

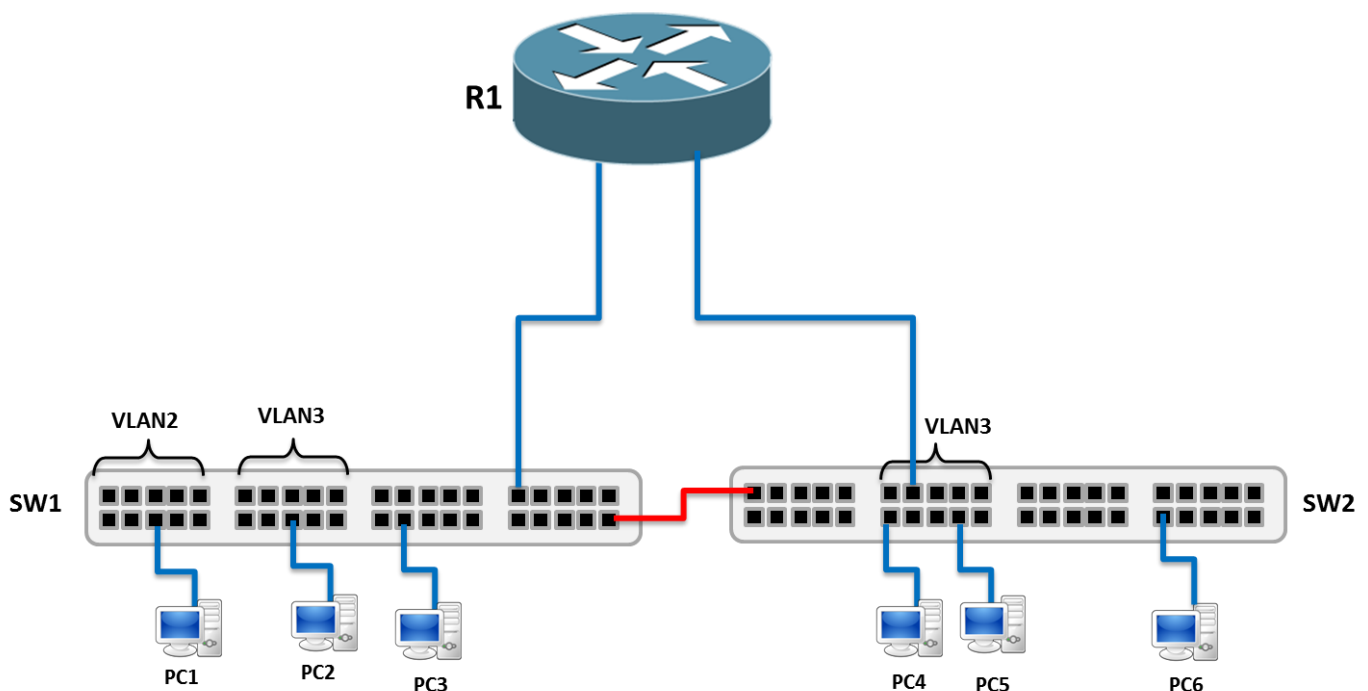
TRANSMISIÓN DE DATOS Y REDES DE COMPUTADORES **Examen de Teoría - Junio de 2021** **(Convocatoria Ordinaria)**

