



Universidad de Granada
Departamento de Teoría de la Señal,
Telemática y Comunicaciones



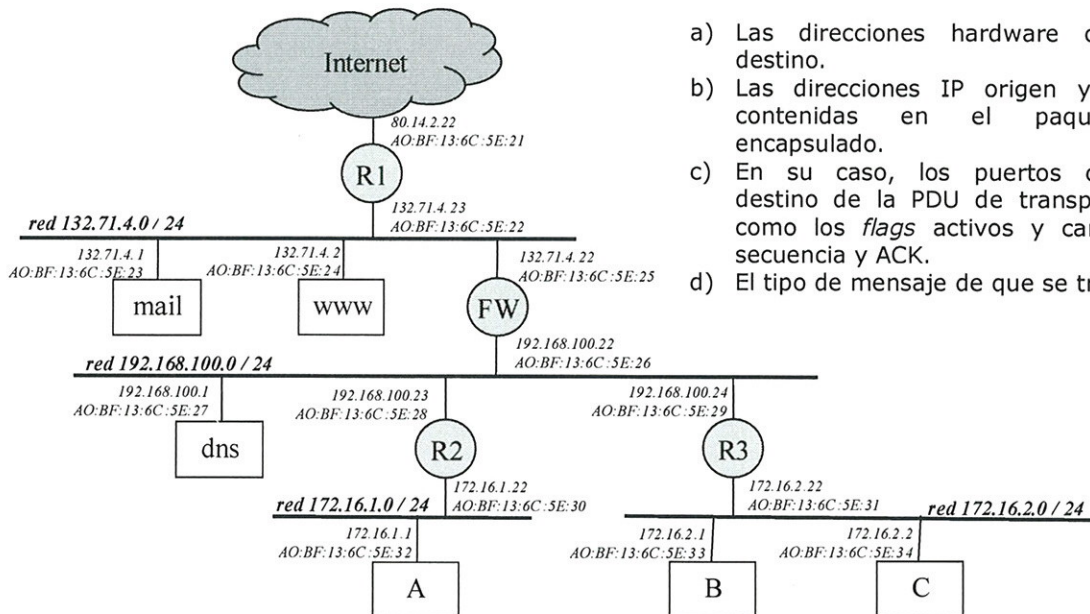
ETSIT
C/ Periodista Daniel Saucedo Aranda, s/n
18071 - Granada
Tf: 958 240840 - Fax: 958 240831

TRANSMISIÓN DE DATOS Y REDES DE COMPUTADORES II

- 4º curso de Ingeniería Informática -
Examen de teoría¹ - Septiembre 2007

Apellidos y nombre: Jorge Navarro Ortiz

1. (3 ptos.) Dada la topología adjunta correspondiente a una red corporativa, en la que se especifican tanto las direcciones IP como las hardware de cada uno de los dispositivos que la forman, analice el tráfico generado al hacer un acceso de correo electrónico desde el host "B" al servidor "mail", especificando en una tabla, y para cada trama Ethernet generada:



- Las direcciones hardware origen y destino.
- Las direcciones IP origen y destino contenidas en el paquete IP encapsulado.
- En su caso, los puertos origen y destino de la PDU de transporte, así como los *flags* activos y campos de secuencia y ACK.
- El tipo de mensaje de que se trata.

(Notas: * suponga todas las tablas ARP son conocidas y, por simplicidad,
* utilice sólo el último de los 6 octetos de las direcciones físicas de las NIC)

2. (1'5 ptos.) Suponga dos usuarios de correo electrónico, *user1* y *user2*, situados en sendos puestos de trabajo *H1* y *H2*. Las estafetas de correo correspondientes son *mailserver.com* y *servidormail.es*. Describa todos los pasos y protocolos involucrados en los siguientes procesos:
- Redacción y envío de un email de *user1* a *user2*, desde el punto de vista del primero de ellos.
 - Recepción del mensaje en *servidormail.es*.
 - Descarga y lectura del correo por parte de *user2*.
3. (2,5 ptos.) Describa, a través de la especificación de un diagrama de flujo, el control de errores y de flujo llevados a cabo en una entidad receptora TCP. Defina y utilice para ello las variables involucradas.

