

# **REDES WIRELESS**

**IEEE 802.11**

**OLGA GARCÍA GALENDE**

**E. U. Ingeniería Técnica Informática de Oviedo**

**802.11**

# REDES INALÁMBRICAS

---

## 1. ¿Qué es una WLAN?

- Wireless Local Area Network (Redes de Area Local Inalámbricas)
- Utiliza **ondas electromagnéticas** para conectar equipos en red.
- Ventajas:
  - Movilidad y flexibilidad.
  - Facilidad de instalación.
  - Escalabilidad, dinamismo en los cambios de topología.
  - Llegan allí donde no puede llegar el cable.
- Inconvenientes:
  - Elevado coste inicial.
  - Bajas velocidades de transmisión.
  - ¿Seguridad?

# REDES INALÁMBRICAS

---

## 2. Orígenes y Evolución

- **1979:** Experimento de ingenieros de IBM en Suiza, con enlaces de infrarrojos para crear una red en una fábrica.
- **1985:** La FCC (Federal Communications Commission) asigna las bandas ISM (Industrial, Scientific and Medical) de 902-928 MHz, 2,400-2,4825 GHz y 5,725-5,850 GHz.
- **1985-1990:** Fase de desarrollo.
- **1991:** WLAN ya supera tasas de transferencia de 1Mbps necesaria para que la IEEE 802 lo considere una LAN.
- **1992-1998:** 802.11 y 802.11a.
- **1999:** Aparece la 3ª especificación 802.11b que ya alcanza tasas de 11Mbps. Gran auge de las redes inalámbricas
- **2003:** El estándar europeo HIPERLAN/2 de ETSI ve la luz. Se obtienen tasas de 54 Mbps en la banda de los 5 GHz.

# REDES INALÁMBRICAS

---

## 3. Ámbitos de aplicación

- Edificios históricos.
- Lugares donde, por la orografía del terreno, no puede cablearse.
- Entornos cambiantes.
- Usuarios en movimiento (hospitales, fábricas, oficinas...).
- Grupos de trabajo eventuales.
- Uso doméstico.
- Unión de varias redes locales cableadas.
- Ambientes industriales con severas condiciones medioambientales.
- Y un largo, largo etcétera...

# REDES INALÁMBRICAS

---

## 4. Implantación: Topología y configuraciones

### ➤ Ad – Hoc

- También llamada “peer to peer”.
- Es la configuración más sencilla.
- Los únicos elementos necesarios son los terminales móviles equipados con el correspondiente adaptador para redes inalámbricas



# REDES INALÁMBRICAS

---

## 4. Implantación: Topología y configuraciones

### ➤ Infraestructura

- También conocidas como “configuración con punto de acceso”.
- Unión de una red cableada con terminales móviles a través de un dispositivo llamado *punto de acceso*.
- Esta topología utiliza el concepto de *celda* (área en el que una señal radioeléctrica es efectiva).
- Es posible utilizar varios puntos de acceso. Capacidad de *roaming*.

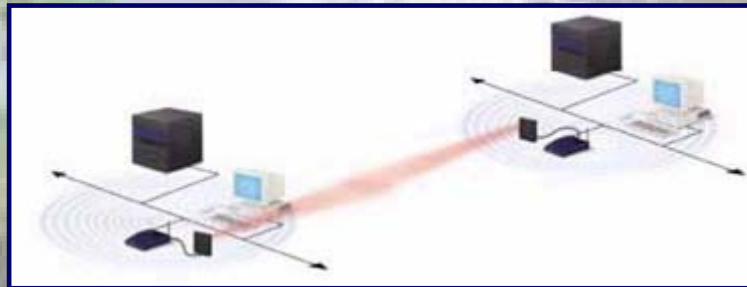


# REDES INALÁMBRICAS

## 4. Implantación: Topología y configuraciones

Otras configuraciones:

➤ **Interconexión de redes:** Unión de redes cableadas mediante el uso de antenas direccionales.



➤ **Puntos de extensión:** Unen puntos de acceso, pero no están “enganchados” a la red cableada.



# REDES INALÁMBRICAS

---

## 5. Capa Física

- 2 tipos de medios para la instalación de redes inalámbricas:
  - Ondas de **radiofrecuencia**.
  - Señales ópticas de **infrarrojos**.
- IEEE 802.11 define tres posibles esquemas para la capa física :
  - **DSSS**: Espectro expandido por secuencia directa.
  - **FHSS**: Espectro expandido por salto de frecuencia.
  - Luz **infrarroja en banda base** (sin modular).

