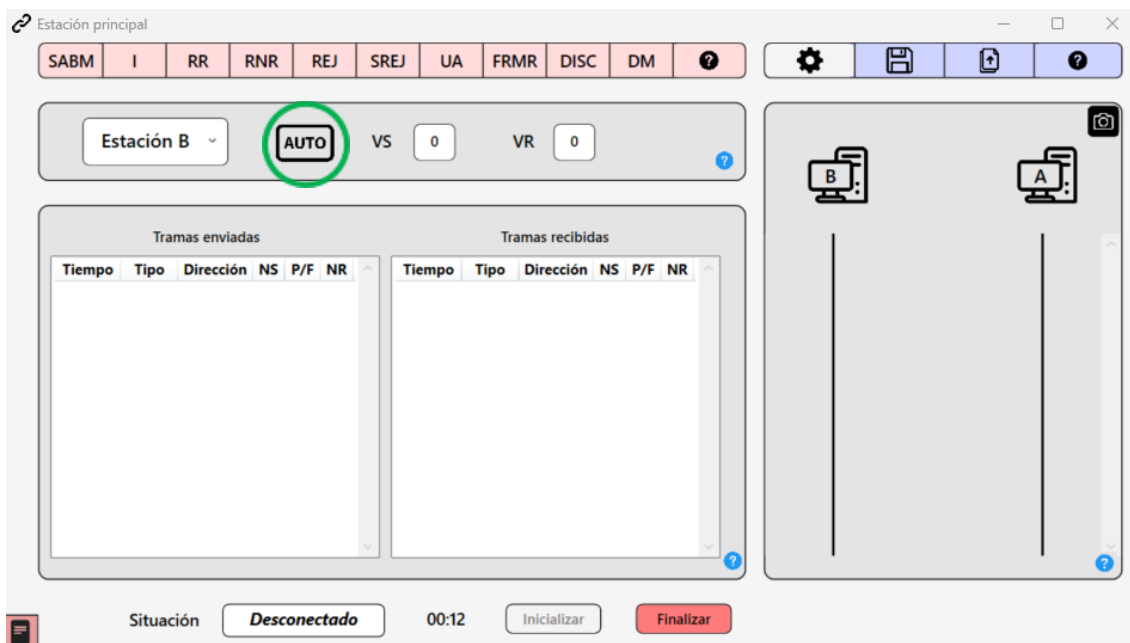
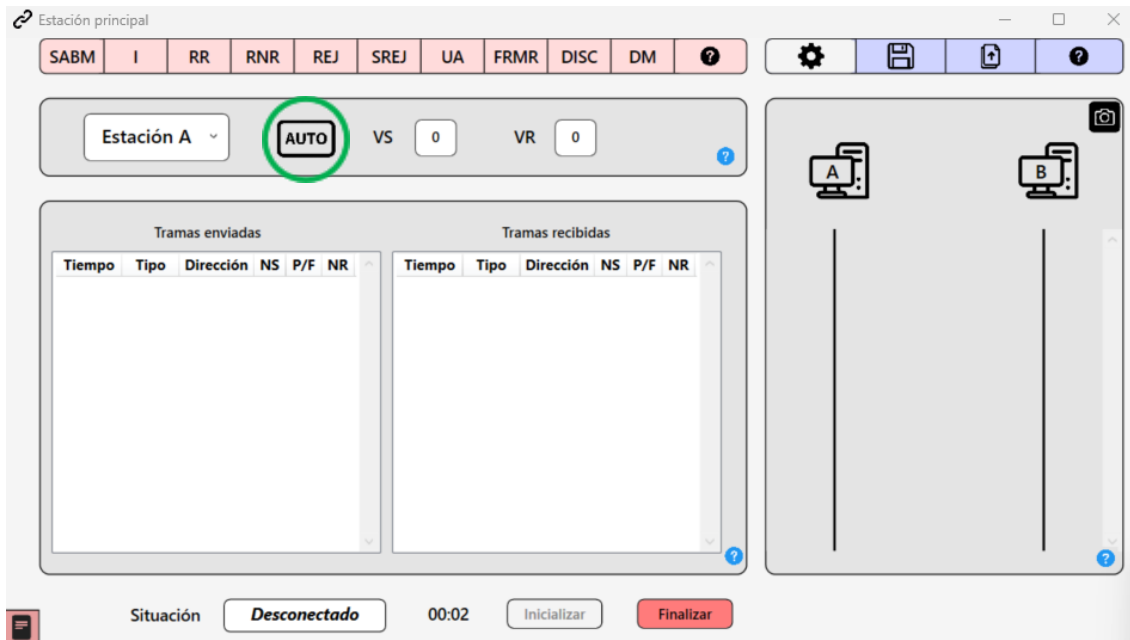