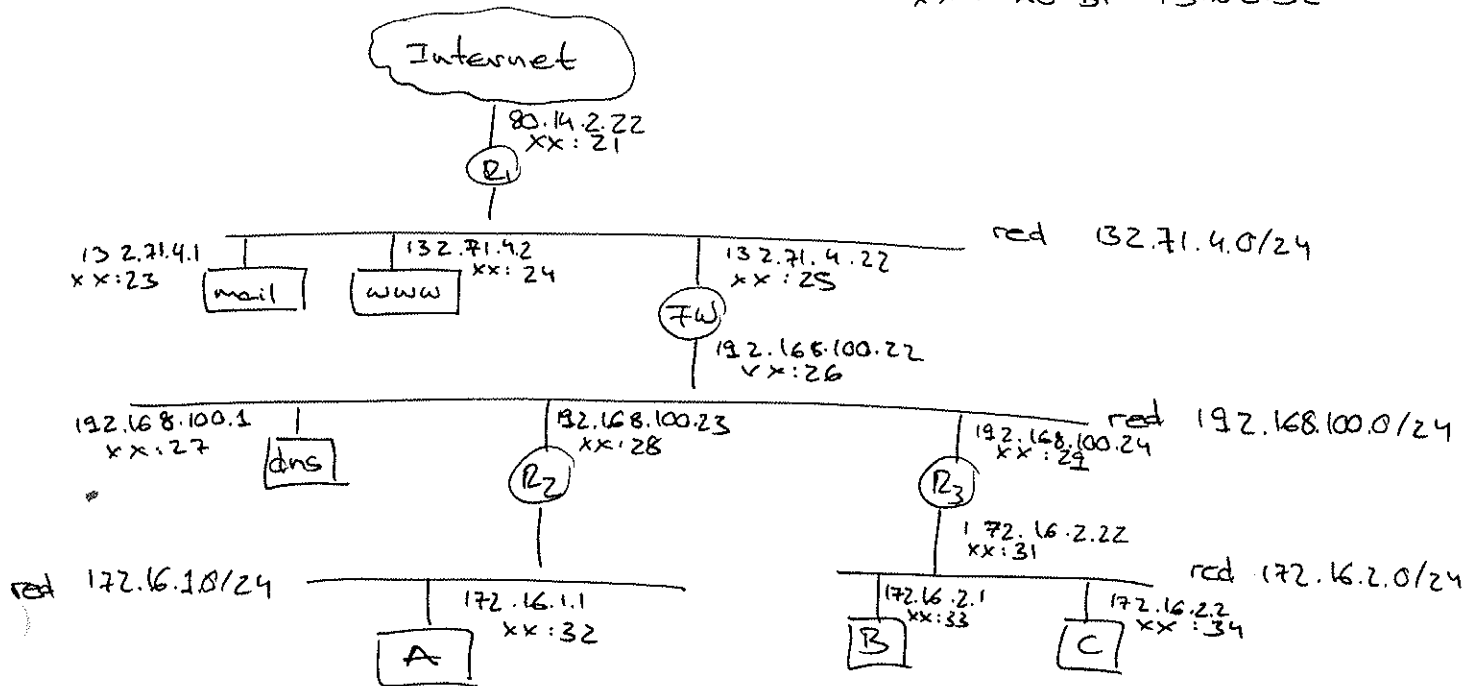
¹ → La calificación de esta parte de la asignatura supondrá 7 puntos sobre el total de 10.

