

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
UNIVERSIDAD DE CHILE**

CURSO EL6019

**“Redes de comunicaciones usadas por el servicio
telefónico”**

ASPECTOS BÁSICOS

(Módulo Prof. Luis Castillo B.)

V 2013

¿ Cómo comunicar telefónicamente dos puntos distantes, en modo full duplex, mediante conductores metálicos ?

Tipos de conductores metálicos usados en telefonía:

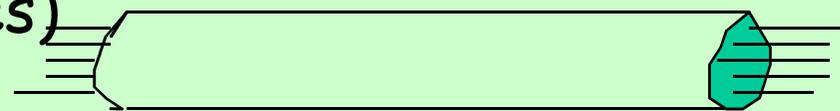
Hilo telefónico

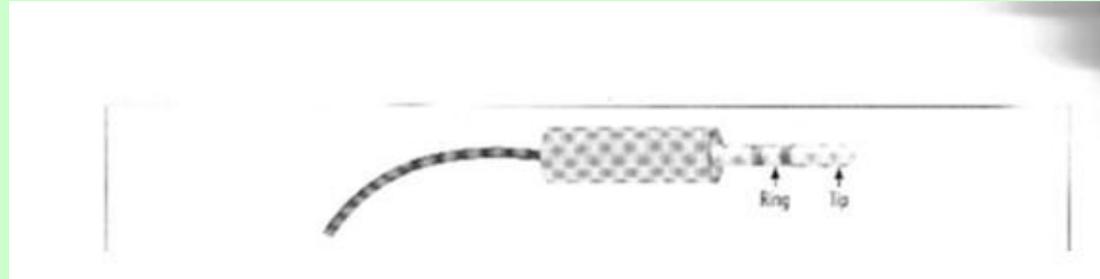


Par telefónico (2 hilos)



Cable multipar (varios pares)