Al tener solo 3 tramas erróneas consecutivas permitidas, se excede ese número y se finaliza la conexión.



## Estudio de la trama FRMR (trama mal formada)

Ahora se estudiarán los casos que provocan excepciones en el protocolo y la información que éstas nos proporcionan. Configure ambas estaciones con respuesta semiautomática. Adjunte las capturas de estos ajustes.



- a) Desde la estación A mande 2 tramas de información de manera que no queden reconocidas, y provoque una situación de excepción desde A (por ejemplo mande una trama con el N(R) incorrecto). ¿Se ha perdido información?

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación A AUTO VS 0 VR 0

Tramas enviadas						Tramas recibidas					
Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR	Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
44,841	SABM	B		P		46,893	UA	B		F	
49,499	I	B	0		0	57,295	FRMR	B		F	
55,250	I	B	1	P	3	59,347	UA	B		F	
57,299	SABM	B		P							

Tramas pendientes de retransmisión: 2

Situación Conectado 01:07 Inicializar Finalizar

Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B AUTO VS 0 VR 0

Tramas enviadas						Tramas recibidas					
Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR	Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
45,856	UA	B		F		45,853	SABM	B		P	
56,277	FRMR	B		F		50,517	I	B	0		0
58,331	UA	B		F		56,265	I	B	1	P	3
						58,323	SABM	B		P	

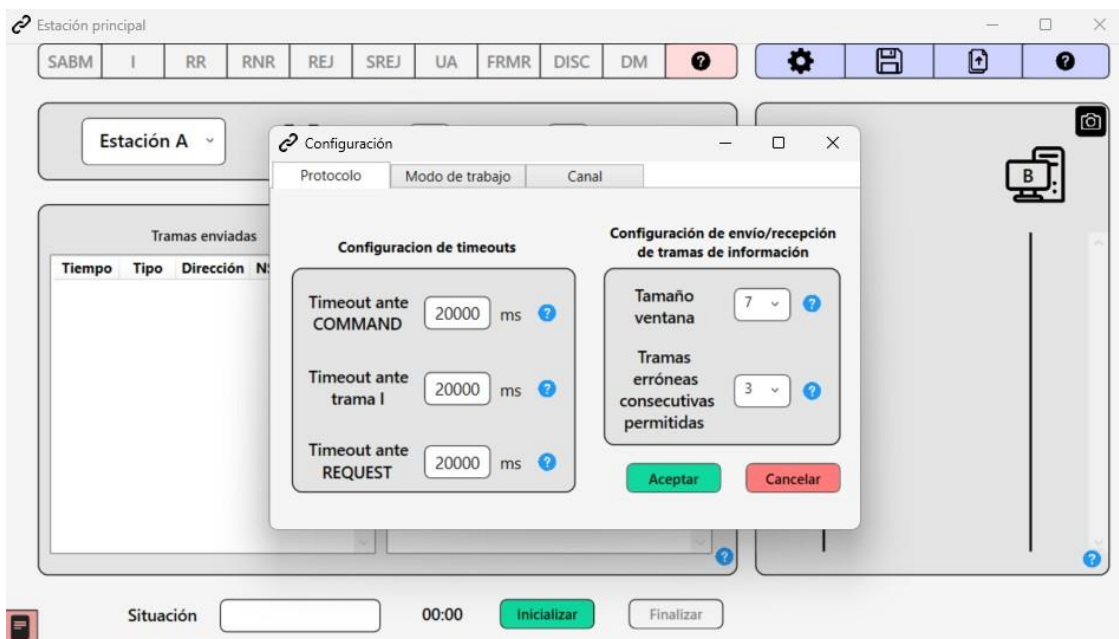
Situación Conectado 01:20 Inicializar Finalizar