1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 26

Sept 2007 TDR CZ

Ejercicio 1 (3 puntos)

xx = AO:BF:13:6C:5E

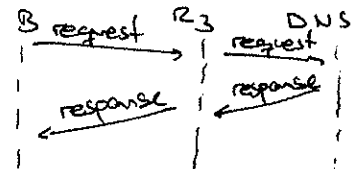


Tráfico de acceso de correo electrónico del host "B" al servidor "mail".
 Para cada trama ethernet } dir HW origen/destino
 dir IP " "
 puertos origen/destino
 flags activos
 campos seq y ack
 tipo de mensaje

Suponga conocidas las tablas ARP

Solución:

1. Peticion DNS y respuesta.



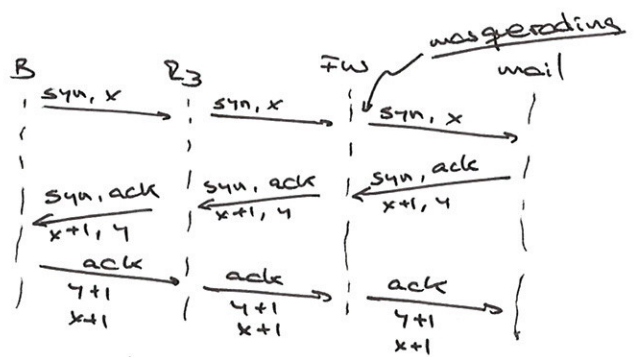
ETH. ORI.	ETH. DEST.	IP ORI.	IP DEST.	PORT ORI.	PORT DEST.	FLAGS SEQ ACK	TIPO MENSAJE	COMENTARIOS
33 (B)	31 (R3)	172.16.2.1 (B)	192.168.100.1 (dns)	(1)	53	—	Solicitud DNS, dominio mail	A través de R3
29 (R3)	27 (dns)	"	"	"	"	"	"	Retx a dns
27 (dns)	29 (R3)	192.168.100.1 (dns)	172.16.2.1 (B)	53	(2)	—	Resp DNS, IP de mail	A través de R3
31 (R3)	33 (B)	"	"	"	"	"	"	"

(1) Asignado por S.O.

(2) Puerto elegido en (1).

2. Establecimiento TCP

SMTP → sobre TCP en el puerto 25



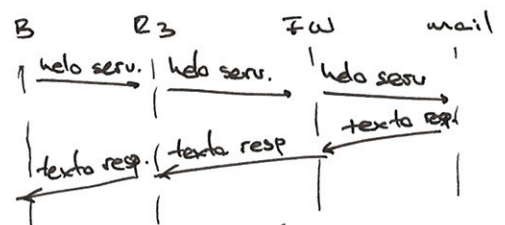
ETH ORI	ETH DEST	IP ORI	IP DEST	PORT ORI	PORT DEST	FLAGS SEG ACK	TIPO MENSAJE	COMENTARIOS
33 (B)	31 (R3)	172.16.2.22 (B)	172.16.2.22 132.71.4.1 (mail)	(1)	25	SYN X(3)	Solicitud estab. TCP al serv. mail	A través de R3
29 (R3)	26 (FW)	"	"	"	"	"	"	Retx de R3 a FW
25 (FW)	23 (mail)	132.71.4.22 (FW)	"	(5)	"	"	"	Masquerading. FW entrega a mail (4)
23 (mail)	25 (FW)	132.71.4.1 (mail)	132.71.4.22 (FW)	25	(5)	SYN, ACK 4 x+1	Aceptación y estab. en sentido contrario	mail hacia FW
(FW)	29 (R3)	"	172.16.2.22 (B)	"	(2)	"	"	Destruye masquerading. FW retx a R3 (4)
31 (R3)	33 (B)	"	"	"	"	"	"	R3 retx a B
33 (B)	31 (R3)	172.16.2.22 (B)	132.71.4.1 (mail)	(2)	25	ACK x+1 y+1	Aceptación en sentido contrario	B hacia mail a través de R3
29 (R3)	26 (FW)	"	"	"	"	"	"	R3 retx a FW
25 (FW)	23 (mail)	132.71.4.22 (FW)	"	(5)	"	"	"	Masquerading. FW entrega a mail (4)

(3) N° aleatorio elegida por el emisor.