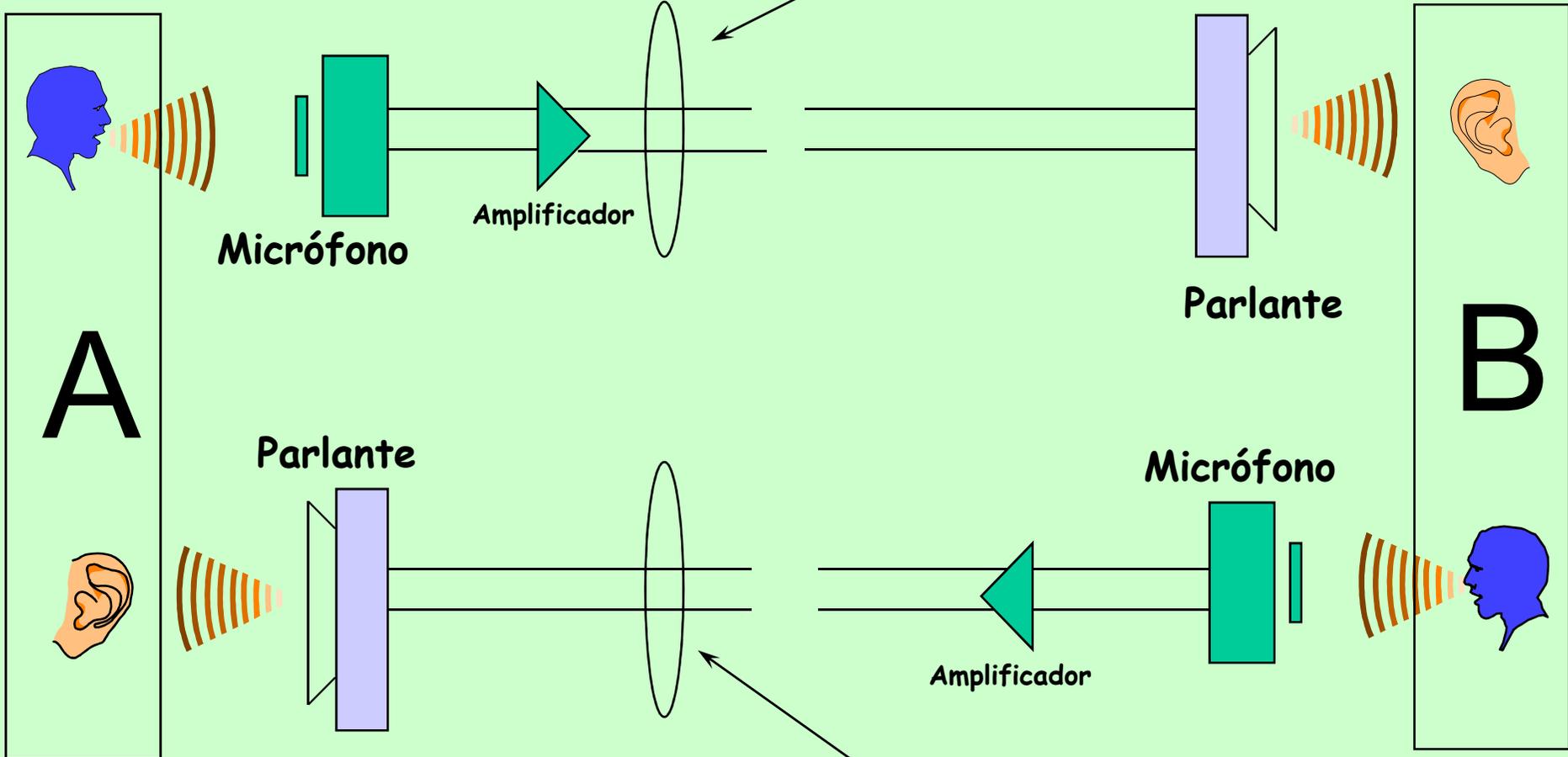
En EEUU
Tip + verde
Ring - rojo

En cables multipares
Tip blanco
Ring coloreado

Teléfono colgado Ring = -48 V
Teléfono descolgado Ring aprox= -7 V

CONCEPTO DE CANAL TELEFÓNICO

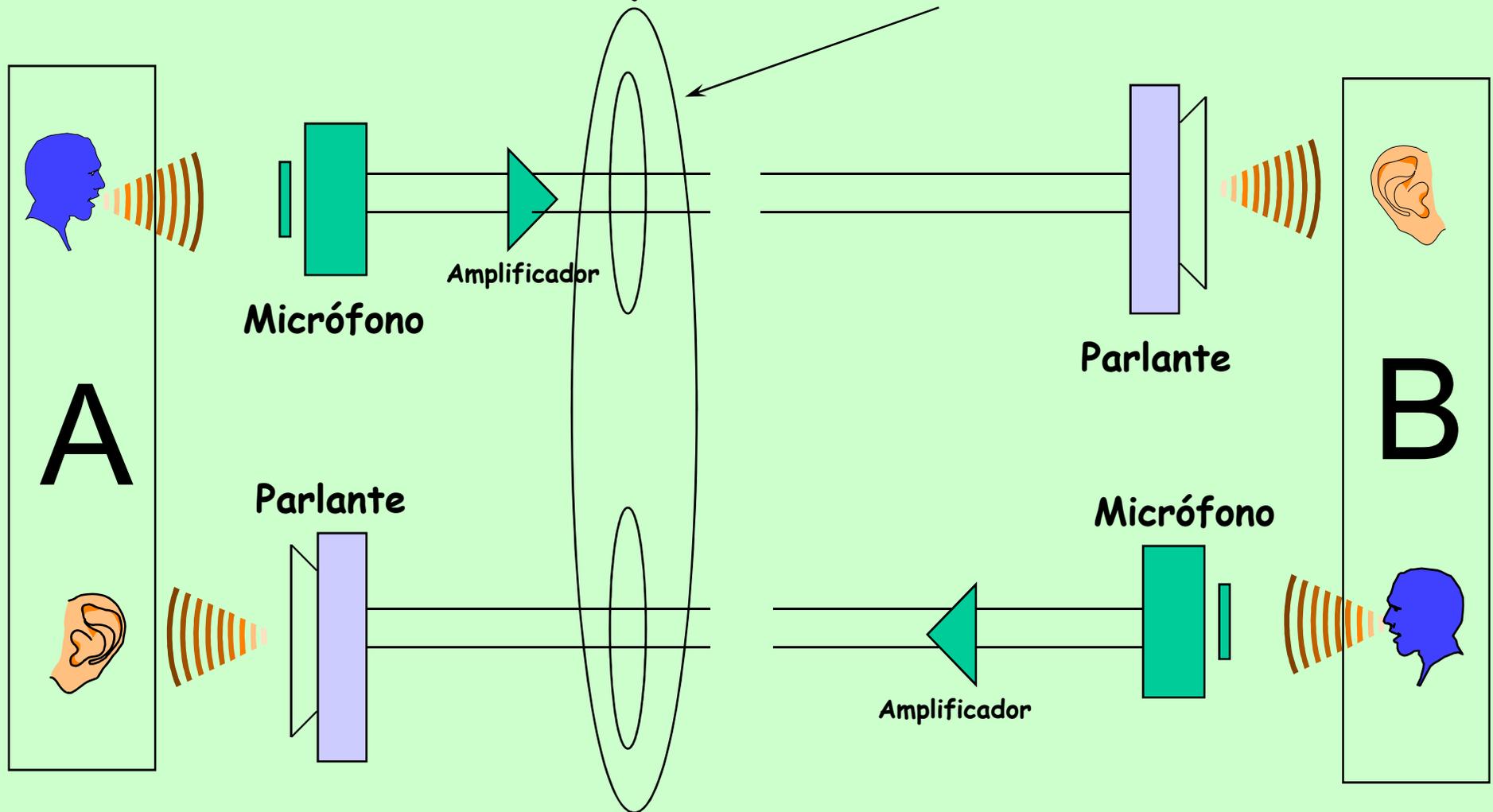
Canal para transmitir desde A hacia B



Canal para transmitir desde B hacia A

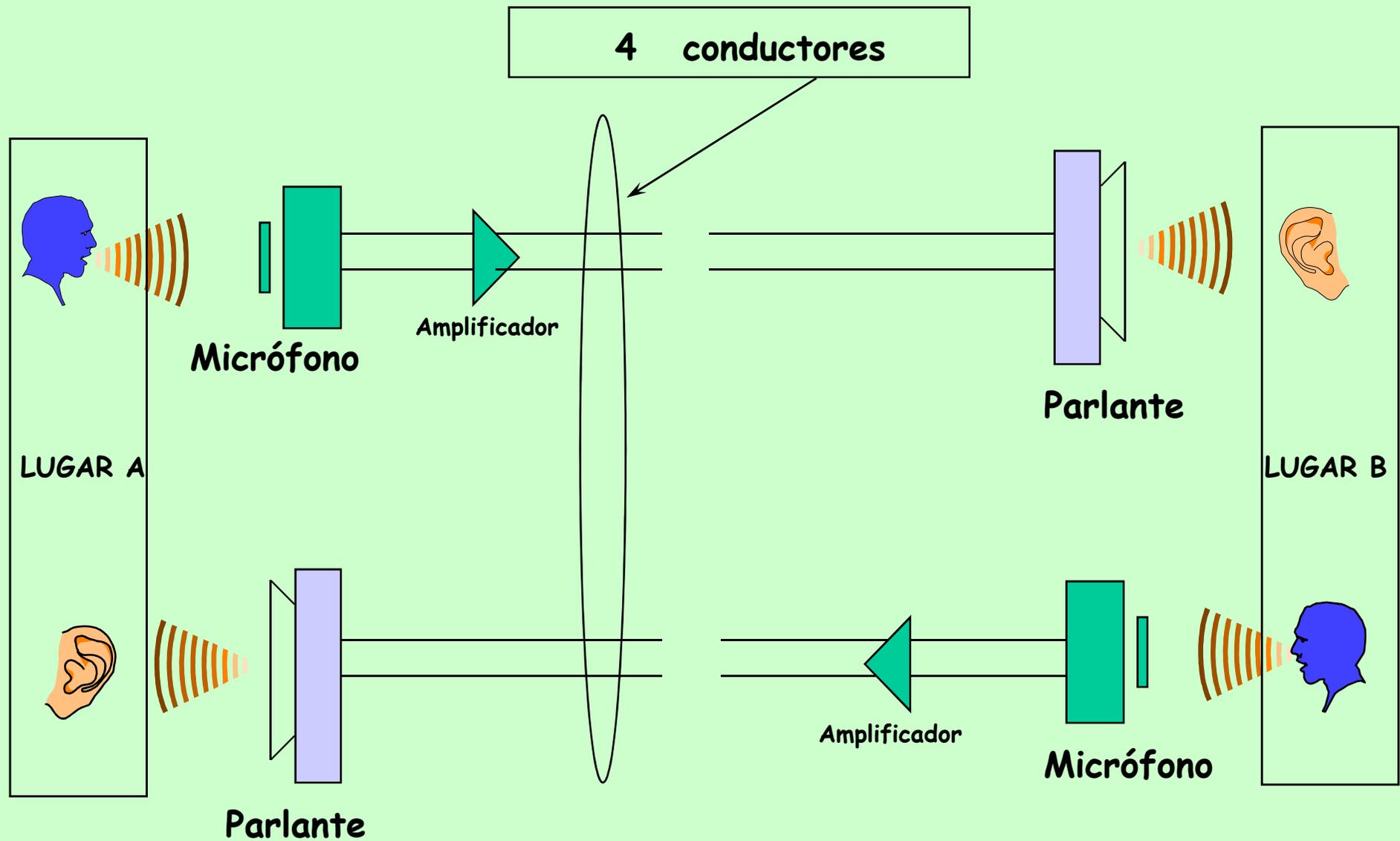
CONCEPTO DE CIRCUITO TELEFÓNICO

Los 2 canales constituyen UN CIRCUITO telefónico



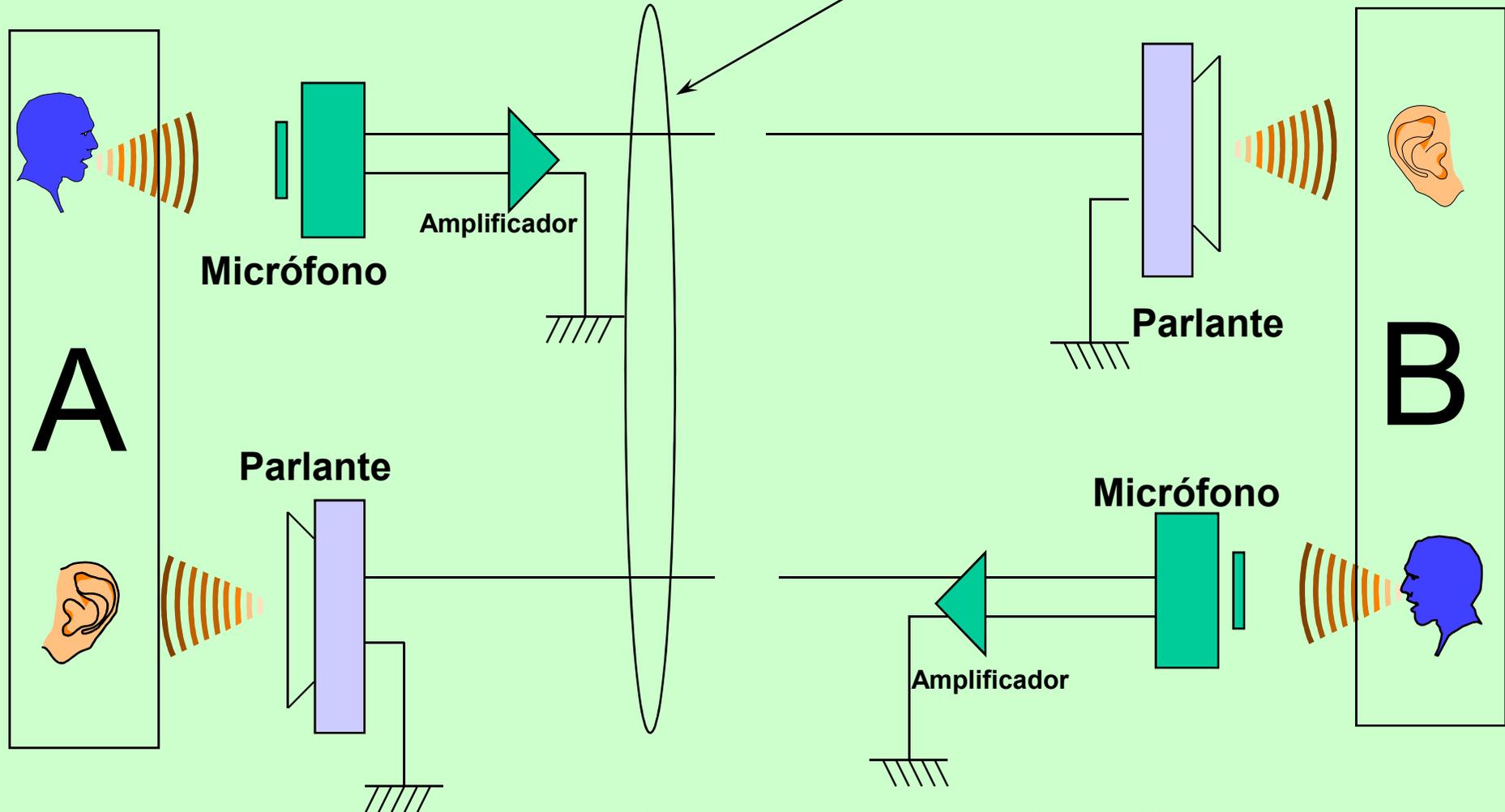
En este caso tenemos un circuito a 4 hilos.

CIRCUITO (o "transmisión") A CUATRO HILOS



Una forma económica (pero de calidad deficiente) para establecer un circuito a cuatro hilos

2 conductores + tierra



En este caso el circuito a 4 hilos usa solamente 2 hilos físicos, pero la calidad obtenida es muy deficiente. No se utiliza.

RESUMIENDO EL CONCEPTO:

CIRCUITO A 4 HILOS

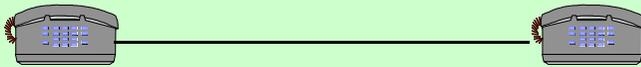
(también se habla de “transmisión a 4 hilos”)

**LOS CANALES DE TRANSMISIÓN Y DE RECEPCIÓN
UTILIZAN MEDIOS FÍSICOS SEPARADOS.**

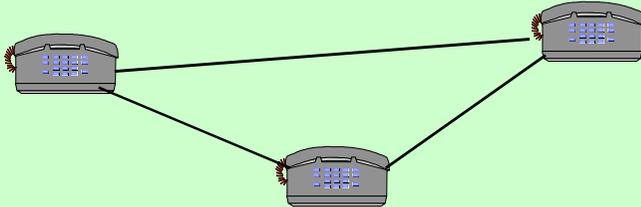
**EN EL CASO QUE ACABAMOS DE VER, CADA CANAL
UTILIZA UN PAR DE COBRE EXCLUSIVO, SEPARADOS
ESPACIALMENTE.**

**EN GENERAL, EN LA TRANSMISIÓN A 4 HILOS, LOS
CANALES QUE CONFORMAN EL CIRCUITO
TELEFÓNICO ESTÁN SEPARADOS: ESPACIALMENTE,
EN LA FRECUENCIA O TEMPORALMENTE.**

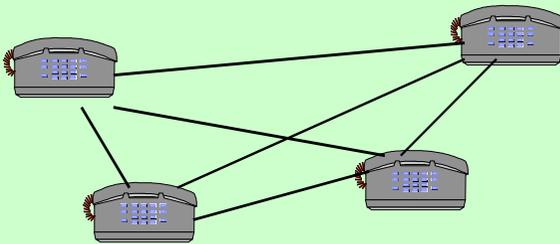
La cantidad de circuitos telefónicos que se requieren para intercomunicar n puntos entre sí, es función cuadrática de n