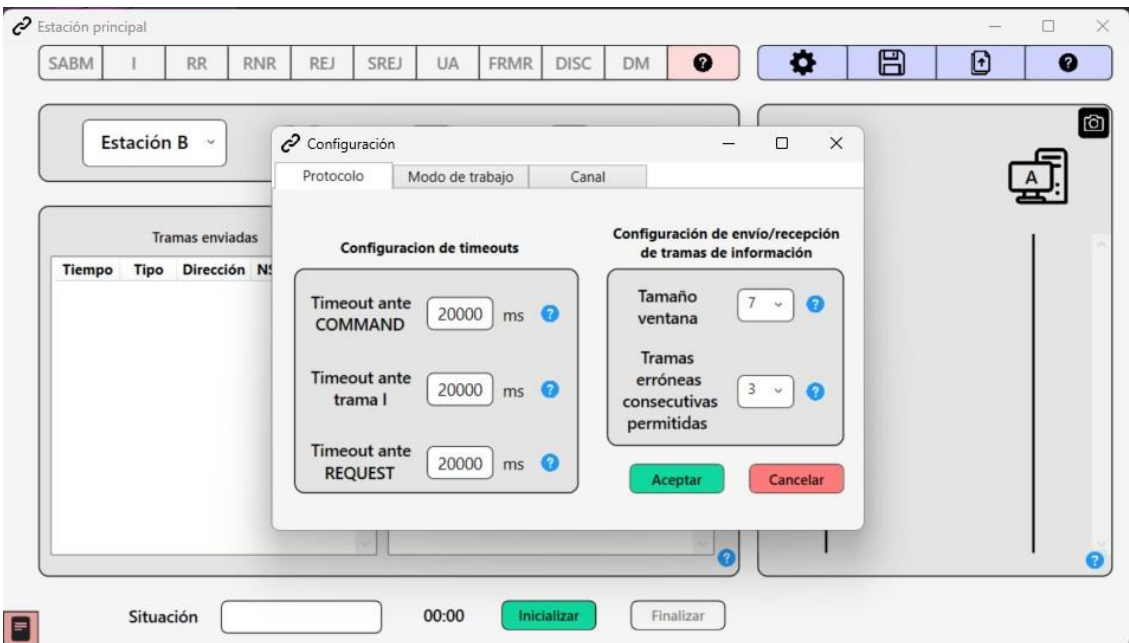
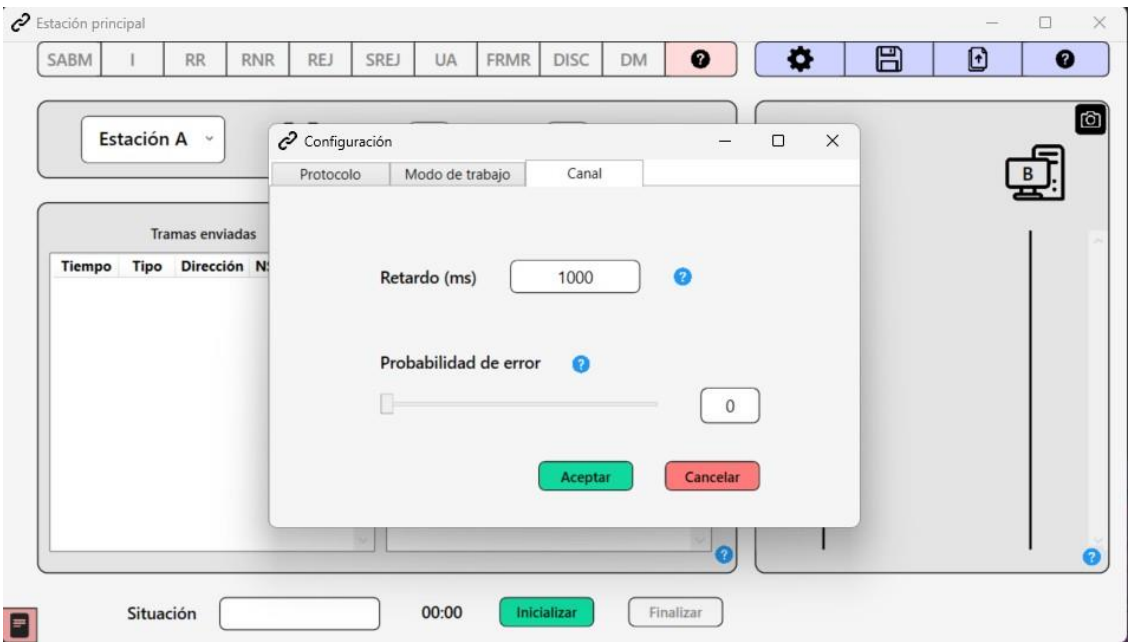
Si se ha perdido de manera irrecuperable la información de la trama. Lo que sucede cuando la estación B envía FRMR es que se produce el estado de excepción, y la estación A vuelve a intentar recuperar la conexión con SABM y la estación B le contesta con UA para establecerla de nuevo.