# REDES INALÁMBRICAS

---

## Radiofrecuencia

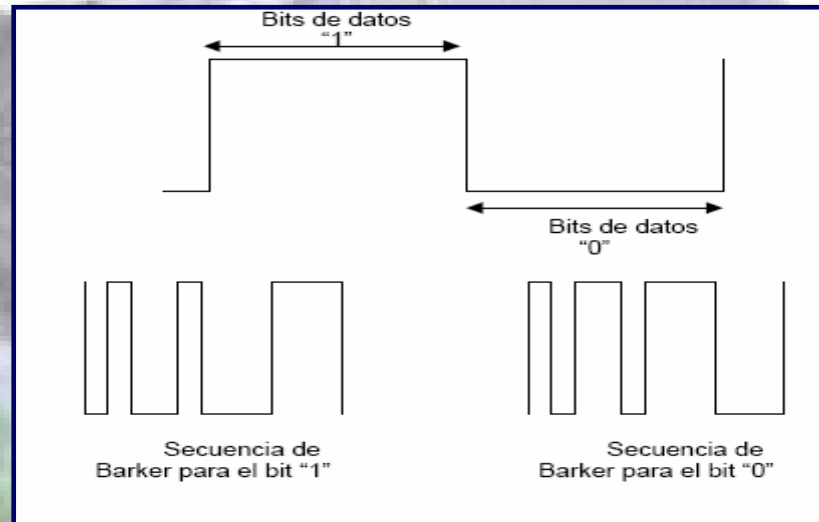
- Utiliza las bandas de 2,4 GHz y de 5,7 GHz
- No tienen problemas para propagarse a través de obstáculos.

### Espectro expandido por secuencia directa (DSSS):

- Genera un patrón de bits pseudoaleatorio (señal de chip) para cada uno de los bits que componen la señal. Cuanto mayor sea el patrón más resistentes son los datos a posibles interferencias. (de 10 a 100 bits).
- A esta secuencia se la conoce como *secuencia de Barker* (también llamado código de dispersión).
- Secuencia balanceada: aprox. la misma cantidad de 1 y 0.
- Todos los miembros conocen la secuencia utilizada.
- Esta secuencia proporciona una ganancia de procesamiento, (para 10 bits se obtiene una  $G=10\text{dB}$ ; para 100 bits,  $G=20\text{dB}$ ...)
- La ganancia ha de ser mayor o igual que SNR (factor señal/ruido).

# REDES INALÁMBRICAS

## Codificación de Barker



## Modulación para DSSS:

En la banda de 2,4 GHz se utilizan variaciones en fase de una sola portadora de amplitud constante:

- **DBPSK** (Differential Binary Phase Shift Keying).
- **DQPSK** (Differential Quadrature Phase Shift Keying).

En la banda de 5,7 GHz se utilizan variaciones de frecuencia de múltiples portadoras:

- **OFDM** (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

# REDES INALÁMBRICAS

## División de los canales

- En EEUU y Europa, DSSS utiliza un rango de frecuencias de 2,400 GHz – 2,4835 GHz.
- Esto proporciona un ancho de banda de 83,5 MHz.
- Se subdivide en canales de 5 MHz cada uno, lo que da un total de 14 canales independientes.
- Cada país está autorizado a utilizar un subconjunto de estos canales.
- España usa los canales 10 y 11 correspondientes a frecuencias centrales de 2,457 GHz y 2,462 GHz respectivamente.