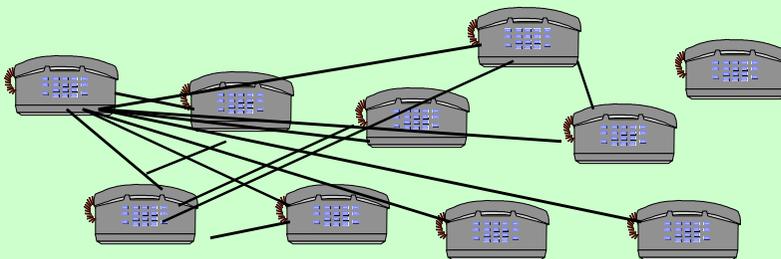
2 Puntos = 1 enlace



3 Puntos = 3 enlaces



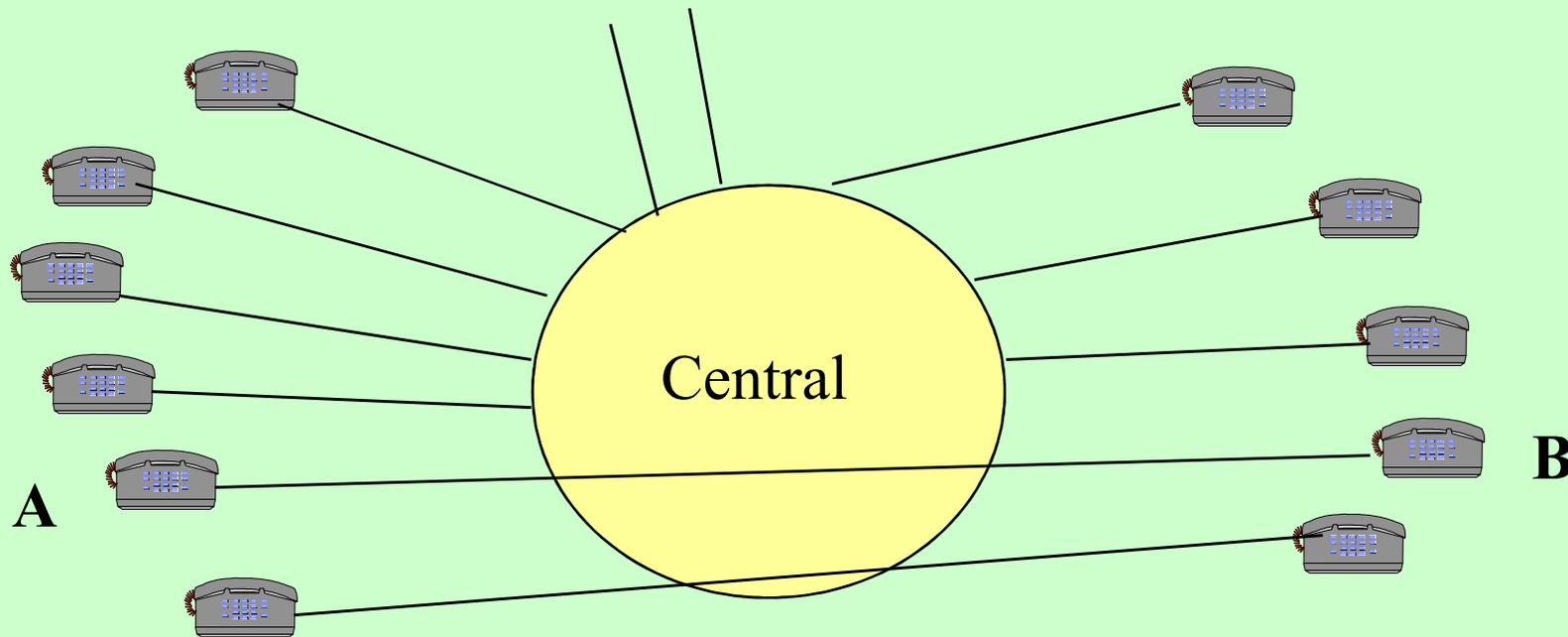
4 Puntos = 6 enlaces



n Puntos = $n*(n-1)/2$

enlaces

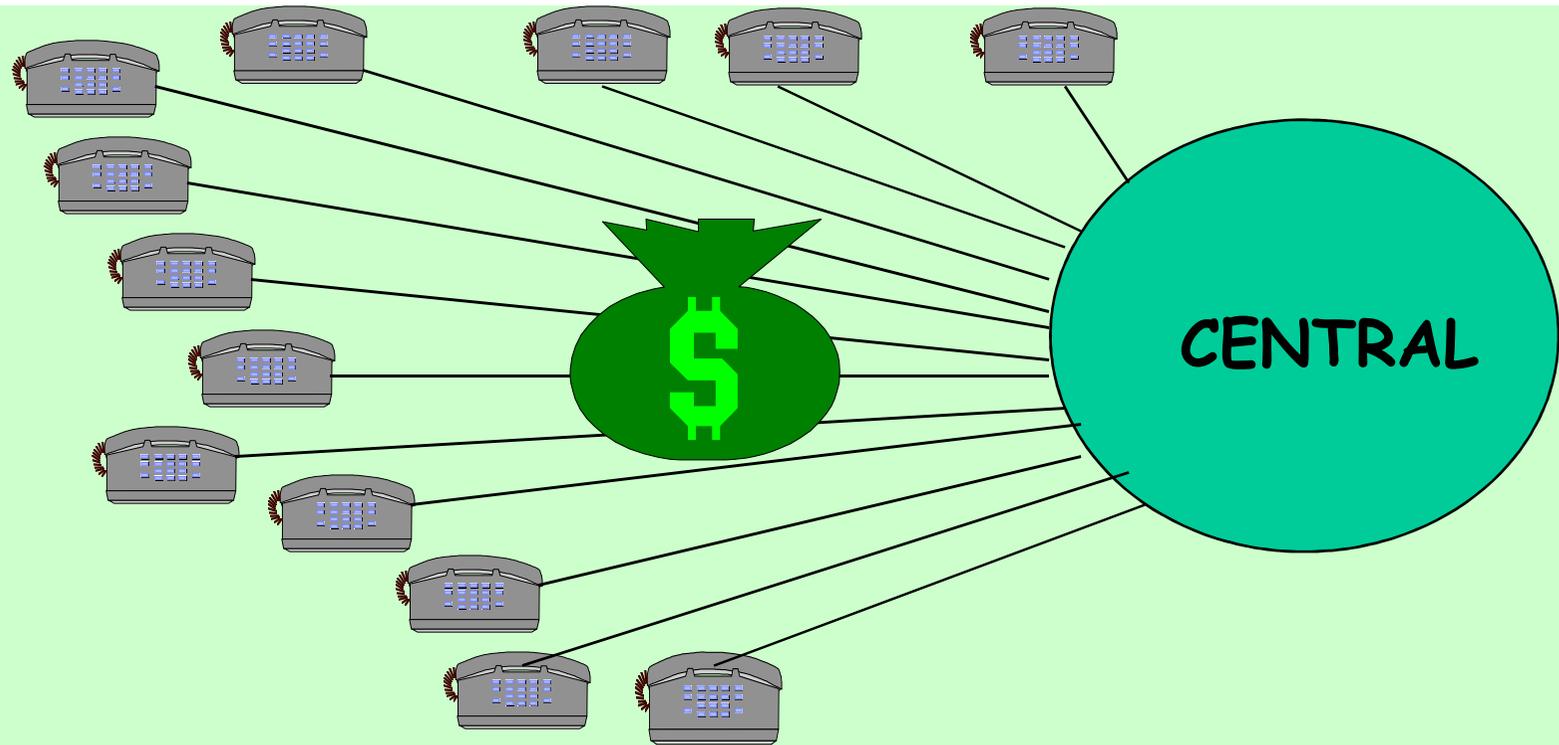
Para ahorrar inversiones en circuitos telefónicos, aparece el concepto de **CENTRAL TELEFÓNICA**



- Cada usuario se conecta a la central telefónica mediante un único circuito telefónico
- La central se encarga de conmutar los abonados entre sí
- Gracias al uso de una central telefónica la cantidad de circuitos para interconectar n abonados es n circuitos entre cada abonado y la central, en lugar de $n \cdot (n-1) / 2$ circuitos entre los abonados.

COMO HEMOS VISTO, GRACIAS A LA UTILIZACIÓN DE LA CENTRAL TELEFÓNICA SE LOGRA UN GRAN AHORRO EN EL COBRE REQUERIDO EN LAS REDES TELEFÓNICAS CONMUTADAS PÚBLICAS (RTCP ó PSTN)

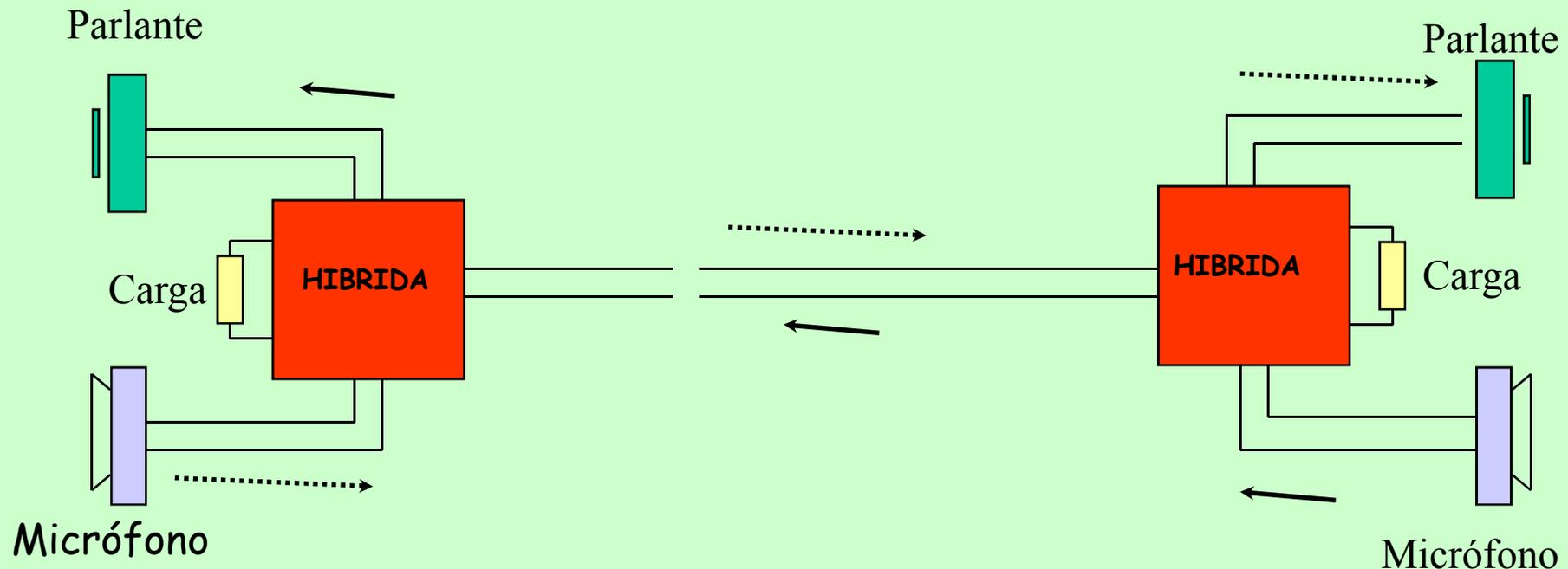
VEREMOS AHORA QUE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN TRANSFORMADOR LLAMADO "HÍBRIDA", QUE PERMITE ESTABLECER UN CIRCUITO TELEFÓNICO UTILIZANDO TAN SOLO UN PAR DE COBRE, ES POSIBLE OTRO SUSTANCIAL AHORRO DE COBRE EN LA PSTN



- El circuito telefónico entre la casa del usuario y la central telefónica es mediante pares de cobre
- La cantidad de usuarios es enorme, lo que implica que la inversión en cobre dedicado a esta función es muy alta
- Se ideó un transformador, llamado HÍBRIDA, que permite transmisión A DOS HILOS FULL DUPLEX mediante un solo par de cobre. Veamos cómo es posible lograrlo.