(4) FW al hacer masquerading usa (IP intranet, puerto host intranet)
↓
(IP pública FW, puerto libre FW)

(5) El puerto elegida por el FW en (4)

3. Acceso de correo electrónico

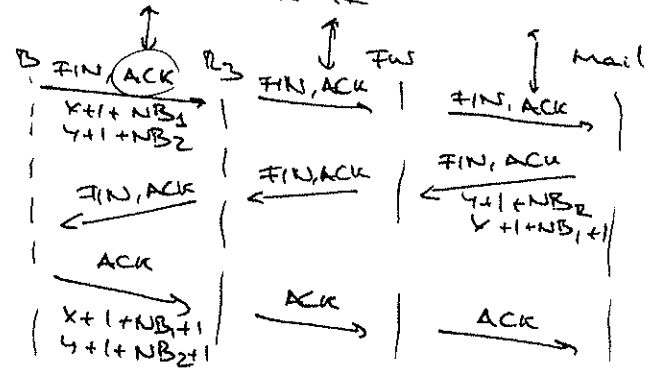


33 (B)	31 (R3)	172.16.2.22 (B)	IP mail	(2)	25	x+1	helo servidor	... (se pueden enviar más mensajes) Conexión inicial al servidor SMTP (a través de R3)
29 (R3)	26 (FW)	"	"	"	"	"	"	R3 retx a FW
25 (FW)	23 (mail)	132.71.4.22	"	(5)	25	"	"	Masquerading (4)
23 (mail)	25 (FW)	132.71.4.1 (mail)	IP FW	(5)	25 PA	ACK y+1 x+1+NB(1)	texto en resp. del servidor	mail hacia FW
26 (FW)	29 (R3)	"	IP B	(2)	"	"	"	Destruye masq. (4)
31 (R3)	33 (B)	"	"	"	"	"	"	Llega resp. a B

Puerto asignado a PA por FW

El ACK de la resp. del servidor se enviaría después en sentido contrario. O se usa un mensaje, o se añade en la desconexión TCP.

4. Desconexión TCP

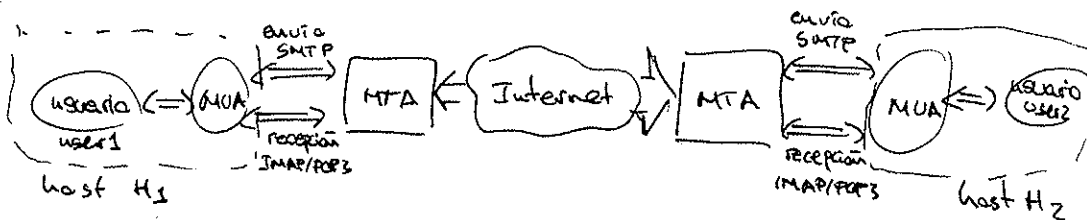


$NB_1 \equiv$ long. bytes mensaje H2O.

$NB_2 \equiv$ " " resp. servidor.

Las campos son exacta + igual a los de la conexión TCP, salvo los flags, cause y ack especificados en el dibujo de arriba.

(15 puntos)
Ejercicio 2 Envío de correo electrónico.



a) Redacción y envío.

1. El usuario genera el mensaje mediante el interfaz proporcionado por el MUA ("mail user agent").
2. El MUA tiene definida su estafeta de correo saliente (mailserver.com). Tendrá que realizar una query DNS para ver su IP.
 MTA = mail transfer unit
3. Establece conexión con la estafeta en el puerto 25 (SMTP).
4. Envía el correo mediante SMTP →

```
HELO A
MAIL FROM: user1@mailserver.com
RCPT TO: user2@servidormail.es
DATA
... mensaje: cabecera y cuerpo...
QUIT
```

~~El receptor~~

5. Cerrada la conexión TCP, el mensaje queda en el spool de la estafeta, ya que el receptor no es de su dominio.

b) Recepción por servidormail.es

6. El MTA1 realiza un query a un DNS de Internet para ver el RR tipo MX (mail exchanger) correspondiente al dominio servidormail.es.
7. El MTA1 establece conexión TCP puerto 25 (SMTP) con el MTA2 (el del dominio servidormail.es).
8. Verificado el buzón destino por parte del MTA2, acepta y almacena el mensaje en el spool de correo entrante en espera para su entrega al usuario user2 (que usará IMAP o POP3).

c) Descarga y lectura del correo.