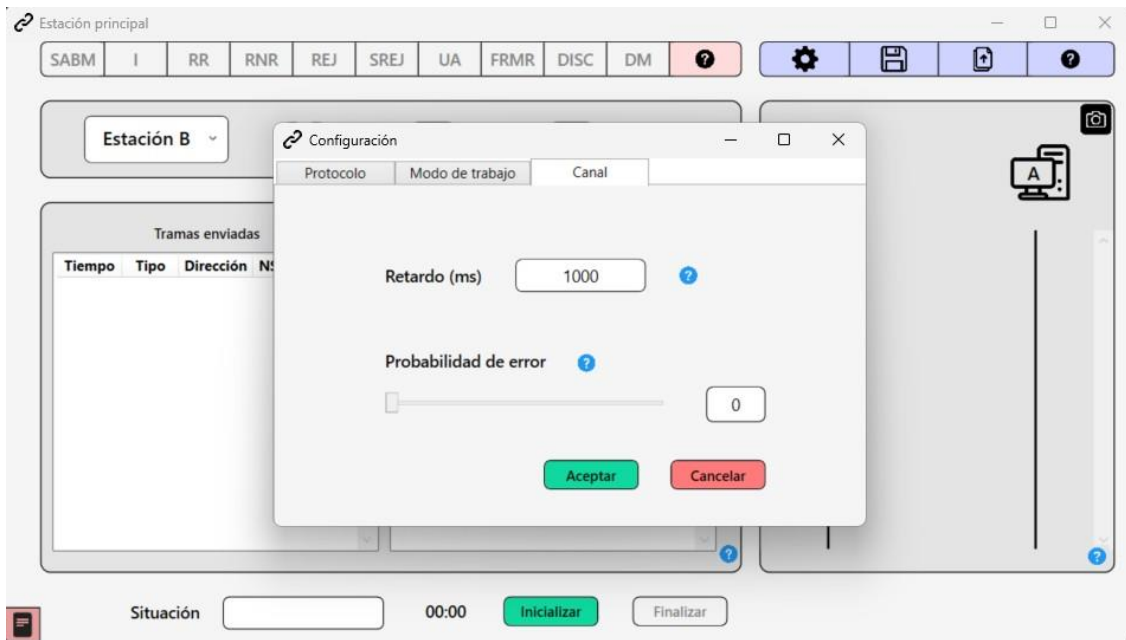
## Estudio de los *timeouts*

Para evitar que el protocolo quede esperando indefinidamente en un determinado estado, éste incorpora unos temporizadores (*timeouts*) de manera que si transcurrido un determinado intervalo de tiempo una estación no obtiene una respuesta de la otra, realiza una acción que le permite salir de dicho estado. Configure los *timeouts* a 20 segundos y el retardo del canal a 1000 ms. Configure una estación con respuesta semiautomática y la otra con respuesta manual.

Adjunte capturas de estos ajustes.