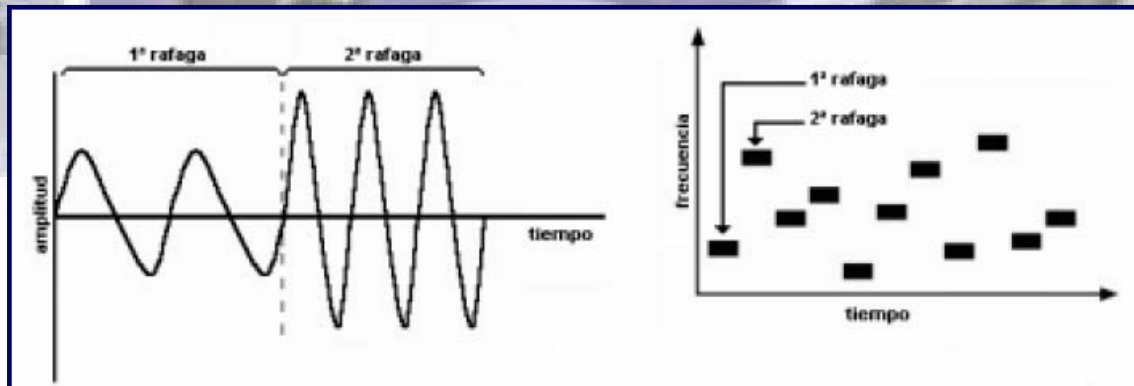
Canal	Frec. U.S.A	Frec. Europa	Frec. Japón
1	2412 MHz	N/A	N/A
2	2417 MHz	N/A	N/A
3	2422 MHz	2422 MHz	N/A
4	2427 MHz	2427 MHz	N/A
5	2432 MHz	2432 MHz	N/A
6	2437 MHz	2437 MHz	N/A
7	2442 MHz	2442 MHz	N/A
8	2447 MHz	2447 MHz	N/A
9	2452 MHz	2452 MHz	N/A
10	2457 MHz	2457 MHz	N/A
11	2462 MHz	2462 MHz	N/A
12	N/A	N/A	2484 MHz

Tabla de frecuencias DSSS

# REDES INALÁMBRICAS

## Espectro expandido por salto de frecuencia (FHSS):

- La banda de frecuencias asignadas se divide en varias sub-bandas de menor frecuencia, llamadas *canales*, con el mismo ancho de banda.
- Cada tramo de información se transmitirá en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo (llamado dwell, menor de 400ms), saltando a continuación a otra frecuencia diferente.
- El patrón de uso del canal es pseudoaleatorio. La secuencia de salto se almacena en tablas que conocen tanto emisor como receptor.



# REDES INALÁMBRICAS

## Modulación para FHSS:

En la banda de 2,4 GHz se utilizan variaciones en frecuencia:

### ➤ FSK (Frequency Shift Keying)

Límite inferior	Límite superior	Rango regulatorio	Área geográfica
2.402 GHz	2.480 GHz	2.400-2.4835 GHz	América del Norte
2.402 GHz	2.480 GHz	2.400-2.4835 GHz	Europa
2.473 GHz	2.495 GHz	2.471-2.497 GHz	Japón
2.447 GHz	2.473 GHz	2.445-2.475 GHz	España
2.448 GHz	2.482 GHz	2.4465-2.4835 GHz	Francia

Rango de frecuencias centrales empleadas en FHSS

## División de los canales

- En la banda de 2,4 GHz se organiza en 79 canales con un ancho de banda de 1 MHz cada uno
- N<sup>o</sup> saltos/sg es regulado por cada país (EEUU: 2,5 saltos/sg).

Canal	Valor	Canal	Valor	Canal	Valor
47	2.447	56	2.456	65	2.465
48	2.448	57	2.457	66	2.466
49	2.449	58	2.458	67	2.467
50	2.450	59	2.459	68	2.468
51	2.451	60	2.460	69	2.469
52	2.452	61	2.461	70	2.470
53	2.453	62	2.462	71	2.471
54	2.454	63	2.463	72	2.472
55	2.455	64	2.464	73	2.473

Requisitos Españoles (GHz)

# REDES INALÁMBRICAS

---

## Infrarrojos

- Utilizadas en entornos muy localizados, un solo área o habitación.
- Modulaciones de 16 y 4 ppm a 1 y 2 Mbps (se ha llegado a 100 Mbps)
- Longitudes de onda de 850 a 950 nm.
- Frecuencias de emisión entre  $3,10 \cdot 10^{14}$  y  $3,52 \cdot 10^{14}$  Hz.
- Comportamiento similar al de la luz (cercanía en el rango de frec.)

### Inconvenientes:

- No atraviesa objetos sólidos, por ello tiene poca capacidad de difusión.
- Muy sensible a objetos móviles, a la luz solar directa y a lámparas.
- Las restricciones de potencia de emisión limitan la cobertura a decenas de metros
- Se produce dispersión y rebotes, que provocan interferencias y limitan la velocidad de transmisión.

# REDES INALÁMBRICAS

---

## Ventajas:

- Es muy seguro contra receptores indeseados.
- Debido a su alta frecuencia, ofrece una fuerte resistencia a interferencias electromagnéticas artificiales.
- Utiliza componentes muy económicos y de bajo consumo de energía.