9. El user2, a través del interfaz proporcionado por su MUA, elegirá bajarse el correo.

10. Para ello, su MUA establecerá conexión con el ~~serv~~ MTA₂ usando uno de los protocolos típicos (IMAP, POP3, webmail...). Como no conoce su IP, primero realizará una query a un DNS.

11. E.g. usando POP

Se establece conexión TCP al puerto 110 (POP3).

Se autentica → AUTH KERBEROS_V4

USER user2

PASS clave

Realiza transacción →

STAT ~	(nº mensajes, bytes)
LIST ~	nº mensajes, bytes de cada uno
RETR 1 ~	baja mensaje 1
:	
DELE 1 →	borra mensaje 1
QUIT	

12. El MUA muestra los mensajes bajados en el botón de correo entrante y el usuario los puede leer (interfaz del MUA).

Ejercicio 3

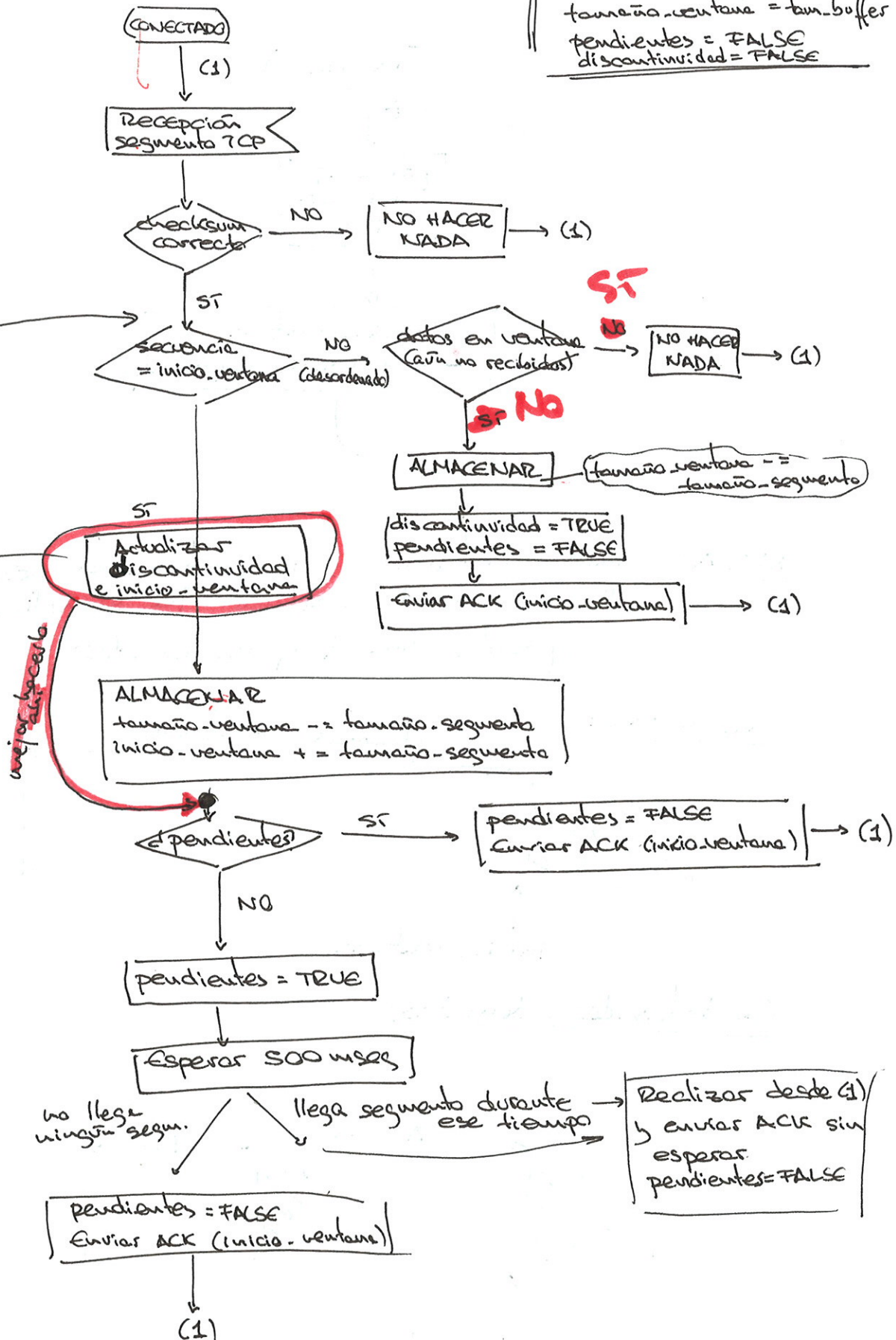
CONTRA DE ERRORES Y FLUJO EN UN RECEPTOR TCP