Apellidos y nombre: _____ DNI/ID: _____

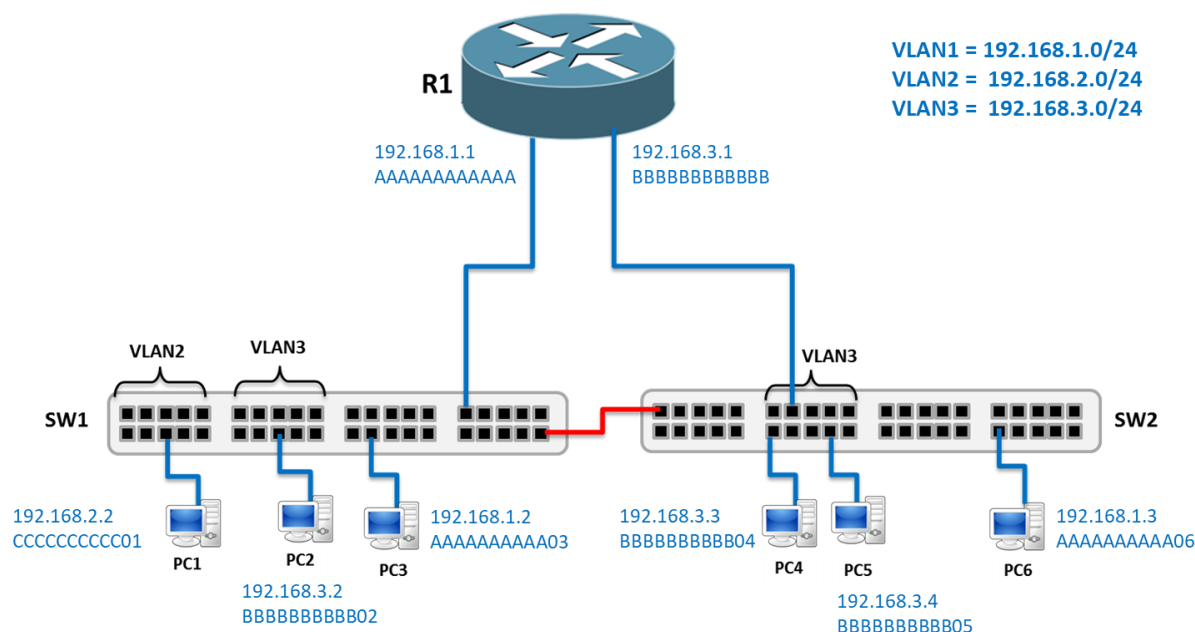
PROBLEMA 1 (3 puntos)

Se tiene la topología de la figura que incluye 6 equipos/hosts, un router y dos switches gestionables unidos mediante un enlace troncal (señalado en rojo en la figura). En dichos switches se han definido varias VLANs. El router R1 tiene completa su tabla de enrutamiento y los PCs que pueden acceder a él tienen como Default Gateway a R1.

- Asigne direcciones IP** a los interfaces de forma coherente con los dominios de broadcast definidos por las VLANs, considerando que todas serán IPs privadas. Asígneles también **direcciones MAC** como desee.
- Indique la **Tabla de Conmutación de los dos switches**, sabiendo que los puertos se numeran en cada switch por bloques de 10 empezando por la parte superior izquierda y terminando en la parte inferior derecha. Ej: el bloque de la izquierda sería FE00-FE09.
- Justifique qué equipos se podrían **conectar mediante Telnet** a SW2 para gestionarlo.
- Explique qué hosts **pueden hacerse ping entre ellos** y cuáles no (si se da el caso). Si es necesario, añada al dibujo lo que estime oportuno para que todos los hosts puedan comunicarse entre sí.
- Escriba la **Tabla ARP** de los hosts PC5 y PC6 una vez que todos los equipos se han comunicado entre sí.