## Conclusión:

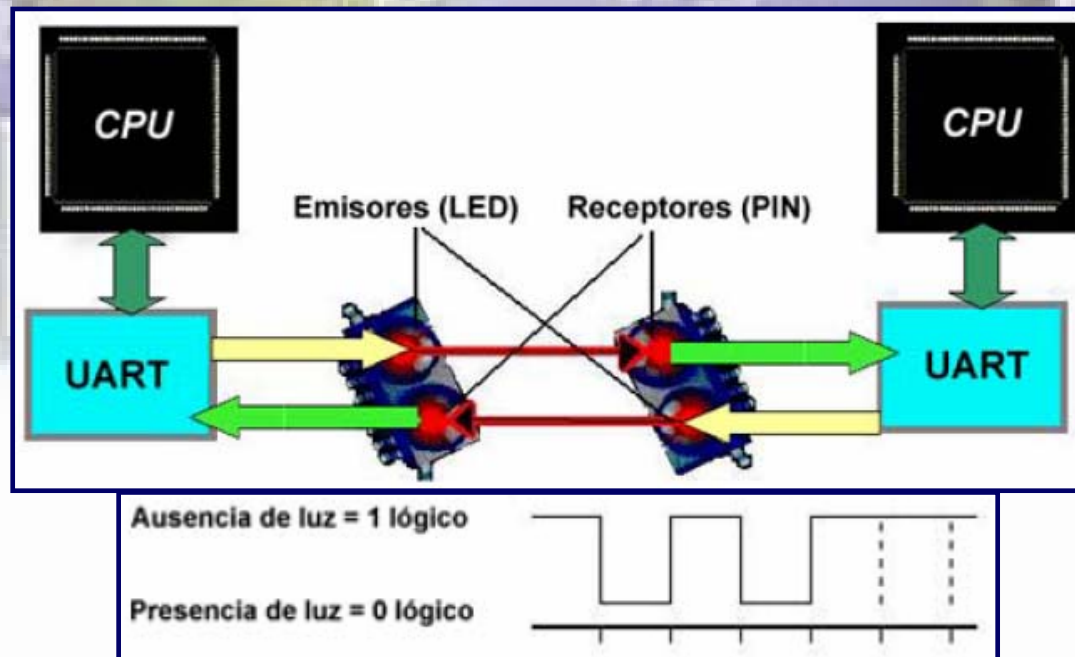
- Son puramente domésticas, y para enlaces punto a punto.



# REDES INALÁMBRICAS

## Funcionamiento:

- Cada terminal dispone de un emisor (LED) y un receptor (fotodiodo PIN).
- Los pulsos recibidos pasan a la UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter), que los amplifica, y decodifica.
- Para la CPU del terminal este proceso es transparente.



# REDES INALÁMBRICAS

---

## 6. Capa MAC

### 6.1 Mecanismos de Acceso

➤ Protocolos con arbitraje:

➤ **FDMA**: (Frequency Division Multiple Access).

➤ **TDMA**: (Time Division Multiple Access).

➤ Protocolos de contienda:

➤ **CDMA**: (Code division Multiple Access).

➤ **CSMA/CD**: (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection).

➤ **CSMA/CA**: (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance).

Aunque también se han diseñado protocolos que son una mezcla de ambos.

# REDES INALÁMBRICAS

---

## Protocolos con arbitraje:

### 1. TDMA: Acceso Múltiple por División de Tiempo

- Cada transmisor tiene un intervalo de tiempo (*ranura*) específico.
- Una vez alcanzada la ranura de tiempo, el transmisor transmite por el ancho de banda completo durante el periodo fijo de la ranura.
- Normalmente se usa en redes Infraestructura con 1 punto de acceso.
- Las estaciones móviles solicitan al punto de acceso una ranura libre para transmitir.
- El punto de acceso asigna las ranuras a las estaciones móviles mediante transmisiones por difusión (a todos los terminales), con la dirección de la estación a la que se concede la ranura.
- Este sistema también es conocido como *modo Aloha ranurado con asignación por demanda*.

# REDES INALÁMBRICAS

---

## Protocolos con arbitraje:

### 1. FDMA: Acceso Múltiple por División de Frecuencias

- El ancho de banda de frecuencias total asignado se divide en varias sub-bandas de frecuencia (*canales*).
- Una vez asignado un canal de frecuencia específico a una estación, ésta lo utiliza durante todo el período de transmisión de una trama.
- Al igual que TDMA, se usa en redes Infraestructura con 1 punto acc.
- Los canales de frecuencia también se asignan por demanda, mediante un canal de señalización independiente.
- Los puntos de acceso que usan FDMA son más complejos (y caros), que los de sistema TDMA.
- Por esta razón son estos últimos los que se implementan.