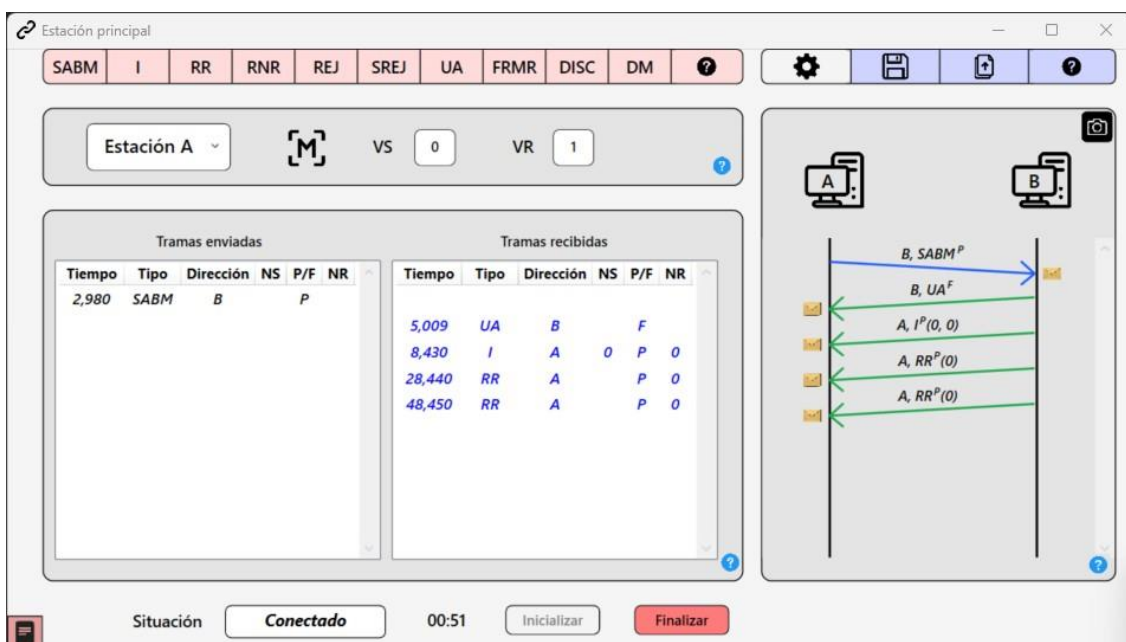




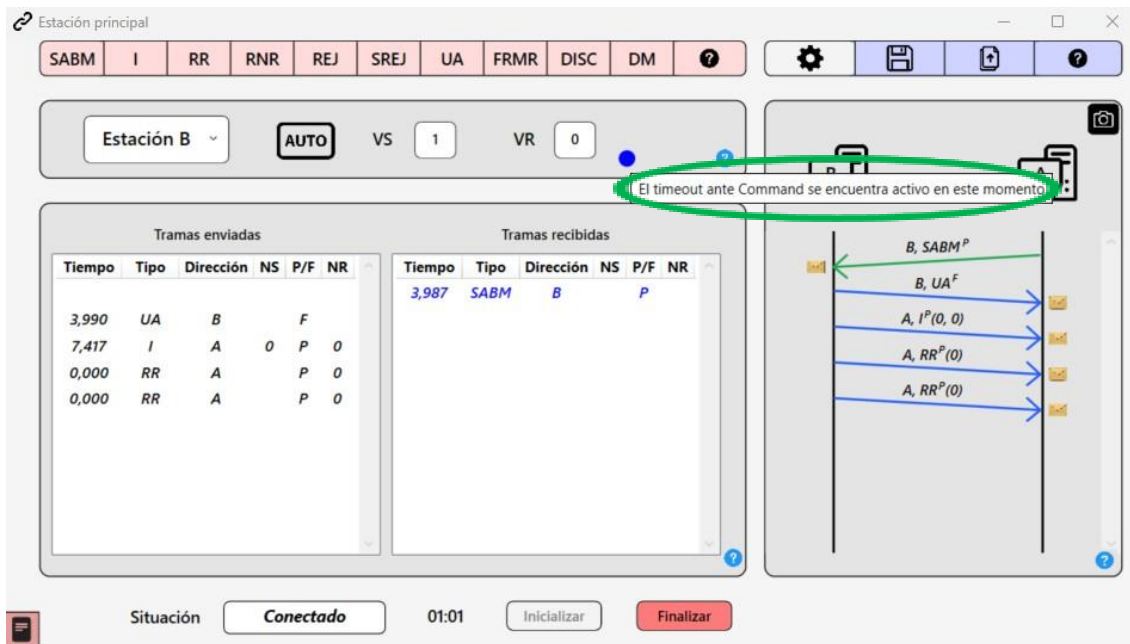
- a. Desde la estación configurada con respuesta semiautomática genere al menos una situación en la que vencen cada uno de los tres tipos de temporizadores y comente los resultados.