a) Asignación de IPs y MACs



b) Tabla de Conmutación – SW1

MAC	Puerto	VLAN
CCCCCCCC01 (PC1)	FE05	2
BBBBBBBB02 (PC2)	FE15	3
AAAAAAAA03 (PC3)	FE23	1
AAAAAAAA (R1)	FE30	1

Tabla de Conmutación – SW2

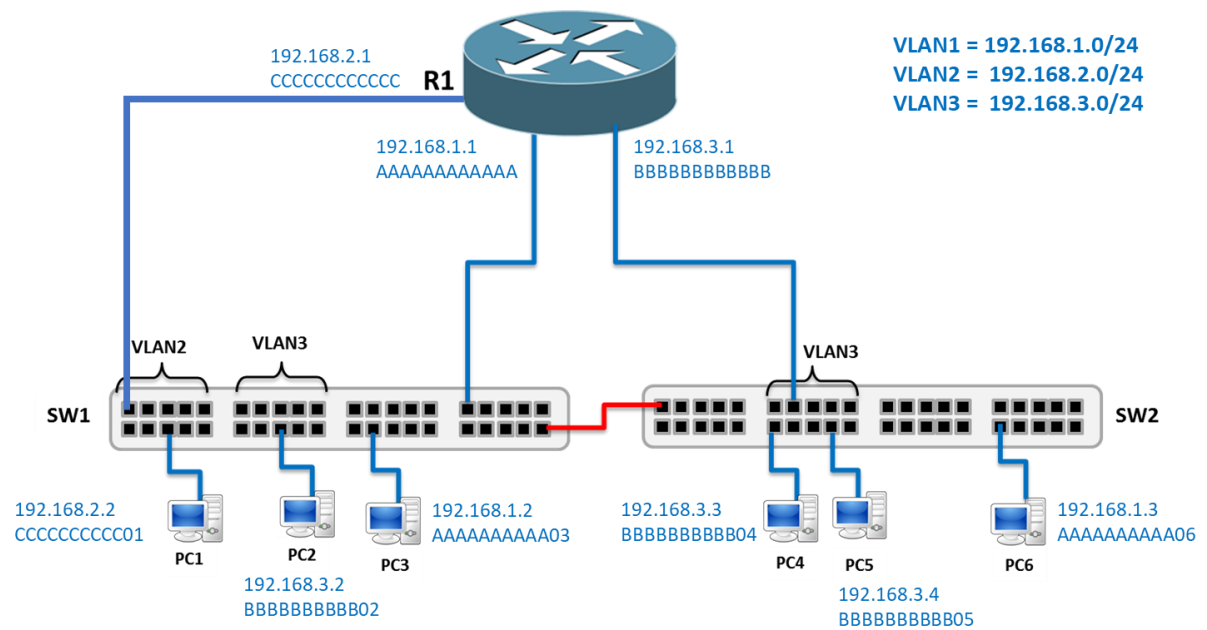
MAC	Puerto	VLAN
BBBBBBBB04 (PC4)	FE11	3
BBBBBBBB05 (PC5)	FE18	3
AAAAAAAA06 (PC6)	FE31	1
BBBBBBBB (R1)	FE12	3

*** Los puertos troncales “pertenecen” a todas las VLAN (reenvían el tráfico de todas), por lo que no aparecen en la tabla de conmutación. De hecho, normalmente son puertos aparte (independientes del resto).

***Por simplicidad, el enlace troncal podemos interpretarlo como una unión que haría que ambos switches se comporten como uno solo en cuanto al reenvío de tramas a las VLAN.

c) Para poder conectarse por Telnet al Switch (para configurarlo), los equipos deben pertenecer a la VLAN de gestión, es decir, a la VLAN1.
 Por tanto, en esta topología podrían hacerlo PC6 y PC3.

d) Al tener el router la Tabla de Enrutamiento rellena, podrán hacerse ping todos los equipos de las VLAN 1 y 3 entre sí. El único equipo que estaría incomunicado sería el PC1.
 Para que éste también pudiera hacer y recibir ping de los demás, habría que añadir una conexión al router con VLAN2, como se muestra en la figura siguiente:



*** Esto añadiría una nueva entrada en la tabla de enrutamiento de R1 y una nueva entrada en la tabla de conmutación de SW1.

- e) Una vez que se han comunicado todos los PCs, ya estarán resueltas las asociaciones IP-MAC de las tablas ARP.

En cada tabla estarán los equipos que pertenezcan a la misma VLAN que el equipo del que es la tabla, puesto que son los únicos que pueden enviarse tramas (Capa 2) de manera directa usando sus MAC. Las tramas no pueden llegar a otras subredes/VLANs de manera directa, tienen que pasar a través de un router.