CIRCUITO A DOS HILOS (transmisión a 2H)

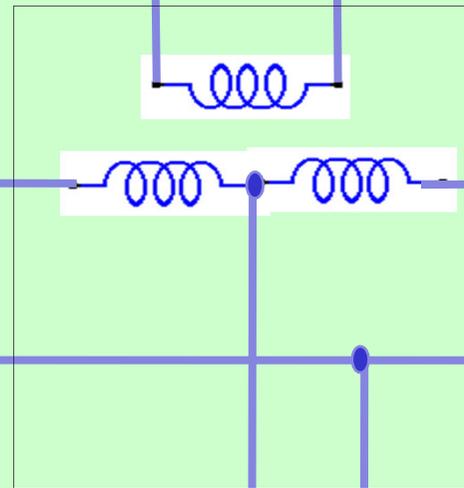
El uso de híbridas permite un substancial ahorro de cobre



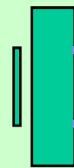
- En este caso los dos canales utilizan el mismo par
- Es un **CIRCUITO FULL DUPLEX a DOS HILOS**
- Se logra reducir un par de hilos de cobre por cada abonado

LA HIBRIDA

Parlante

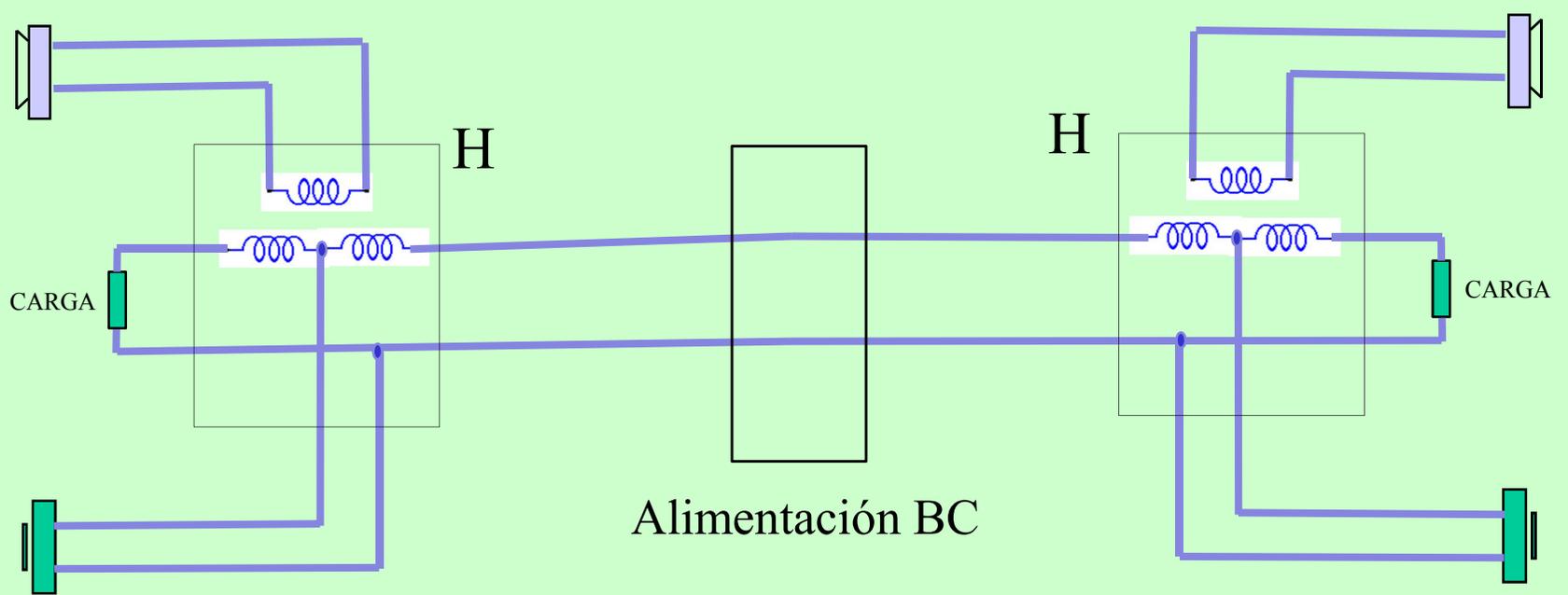


Micrófono



Parlante

Parlante



Alimentación BC

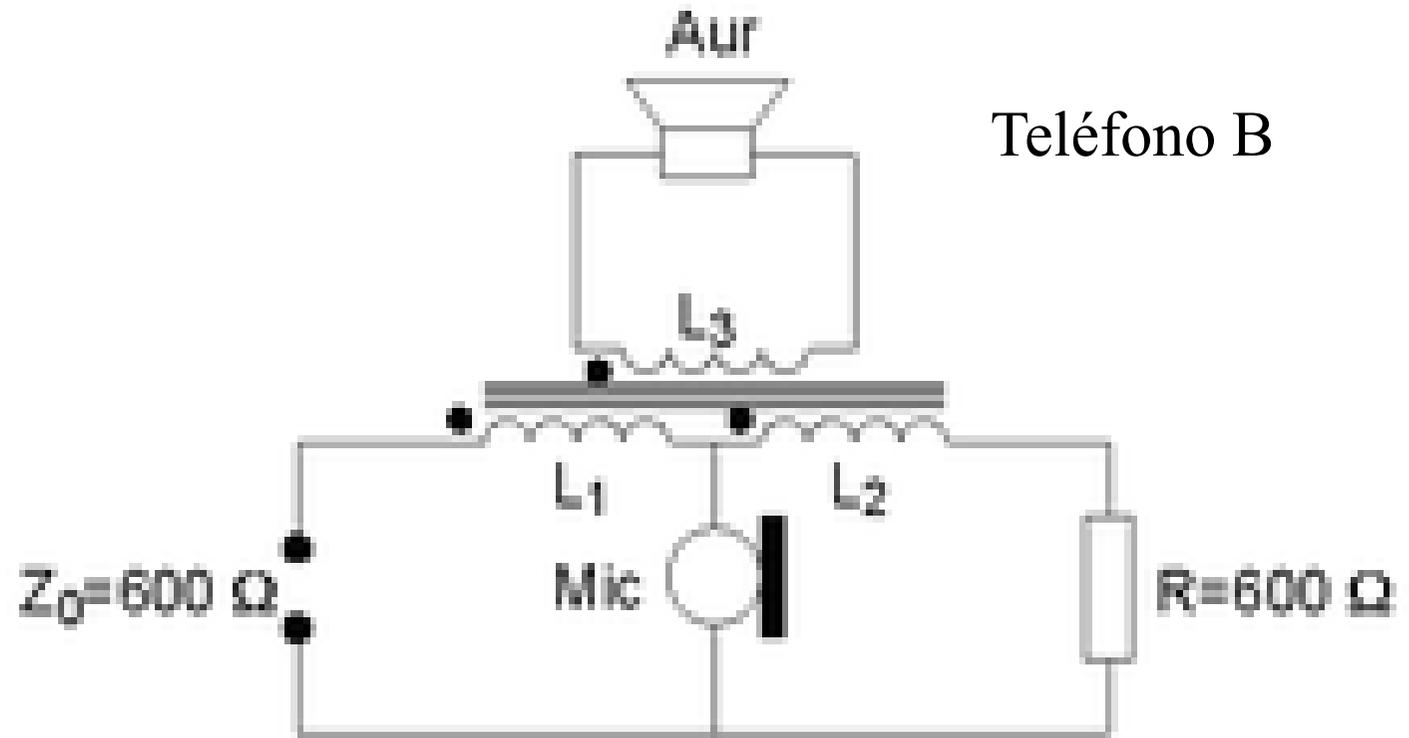
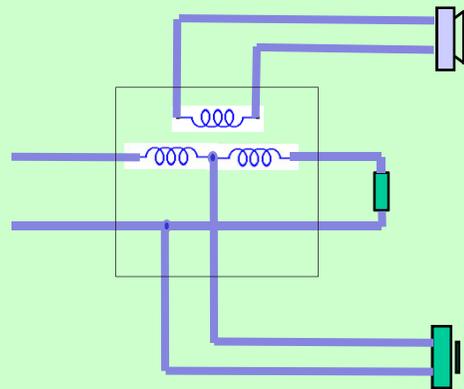
Micrófono