**El timeout ante COMMAND** hace referencia al tiempo máximo que una estación espera una respuesta cuando esta envía un comando con el bit de sondeo activado.

En el caso de no recibir respuesta al comando con el bit de sondeo activado, la estación reenviará el comando de nuevo.



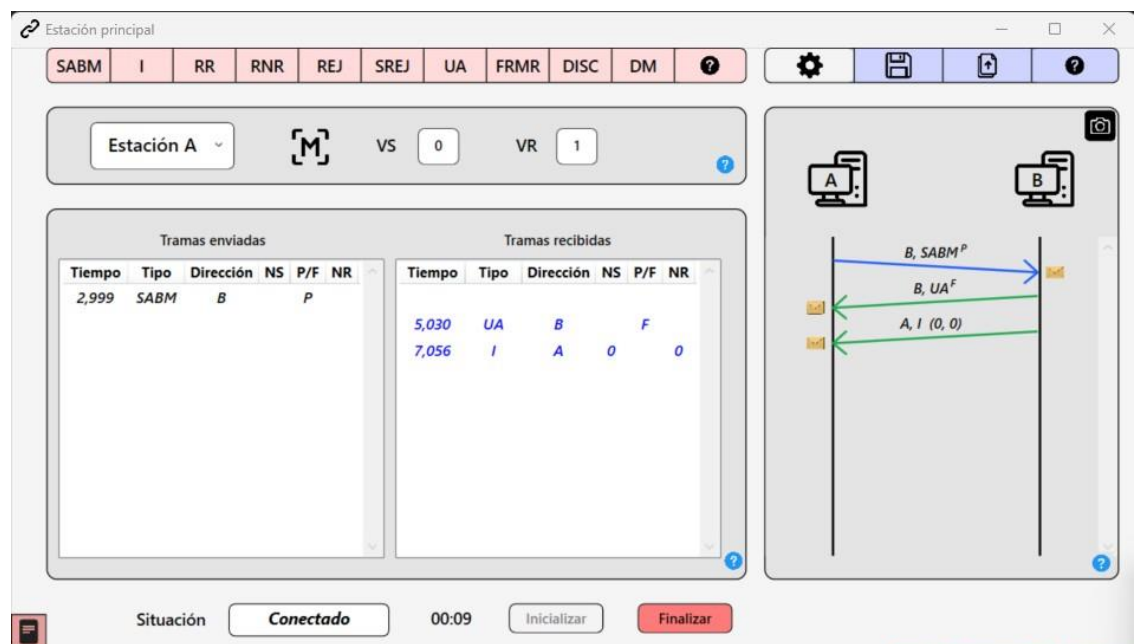




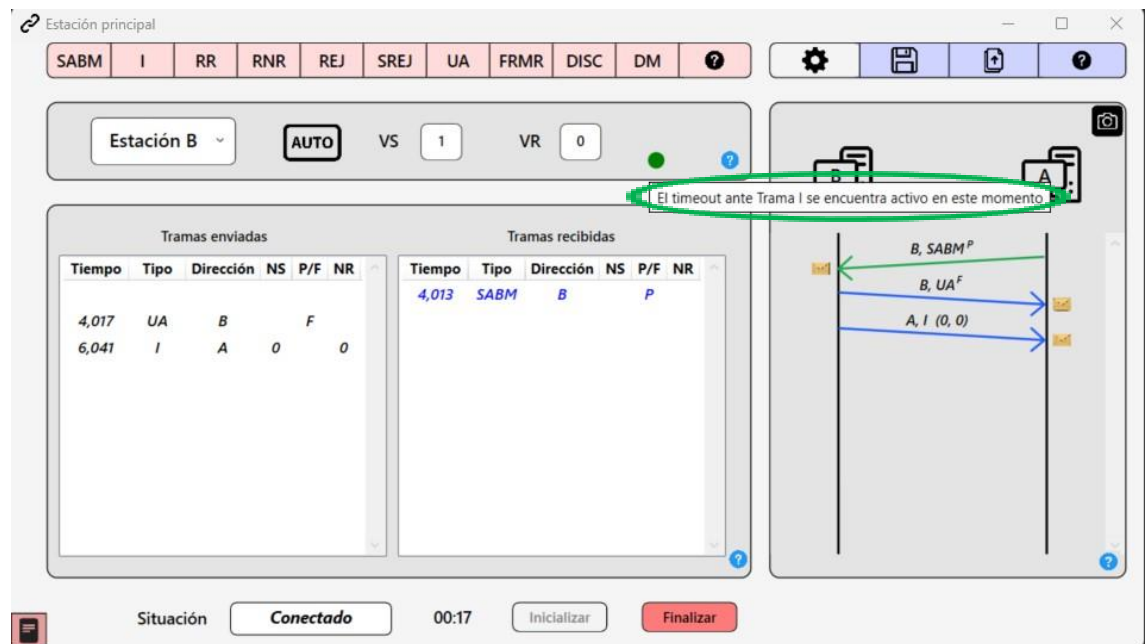
Se puede ver que la estación B reenvía de forma infinita el comando cada 20000 ms (el timeout establecido) hasta que en la estación A le envíe la respuesta.