Tabla ARP – PC5

IP	MAC
192.168.3.2 (PC2)	BBBBBBBBBBB02
192.168.3.3 (PC4)	BBBBBBBBBBB04
192.168.3.1 (R1)	BBBBBBBBBBB05

Tabla ARP – PC6

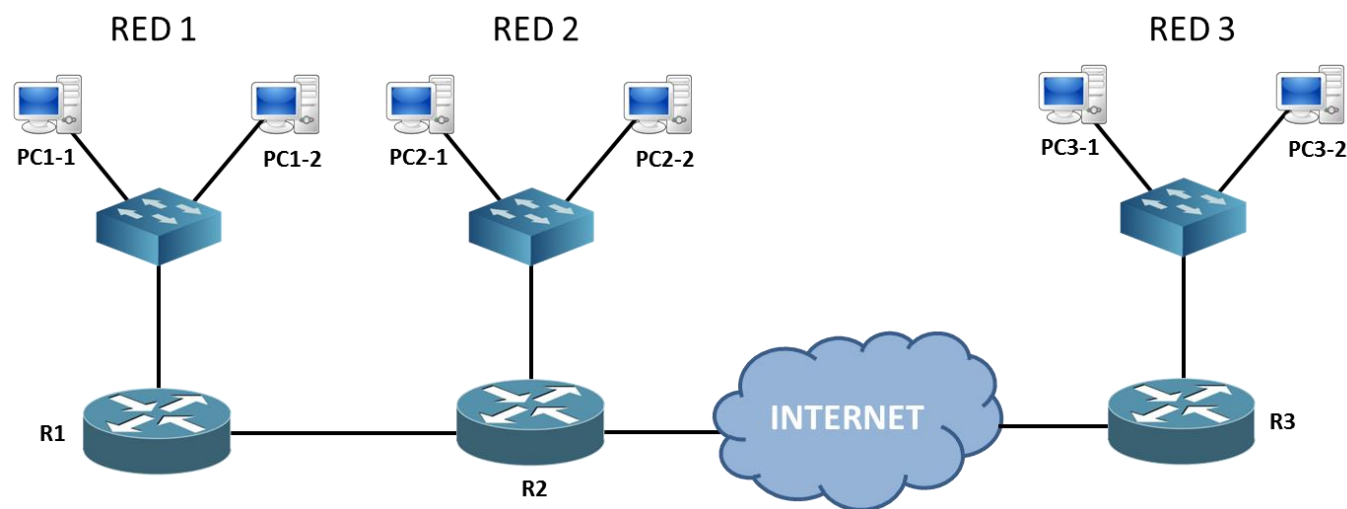
IP	MAC
192.168.1.2 (PC3)	AAAAAAAAAAA03
192.168.1.1 (R1)	AAAAAAAAAAAAA

*** Las tablas también tendrían un TTL de cada entrada, pero no tiene utilidad en este ejercicio.

PROBLEMA 2 (3 puntos)

Dada la topología de la figura y suponiendo que las **Tablas ARP** de todos los nodos (hosts y routers) están **vacías**. Las **Tablas de enrutamiento** están **completas** y todos los PCs de la RED 1 tienen como *default gateway* a R1 (interfaz en su subred) y los de la RED 2 a R2.

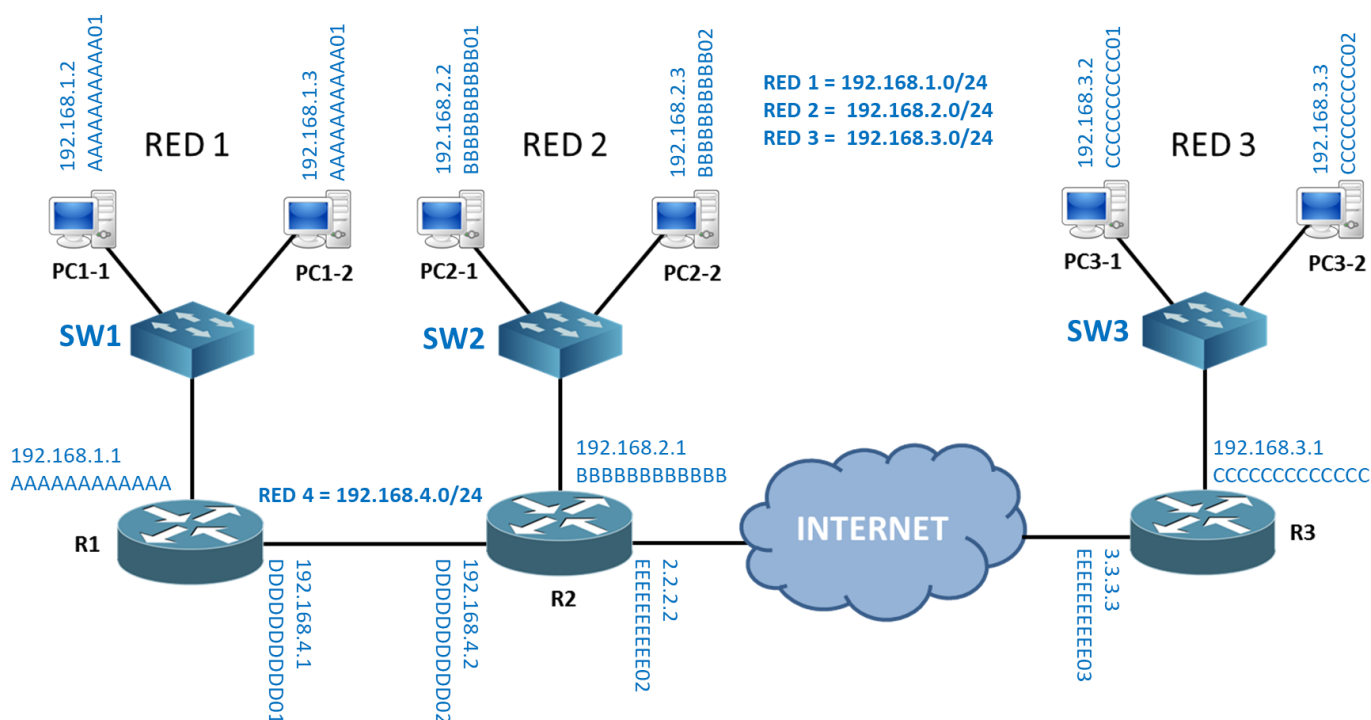
- a) **Asigne IPs y MACs** a todas las interfaces presentes como desee, siendo estas privadas en las redes 1, 2 y 3 y públicas en Internet.
- b) Indique en una tabla (como la que se muestra) todas las **tramas generadas** para poder realizar un envío de un paquete ICMP (ping) desde PC1-1 hasta PC2-2 y la respuesta. Incluya un número que indique el instante de tiempo en el que se producen (considere instantes numerados secuencialmente comenzando en 1).