Micrófono

Abonado A

Central

Abonado B

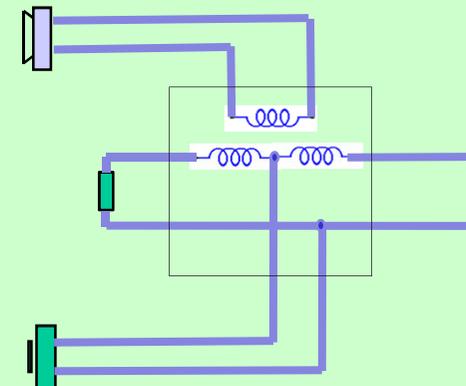
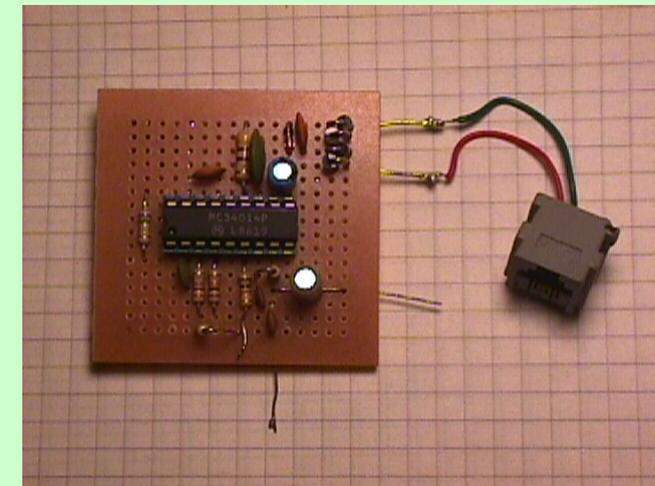
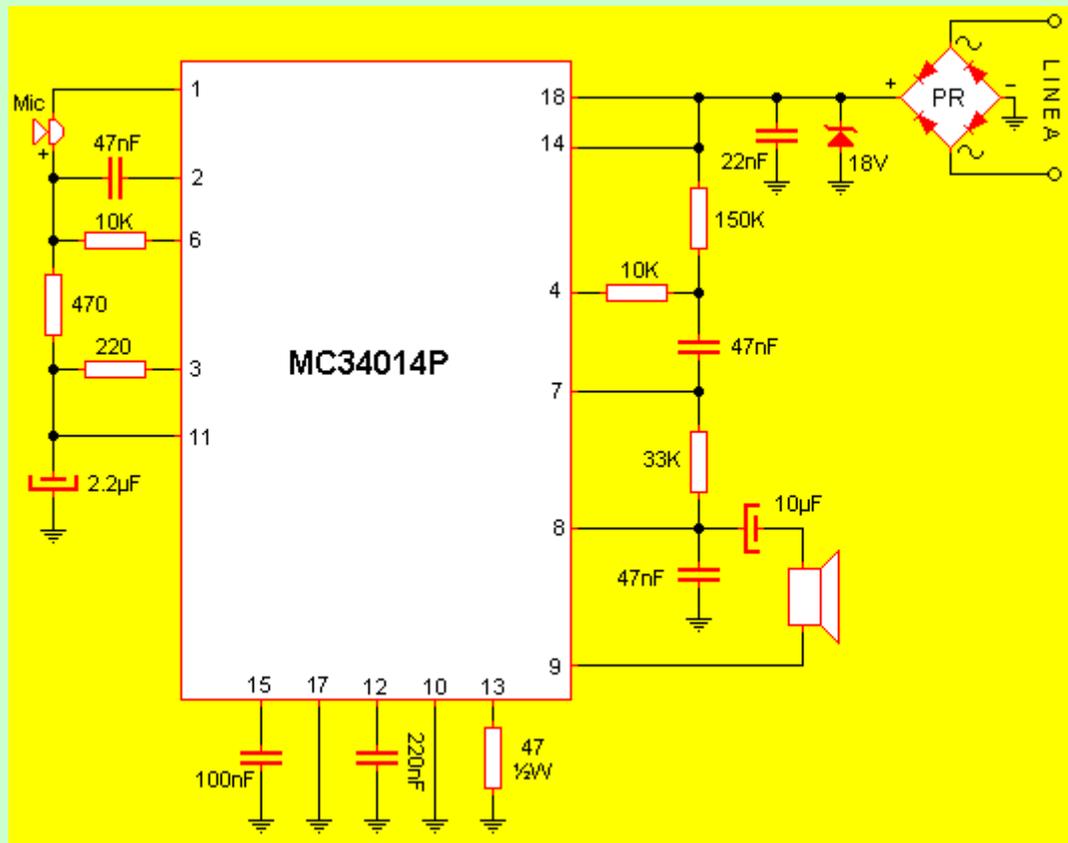


Habla teléfono B (ver lámina anterior)

La corriente que genera el micrófono local B se reparte en partes iguales entre L_1 y L_2 . La primera parte va a la línea Z_0 y la segunda circula por la carga R . Al circular estas corrientes por L_1 y L_2 inducen tensiones iguales y en sentido contrario en L_3 , las que por esta razón se cancelan entre sí, evitando que la señal que genera el micrófono alcance el auricular (cuando la cancelación es perfecta).

Habla teléfono A (ver lámina anterior)

La corriente que viene por la línea Z_0 (generada por el micrófono remoto A) circula por L_1 y L_2 induciendo la señal en L_3 . La tensión inducida en L_3 hace circular la corriente correspondiente por el auricular. También circula una pequeña corriente por el micrófono pero ello no tiene mayor consecuencia.



Ahora todo es realizado en el ámbito electrónico y en estado sólido con este simple integrado de Motorola y un puñado de componentes pasivos. La línea ingresa al puente de diodos el cual fija la polaridad. El zener limita la tensión a un máximo de 18V. El capacitor junto a él mejora el desacople. Las resistencias de 33K y 150K determinan parte de la ganancia de recepción. La resistencia de 10K conectada a la pata 10 controla la cancelación de ruido local (ECO). La resistencia de 47 ohms determina la resistencia de continua del circuito de audio. La resistencia de 10K conectada a la pata 6 y la de 470 ohms polarizan el micrófono para que pueda operar (BIAS). La resistencia de 220 ohms controla la amplitud de entrada de tono. El capacitor de 47nF a la pata 7 acopla el audio al amplificador de recepción. Los demás componentes cumplen funciones de adaptación de impedancias y de estabilización. Este integrado esta especialmente diseñado para funcionar a la perfección con auriculares telefónicos estándar (con micrófono de electret y con parlante de 16 ohms). La foto a la derecha corresponde all módulo montado sobre una placa universal.

En las híbridas reales siempre se producen

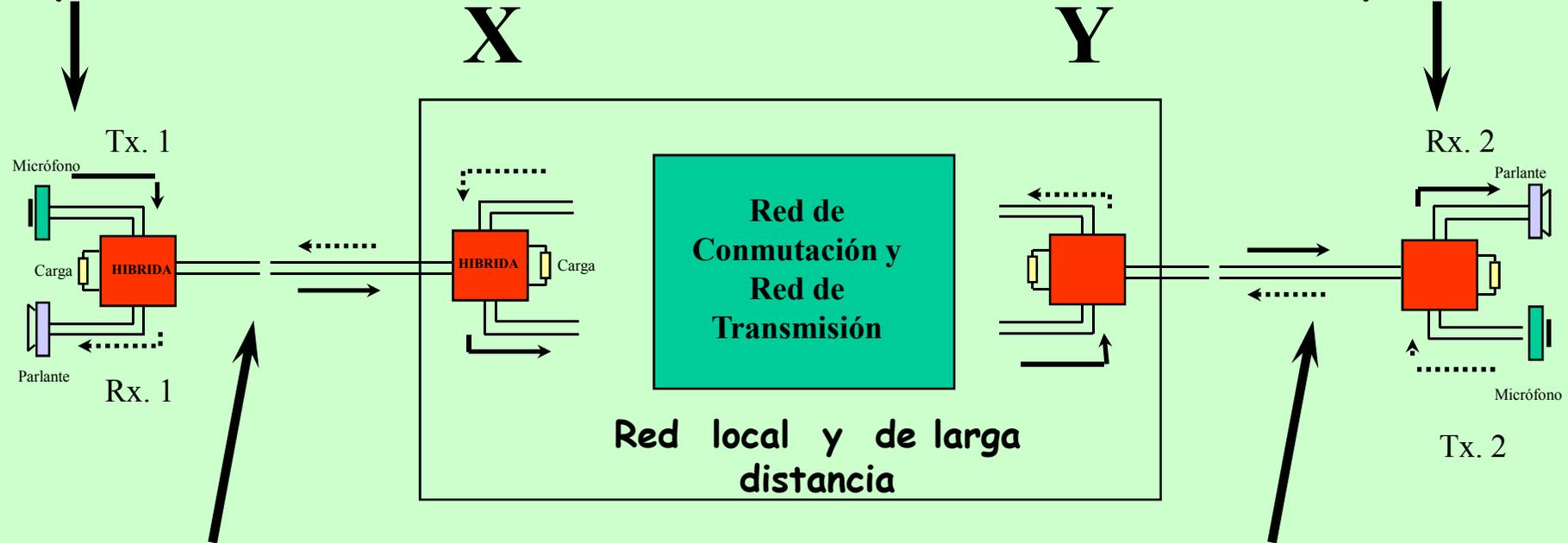
País 1

reflexiones de voz

País 2

Teléfono 1

Teléfono 2



Red externa local abonado 1

Red externa local abonado 2

Si la distancia física X-Y es muy grande (por ej. cuando hay enlaces vía satélite) la propia Tx. de teléfono 1 se refleja en Y y es recibida en Rx. 1 con retardo, el que a medida que aumenta es más molesto.

CONCEPTO DE CIRCUITO (o "transmisión") A 2 HILOS

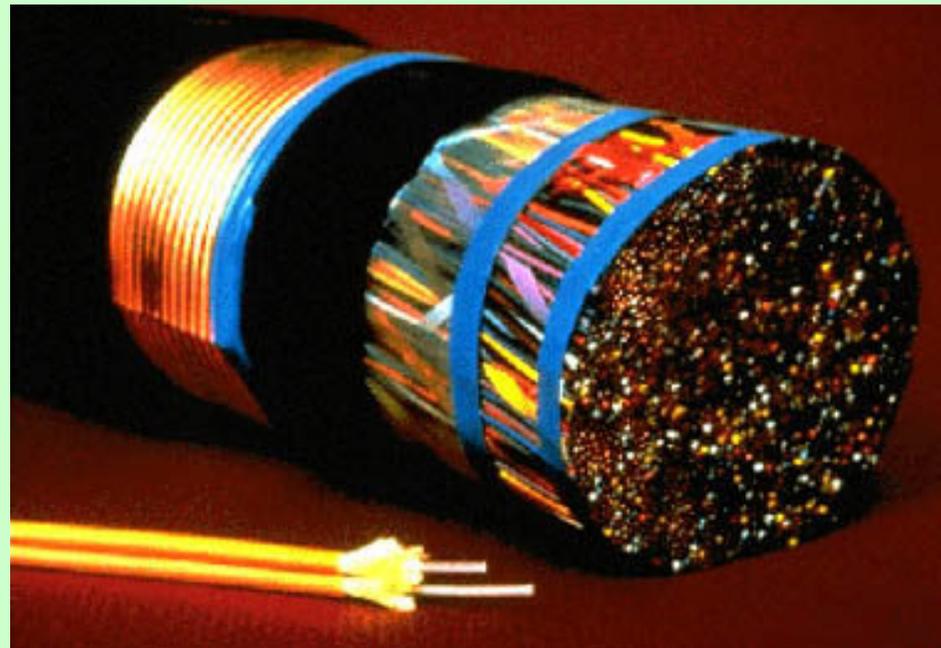
LOS CANALES DE TRANSMISIÓN Y DE RECEPCIÓN UTILIZAN UN MISMO MEDIO FÍSICO.