El timeout ante trama I hace referencia al tiempo máximo que una estación espera reconocimiento de una trama de información anteriormente enviada.

En el caso de no recibir reconocimiento, la estación sondeará al otro extremo en busca de un reconocimiento.



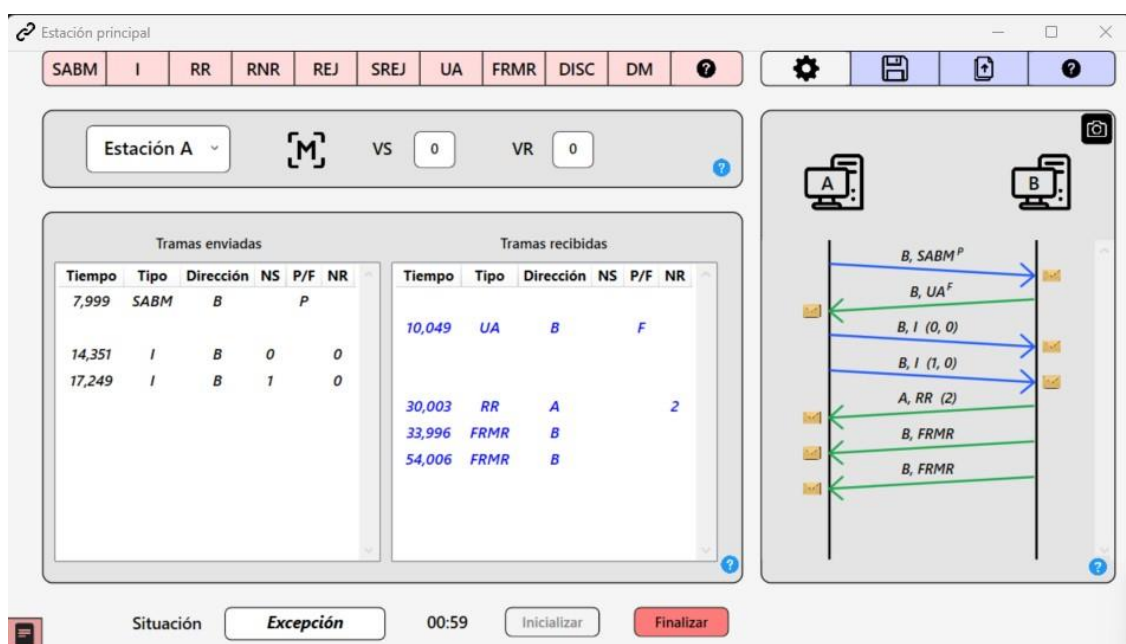




Se puede ver que la estación B reenvía de forma infinita el comando cada 20000 ms (el timeout establecido) hasta que en la estación A le envíe la respuesta.