Inicialización

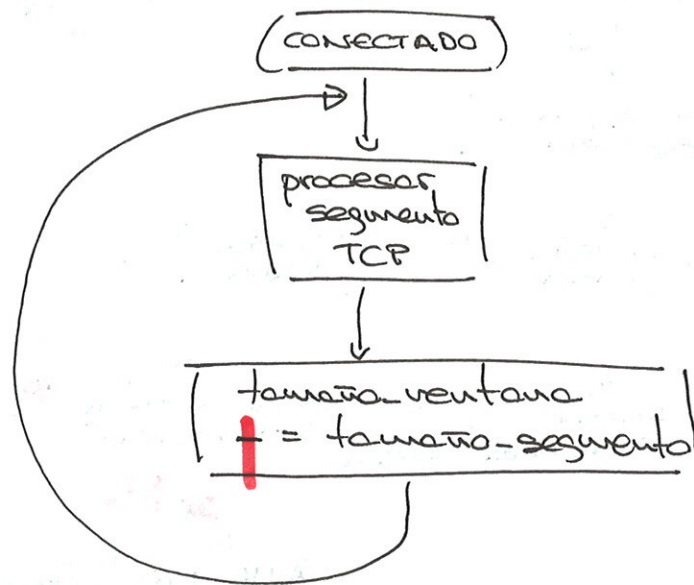
inicio_ventana = aleat.
 tamaño_ventana = tam_buffer
 pendientes = FALSE
 discontinuidad = FALSE

Si el bit URG=1,
 se pasaría directamente al nivel de aplicación.

Podría ocurrir que este segm.
 cierre una discontinuidad

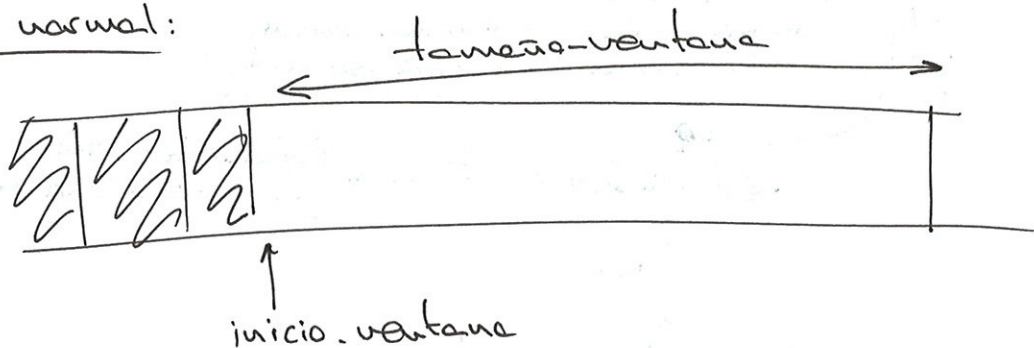


En paralelo, el nivel de aplicación procesaría los segmentos TCP.