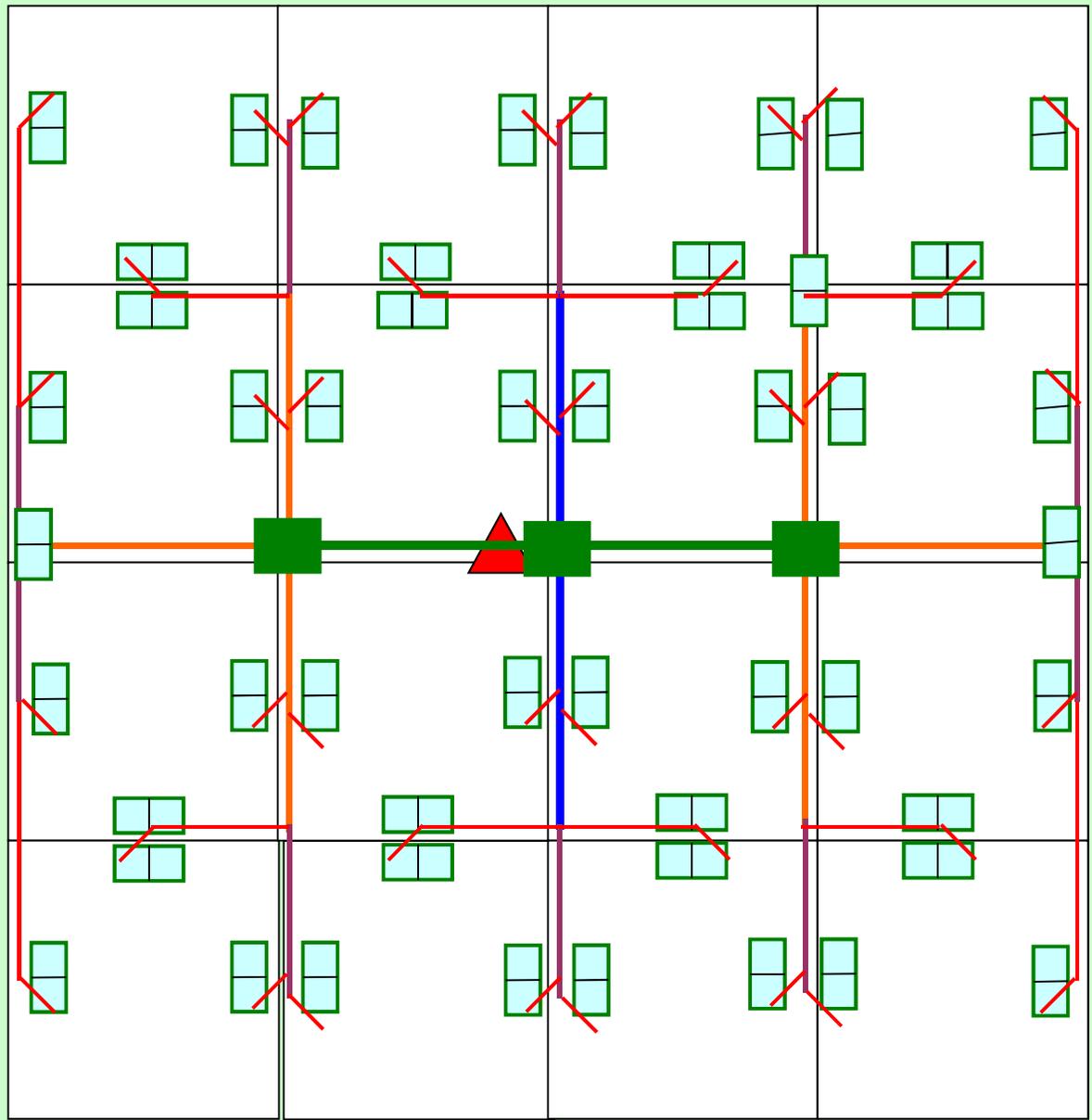
EN EL CASO QUE ACABAMOS DE VER, AMBOS CANALES SE SOPORTAN SOBRE UN MISMO PAR DE COBRE.

EN LA TRANSMISIÓN A 2 HILOS, LOS DOS CANALES QUE CONFORMAN EL CIRCUITO TELEFÓNICO NO ESTÁN FÍSICAMENTE SEPARADOS.

Para conectar los abonados a las centrales telefónicas se planifican las REDES EXTERNAS, también llamadas PLANTAS EXTERNAS ¹

- 1 En rigor la RED EXTERNA de una ciudad además de proporcionar el medio físico para los circuitos telefónicos de cobre entre los abonados y su correspondientes centrales locales, proporciona los medios físicos ya sea en pares de cobre o en fibra óptica para las interconexiones que se requiere establecer entre centrales, como veremos más adelante.





-  Armario
-  Cámara mediana
-  Cámara de paso
-  Cable 300 pares
-  Cable 200 pares
-  Cable 100 pares
-  Cable 50 pares
-  Cable 20 pares
-  Cable 10 pares
-  Cajas mufas

Cableado típico en zona de 4 x 4 manzanas con ductos subterráneos y acometidas aéreas.



Red externa aérea en Manhattan Street, 1890

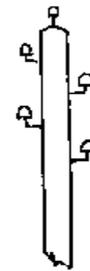


Figure 1
No crossarms
used from 1858

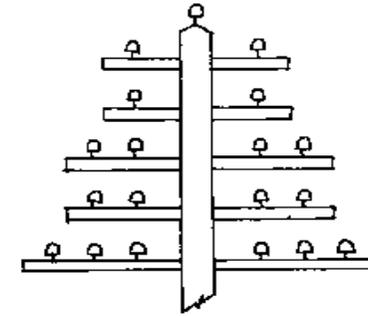


Figure 2
Tapered outline
used c.1880 to c.1900

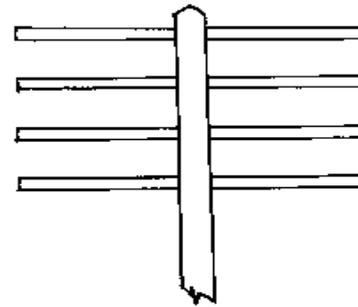


Figure 3
Square outline
used from c.1900

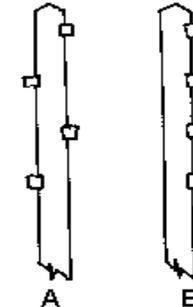
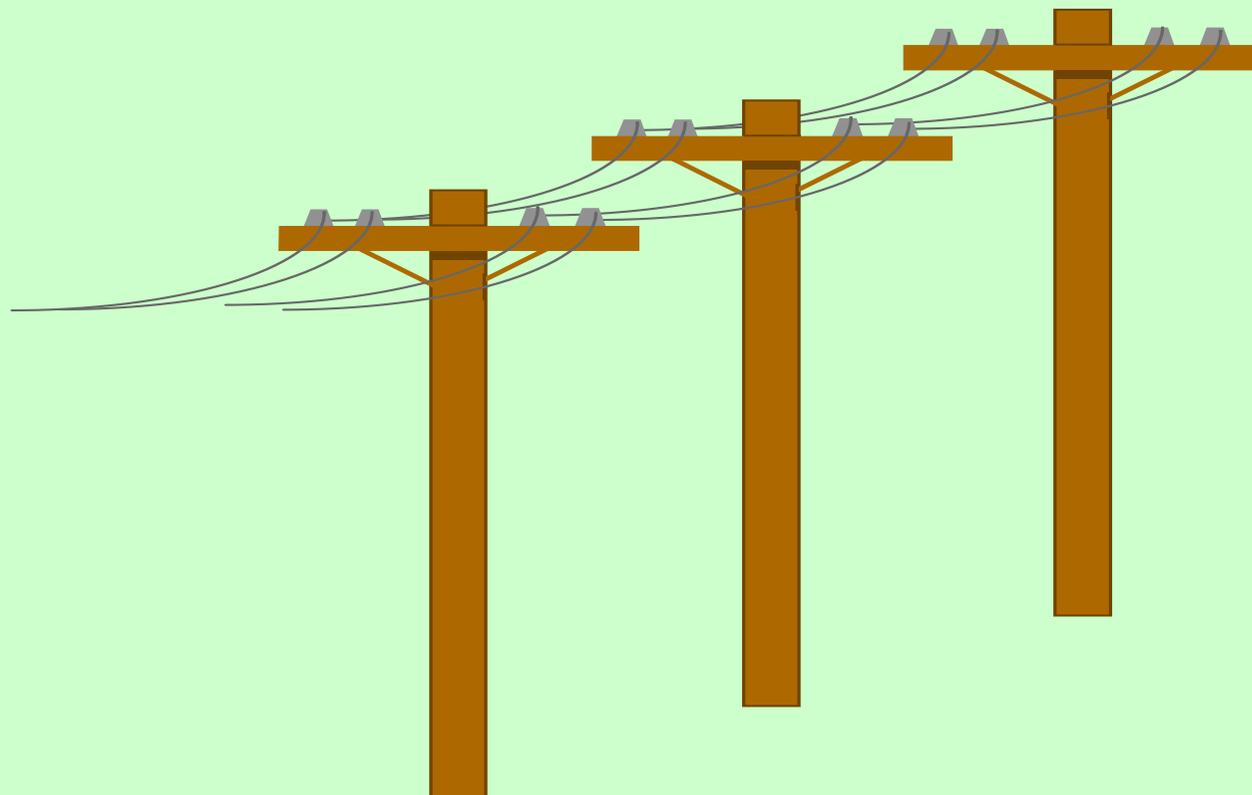