Instante	Tipo Trama	MAC origen	MAC destino	IP origen	IP destino

- c) Considere que se está utilizando NAT en los routers R2 y R3. Indique en la figura las **zonas INSIDE y OUTSIDE** de cada uno.
- d) Si el router R3 está ejecutando NAT dinámico Overload (PAT), defina su **Tabla NAT**, considerando que:
 - i. PC3-1 ejecuta un cliente de correo que accede al puerto 25 de la máquina PC1-1.
 - ii. PC3-2 funciona como servidor de FTP en el puerto 20, y tiene habilitado además un servicio TELNET (puerto 23) para que accedan remotamente a él.

a) Asignación de IPs y MACs



b) Hay que tener en cuenta que la transmisión ICMP se hará salto a salto:
 PC1-1 → R1 → R2 → PC2-2

Habrá que resolver la asignación IP-MAC en cada uno de esos saltos a la ida del paquete. De modo que primero se resolverá la asociación con ARP y luego se transmitirá el paquete ICMP (dentro de una trama Ethernet) dentro de cada subred hasta el siguiente salto hacia el destino.

En primer lugar, PC1-1 sabrá que el paquete ICMP debe enviárselo al router R1 (su default Gateway) porque PC2-2 no está en su misma subred. Antes de eso deberá saber con ARP la MAC de R1, sabiendo su IP.

PC1-1 → R1 (ARP)

Instante	Tipo Trama	MAC origen	MAC destino	IP origen	IP destino
1 (llega a SW1)	ARP Request	AAAAAAAAAA01 (PC1-1)	FFFFFFFFFFFF (broadcast)	192.168.1.2 (PC1-1)	192.168.1.1 (R1)
2 (llega a R1)	ARP Request	AAAAAAAAAA01 (PC1-1)	FFFFFFFFFFFF (broadcast)	192.168.1.2 (PC1-1)	192.168.1.1 (R1)
2 (llega a PC1-2)	ARP Request	AAAAAAAAAA01 (PC1-1)	FFFFFFFFFFFF (broadcast)	192.168.1.2 (PC1-1)	192.168.1.1 (R1)
3 (llega a SW1)	ARP Reply	AAAAAAAAAAAA (R1)	AAAAAAAAAA01 (PC1-1)	192.168.1.1 (R1)	192.168.1.2 (PC1-1)
4 (llega a PC1-1)	ARP Reply	AAAAAAAAAAAA (R1)	AAAAAAAAAA01 (PC1-1)	192.168.1.1 (R1)	192.168.1.2 (PC1-1)

*** En el instante 2, la trama llega al Switch, que, al ser un mensaje de difusión, lo envía por todos sus puertos, menos por el que llegó.

*** En el instante 3, R1 responde con su MAC, ya que era el destinatario de la petición ARP Request (IP destino era la suya). La MAC origen de la respuesta es la de R1 (respuesta de ARP).