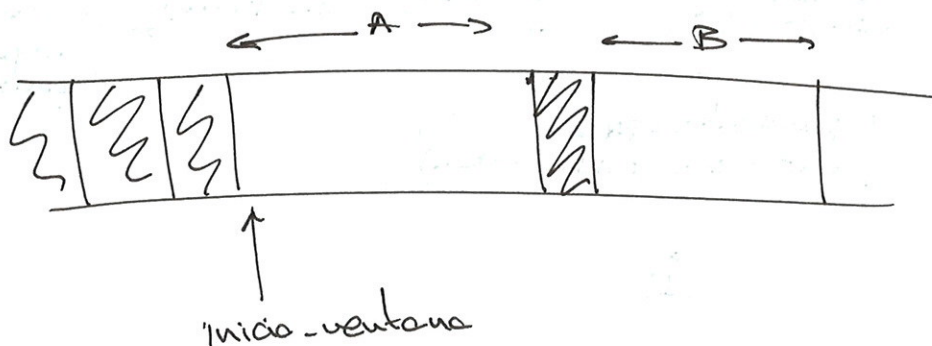


NOTA: inicio-ventana es un puntero al primer byte libre en el buffer. Por simplicidad se ha supuesto lineal y no circular.

Caso normal:



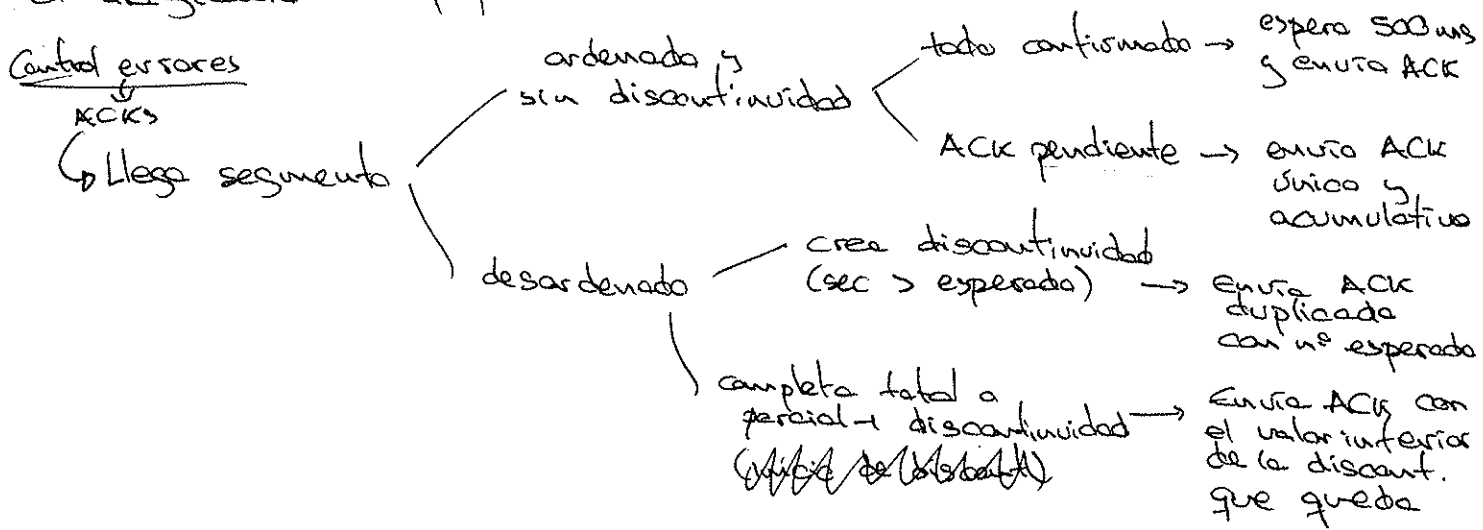
Con datos desordenados:



$$\text{tamaño-ventana} = A + B$$

(tamaño libre en el buffer.

El diagrama de flujo intenta resumir:



Control de flujo

Recibo segmento → meto en buffer → actualiza ~~buffer~~ nº bytes en buffer libre → nueva ventana de recepción, que se enviará al ~~receptor~~ emisor en los mensajes (datos, ACK, ...).

Si proceso segmento → actualiza ventana (con nuevas bytes libres) → es lo que se enviará en siguientes mensajes.

Receptor

Sequence == ACUSE_LOCAL