Figure 4
Side views
type A - used before c.1910
type B - used after c.1908

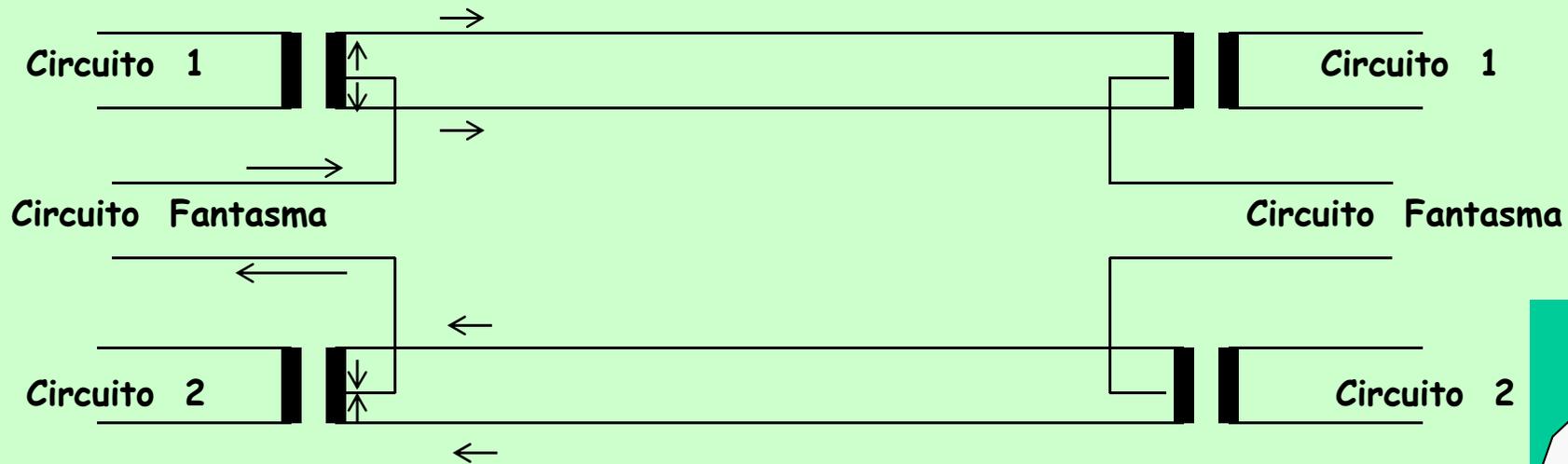
En el pasado, cuando los enlaces de L.D. usaban solamente conductores de cobre, se recurrió a ingeniosos y simples inventos para optimizar el uso de los pares telefónicos



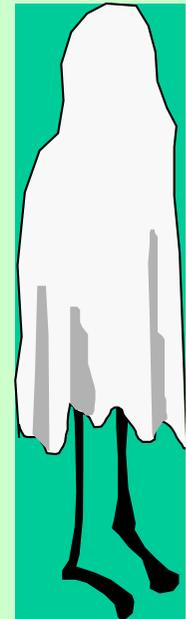


Circuito Fantasma

Con 2 pares de cobre se lograban 3 circuitos telefónicos a dos hilos



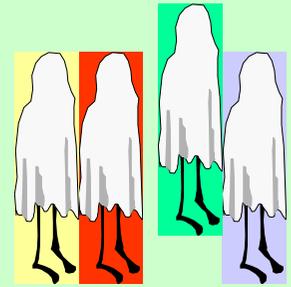
Las corrientes que circulan por el circuito fantasma no interfieren a los circuitos 1 y 2 ya que sus efectos se anulan al circular por los transformadores la mitad en cada sentido



Circuito Superfantasma



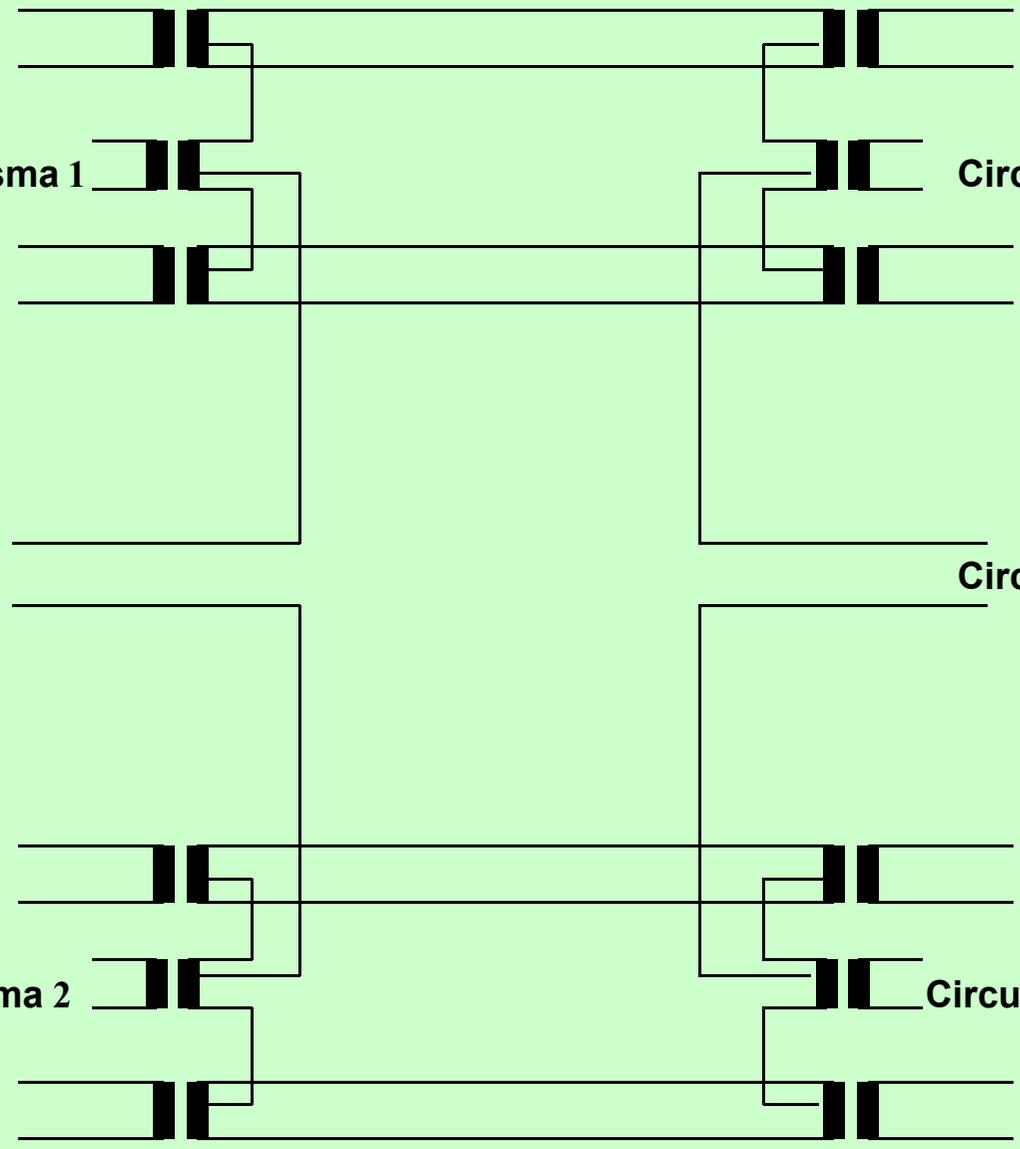
Circuito fantasma 1



Circuito Super fantasma



Circuito fantasma 2

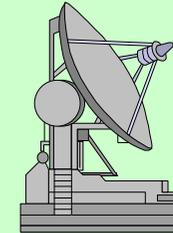
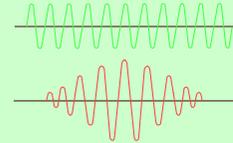
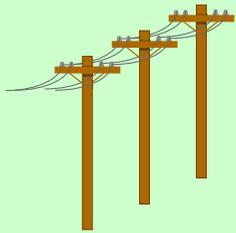


Circuito fantasma 1

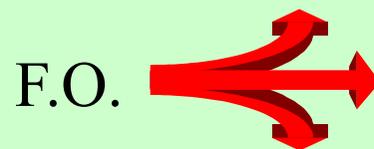
Circuito Super fantasma

Circuito fantasma 2

SOLUCIONES HISTÓRICAS PARA LOS ENLACES DE LARGA DISTANCIA



- **CONDUCTORES DE COBRE DESNUDO:** Líneas abiertas
- **CABLES:** Multipares y pares metálicos
- **RADIO:** HF, VHF, MM.OO terrestres, MM.OO satelitales
- **CABLES:** Fibra óptica





- Los circuitos telefónicos entre los terminales de abonados y las centrales telefónicas locales, tradicionalmente ha sido mediante pares de cobre. Así están cableadas todas las ciudades del mundo.
- Estos pares de cobre están diseñados para la transmisión de señales analógicas, como las que hemos indicado en los esquemas anteriores, las que son digitalizadas en la central local correspondiente.
- Con los notables avances en el desarrollo de los últimos modelos de modems es posible transmitir datos a altas velocidades por los pares de cobre que constituyen la red externa (y por tanto por toda la PSTN). Cuando se usan modems, las señales intercambiadas entre los modems, son analógicas.

- La introducción de la Red Digital de Servicios Integrados, que exige conectividad digital extremo a extremo, impone nuevas exigencias al medio por el que se intercambia la información entre terminal de abonado y central local (pares de cobre de la red externa).
- Con el fin de aprovechar las cuantiosas inversiones existentes y evitar los altos costos de reemplazar las redes externas, la RDSI prevé la utilización de los mismos pares de cobre.
- Ello significa que deben ser buscadas formas para transmitir por los pares de cobre existentes, señales de frecuencias mucho mayores a las previstas cuando fue instalada la red externa de cobre.