PC1-1 → R1 (ICMP)

El paquete ICMP irá encapsulado en una trama Ethernet. IP origen y destino serán las de PC1-1 (origen del ping) y PC2-2 (destinatario del ping).

Instante	Tipo Trama	MAC origen	MAC destino	IP origen	IP destino
5 (llega a SW1)	Ethernet (ICMP)	AAAAAAAAAA01 (PC1-1)	AAAAAAAAAAAA (R1)	192.168.1.2 (PC1-1)	192.168.2.3 (PC2-2)
6 (llega a R1)	Ethernet (ICMP)	AAAAAAAAAA01 (PC1-1)	AAAAAAAAAAAA (R1)	192.168.1.2 (PC1-1)	192.168.2.3 (PC2-2)

R1 sabrá, por su tabla de enrutamiento, que debe reenviar el paquete ICMP a R2 para llegar a la RED 2. Deberá averiguar su MAC para poder enviarle el paquete a nivel de enlace (como trama ethernet).

R1 → R2 (ARP)

Instante	Tipo Trama	MAC origen	MAC destino	IP origen	IP destino
7 (llega a R2)	ARP Request	DDDDDDDDDD01 (R1)	FFFFFFFFFFFF (broadcast)	192.168.4.1 (R1)	192.168.4.2 (R2)
8 (llega a R1)	ARP Reply	DDDDDDDDDD02 (R2)	DDDDDDDDDD01 (R1)	192.168.4.2 (R2)	192.168.4.1 (R1)

Cuando R1 recibe la MAC de R2, hace el envío del paquete ICMP encapsulado dentro de una trama Ethernet.

R1 → R2 (ICMP)

Instante	Tipo Trama	MAC origen	MAC destino	IP origen	IP destino
9 (llega a R2)	Ethernet (ICMP)	DDDDDDDDDD01 (R1)	DDDDDDDDDD02 (R2)	192.168.1.2 (PC1-1)	192.168.2.3 (PC2-2)

R2 deberá enviar el paquete ICMP a PC2-2 (destino del ping), pero primero necesita saber su MAC.

R2 → PC2-2 (ARP)

Instante	Tipo Trama	MAC origen	MAC destino	IP origen	IP destino
10 (llega a SW2)	ARP Request	BBBBBBBBBBBB (R2)	FFFFFFFFFFFF (broadcast)	192.168.2.1 (R2)	192.168.2.3 (PC2-2)
11 (llega a PC2-1)	ARP Request	BBBBBBBBBBBB (R2)	FFFFFFFFFFFF (broadcast)	192.168.2.1 (R2)	192.168.2.3 (PC2-2)
11 (llega a PC2-2)	ARP Request	BBBBBBBBBBBB (R2)	FFFFFFFFFFFF (broadcast)	192.168.2.1 (R2)	192.168.2.3 (PC2-2)
12 (llega a SW2)	ARP Reply	BBBBBBBBBB02 (PC2-2)	BBBBBBBBBBBB (R2)	192.168.2.3 (PC2-2)	192.168.2.1 (R2)
13 (llega a R2)	ARP Reply	BBBBBBBBBB02 (PC2-2)	BBBBBBBBBBBB (R2)	192.168.2.3 (PC2-2)	192.168.2.1 (R2)

R2 → PC2-2 (ICMP)

El paquete ICMP irá encapsulado en una trama Ethernet. IP origen y destino serán las de PC1-1 (origen del ping) y PC2-2 (destinatario del ping).

Instante	Tipo Trama	MAC origen	MAC destino	IP origen	IP destino
14 (llega a SW2)	Ethernet (ICMP)	BBBBBBBBBBBBB (R2)	BBBBBBBBBBB02 (PC2-2)	192.168.1.2 (PC1-1)	192.168.2.3 (PC2-2)
15 (llega a PC2-2)	Ethernet (ICMP)	BBBBBBBBBBBBB (R2)	BBBBBBBBBBB02 (PC2-2)	192.168.1.2 (PC1-1)	192.168.2.3 (PC2-2)