El timeout ante REQUEST hace referencia al tiempo máximo que una estación espera la recepción de un comando tras realizar el envío de una respuesta. En nuestro caso esta situación sólo se produce tras el envío de una trama de rechazo de trama (FRMR).

En el caso de no recibir comando, la estación reenviará la respuesta de nuevo.



Estación principal

SABM I RR RNR REJ SREJ UA FRMR DISC DM ?

Estación B AUTO VS 0 VR 0

El timeout ante Request se encuentra activo en este momento.

Tramas enviadas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
9,029	UA	B		F	
28,991	RR	A			2
32,985	FRMR	B			
52,995	FRMR	B			
73,005	FRMR	B			

Tramas recibidas

Tiempo	Tipo	Dirección	NS	P/F	NR
9,025	SABM	B		P	
15,361	I	B	0		0
18,259	I	B	1		0

Situación **Excepción** 01:27 Inicializar Finalizar

La estación B reenvía la trama FRMR infinitamente hasta que se que la estación A confirma la recepción.

## Simulación de una transferencia en un canal ruidoso

Finalmente para tener una visión global de todos los elementos del protocolo, realizaremos una transmisión en un canal ruidoso. Para ello configure ambas estaciones con los siguientes parámetros:

- Tamaño ventana = 7
- *Timeouts* = 20 seg.
- Retardo canal = 1000 ms.
- Probabilidad de error = 0,2
- Respuesta semiautomática

Adjunte captura de pantalla de estos ajustes.



Configuración

Protocolo   Modo de trabajo   Canal

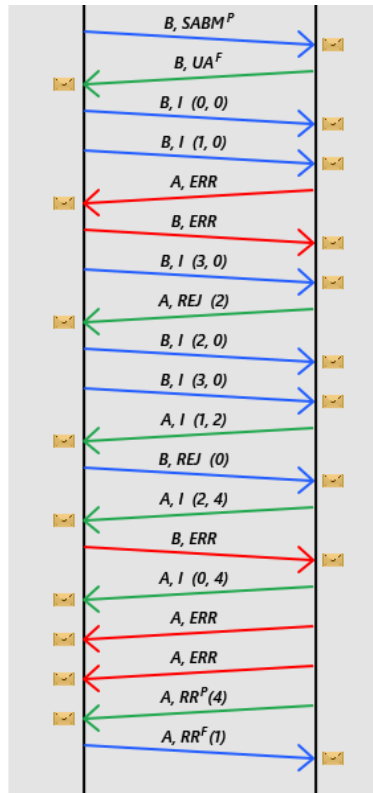
Retardo (ms)  ?

Probabilidad de error ?

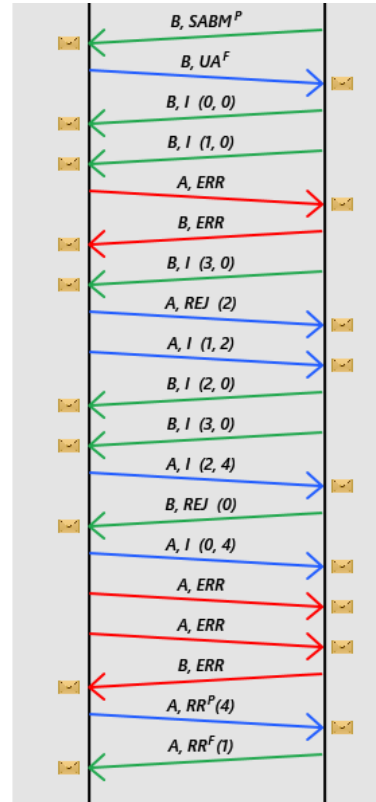
Aceptar Cancelar

- a) Realice una simulación abriendo una conexión y transmitiendo tramas de información en ambos sentidos. Observe los errores que se producen durante la transmisión y cómo el protocolo se recupera en cada caso. Adjunte la simulación y comente los resultados obtenidos.

A



B



La probabilidad de error hace que algunas de las tramas que se envían se envíen de manera incorrecta a lo que el sistema pide el reenvío de esas tramas erróneas automáticamente y la estación emisora las reenvía.