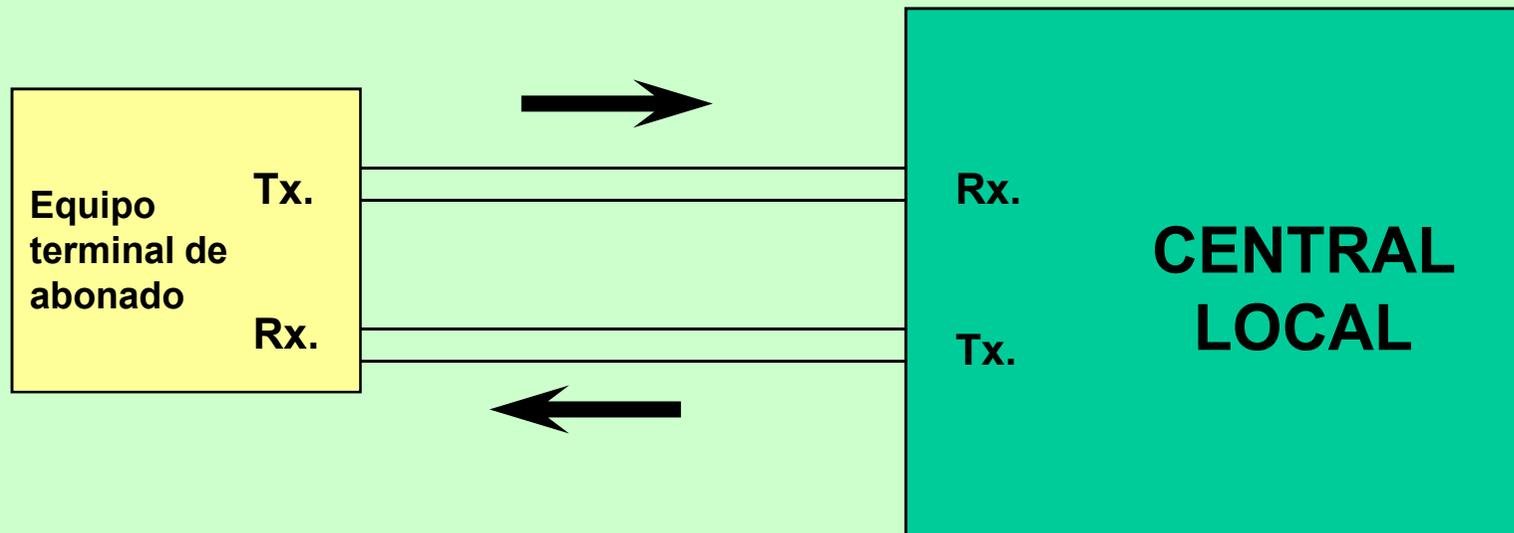
- Cada usuario RDSI se conecta a la central telefónica local mediante dos circuitos B, cada uno de 64 Kbits/seg y un circuito D de 16 Kbits/seg. Si a estos requerimientos agregamos los bits extras necesarios para sincronizar y señalizar en el nivel físico, se llega a que se requiere transmitir 160 Kbits/seg en cada una de las direcciones.
- A altas frecuencia la atenuación que presentan los pares de cobre es muy alta. Esto significa que si se usan híbridas, el eco local tiene nivel semejante a las señales recibidas desde el extremo distante. Esto dificulta la interpretación de las señales recibidas.

¿ Cómo evitar la interferencia que genera el eco local sobre la señal recibida?



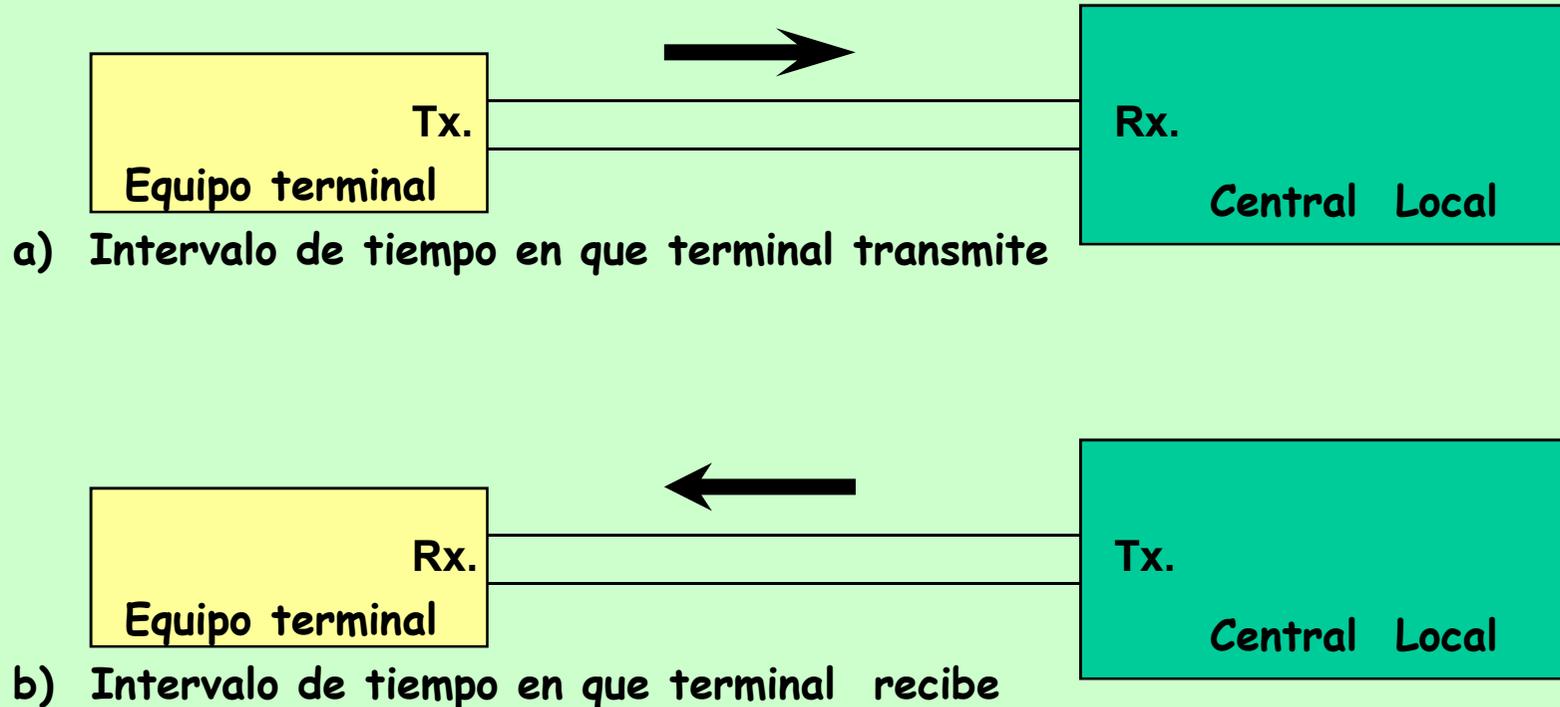
Tres posibles métodos

1) Utilizando dos pares para cada abonado RDSI (circuitos a 4 hilos)



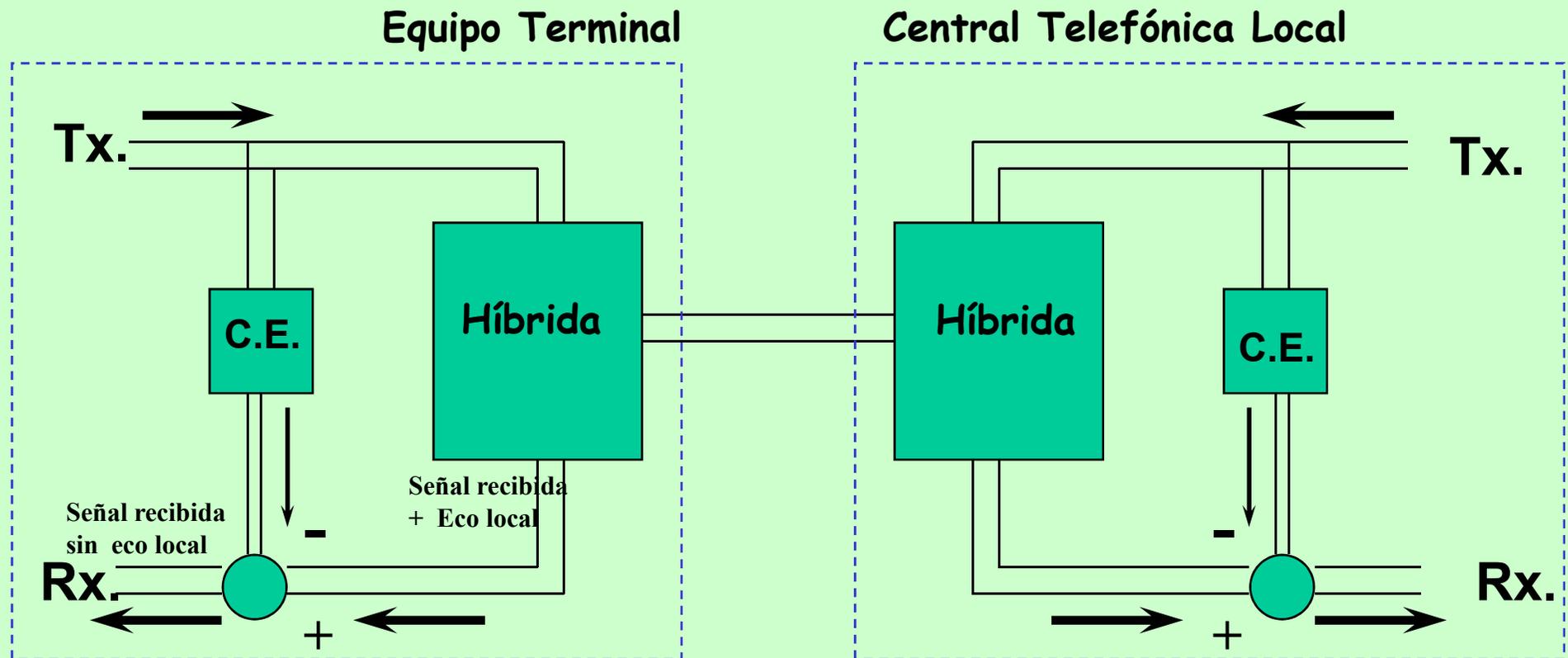
Con este método se utilizan pares separados para la transmisión y para la recepción, lo que elimina completamente el problema del eco. Sin embargo encarece significativamente la operación, ya que cada abonado requiere dos pares telefónicos.

2) Transmisión / Recepción ping pong



El método consiste en transmitir en forma alternada, primero en una dirección y luego en la opuesta.

3) Uso de canceladores del eco local



El método consiste en eliminar las interferencias provocadas por el eco local, con dispositivos llamados canceladores de eco (C.E.), los que a la señal recibida con interferencia le suman con signo - la señal transmitida.

Esto permite la transmisión full-duplex de señales de alta frecuencia mediante un solo par de cobre.