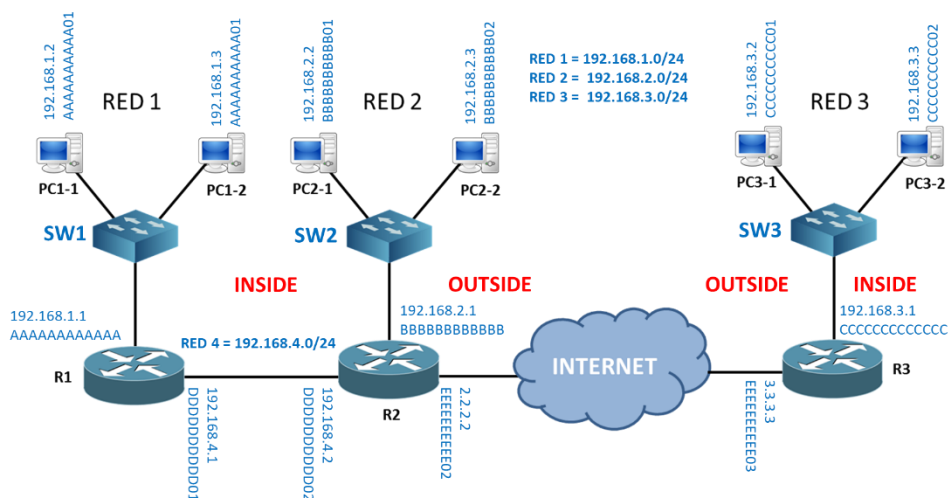
RESPUESTA DEL PING: La ruta de respuesta será la inversa, pero ahora las tablas ARP estarán rellenas y no hará falta preguntar las MAC para los envíos de tramas ethernet en cada subred.

PC2-2 → R2 → R1 → PC1-1 (ICMP)

El paquete ICMP irá encapsulado en una trama Ethernet. IP origen y destino serán las de PC2-2 (origen de la respuesta del ping) y PC1-1 (destinatario de la respuesta del ping).

Instante	Tipo Trama	MAC origen	MAC destino	IP origen	IP destino
16 (llega a SW2)	Ethernet (ICMP)	BBBBBBBBBBB02 (PC2-2)	BBBBBBBBBBBBB (R2)	192.168.2.3 (PC2-2)	192.168.1.2 (PC1-1)
17 (llega a R2)	Ethernet (ICMP)	BBBBBBBBBBB02 (PC2-2)	BBBBBBBBBBBBB (R2)	192.168.2.3 (PC2-2)	192.168.1.2 (PC1-1)
18 (llega a R1)	Ethernet (ICMP)	DDDDDDDDDD02 (R2)	DDDDDDDDDD01 (R1)	192.168.2.3 (PC2-2)	192.168.1.2 (PC1-1)
19 (llega a SW1)	Ethernet (ICMP)	AAAAAAAAAAAAA (R1)	AAAAAAAAAAAA01 (PC1-1)	192.168.2.3 (PC2-2)	192.168.1.2 (PC1-1)
20 (llega a PC1-1)	Ethernet (ICMP)	AAAAAAAAAAAAA (R1)	AAAAAAAAAAAA01 (PC1-1)	192.168.2.3 (PC2-2)	192.168.1.2 (PC1-1)

- c) Las partes INSIDE respecto a los routers NAT serán las redes privadas que gestionan y OUTSIDE las públicas (Internet en este caso).



- d) La tabla NAT de R3 deberá asociar direcciones privadas de la RED 3 con la dirección pública del router (3.3.3.3) y un número de puerto que se asociará con la dirección privada y el puerto utilizado por la máquina local.

Tabla NAT – R3

Inside Local (Puerto)	Inside Global	Puerto
192.168.3.2:22222 (PC3-1)	3.3.3.3	12345
192.168.3.3:20 (PC3-2)	3.3.3.3	20
192.168.3.3:23 (PC3-2)	3.3.3.3	23

*** En el apartado i) se indica que PC3-1 accede a un puerto en la máquina PC1-1. R3 no controlará el puerto de destino porque está en otra red privada (no en la que él gestiona). Se considerará un puerto de cliente en PC3-1, por lo que será uno aleatorio de entre los disponibles (lo que no son bien conocidos).

*** En el apartado ii) se indica que PC3-2 ofrece servicios en los puertos 20 y 23, por lo que R3 tendrá que considerar esos puertos en su asociación. Dado que son servicios accesibles desde fuera, lo ideal es que los puertos que se usen en la dirección INSIDE GLOBAL sean los mismos (puertos estándar de los servicios FTP y TELNET).