# REDES INALÁMBRICAS

---

## Protocolos de contienda:

### 1. CDMA: Acceso Múltiple por División de Código

- Se aplica específicamente a los sistemas de RF de espectro expandido, basados en salto de frecuencia (FHSS).
- Todos los nodos tienen una secuencia pseudoaleatoria de saltos de frecuencia asignada, y conocerán las secuencias del resto de nodos.
- Para comunicarse con otro nodo, el emisor solo tiene que utilizar la secuencia del destinatario.
- La división de código se corresponde con la división de frecuencia.

# REDES INALÁMBRICAS

---

## Protocolos de contienda:

### 2. CSMA/CD: Acceso Múltiple por Detección de Portadora / Detección de Colisiones.

- Utiliza la variante *peine*.
- El nodo que quiere transmitir añade a la cabecera de la trama una secuencia de bits llamada peine.
- A continuación, el nodo realiza la operación normal de detección de portadora. Si el medio está libre, transmite el peine.
- Para cada bit 1 de la secuencia de peine, el nodo transmite una señal.
- Para cada bit 0, el nodo escucha el medio. Si detecta otras transmisiones, deja de competir por el canal.

# REDES INALÁMBRICAS

---

## Protocolos de contienda:

### 3. CSMA/CA: Acceso Múltiple por Detección de Portadora / Evitación de Colisiones.

- El nodo espera un tiempo aleatorio de tiempo después de que el medio queda inactivo.
- Si el medio sigue inactivo pasado ese tiempo, el nodo transmite.
- El nodo con tiempo de espera más corto obtendrá el acceso primero.
- No hay garantía de que el nodo destino reciba la información del nodo emisor cuando se utiliza RF.
- Para solventar esto aparece el *protocolo de MAC inalámbrico de fundamento distribuído* (DFW MAC).
- Consiste en enviar un saludo adicional, del que se obtendrá una respuesta positiva en caso de que el nodo destino esté recibiendo.
- Este tipo de protocolo se usa tanto en Ad-Hoc como Infraestructura.

# REDES INALÁMBRICAS

---

## 6.2 Seguridad

- Los puntos de acceso se pueden configurar con un *identificador del conjunto de servicios* (SSID).
- Los clientes deben conocer ese SSID para asociarlo al punto de acceso y poder transmitir.
- ¡Insuficiente! Se implementa sistema de autenticación y cifrado **WEP** (Wired Equivalent Privacy), basado en el algoritmo RC4.
- A cada estación de la red se le asigna una **clave común**, que desordena los datos y se mezcla entre la información antes de transmitir
- WEP utiliza claves de 40,64 o 128 bits.
- Si una estación recibe datos que no están desordenados con la clave correcta, los descartará.
- WEP hace que el enlace LAN inalámbrico sea tan seguro como un enlace con cable.

# REDES INALÁMBRICAS

## 7. Normativa

ESTÁNDAR	RANGO FREC	MAX.TASA TRANSF.	CAPA FISICA	CAPA MAC
802.11	2.4 GHz	2 Mbps	DSSS/FHSS	CSMA/CA
802.11a	5 GHz	54 Mbps	OFDM	CSMA/CA
802.11b	2.4 GHz	11Mbps	DSSS	CSMA/CA
802.11g	2.4 GHz	54 Mbps	DSSS	CSMA/CA
IR	850-950 nm		IR DIFUSO	
HIPERLAN	2.4 GHz	10-20Mbps	PIC/PMA	CSMA/CA
HIPERLAN/2	5 GHz	54 Mbps	OFDM	DDT

# REDES INALÁMBRICAS

---

## 8. Aspectos importantes en WLAN

- Cobertura.
- Rendimiento.
- Integridad y fiabilidad.
- Compatibilidad con las redes existentes.
- Interoperatividad e los dispositivos inalámbricos dentro de la red.
- Interferencia y coexistencia.
- Licencias.
- Simplicidad y facilidad de uso.
- Seguridad en la comunicación.
- Coste.
- Escalabilidad.
- Alimentación en los dispositivos móviles.
- Seguridad laboral.

# REDES INALÁMBRICAS

---

## 9. Hardware

### 9.1 Tarjetas (clientes)



# REDES INALÁMBRICAS

## 9.2 Puntos de Acceso



## 9.3 Antenas

Panel (parche)

Omni

Yagi

Parabólica



# REDES INALÁMBRICAS

## 9.4 Accesorios



Amplificador



Splitter



Pigtails



P.O.E.

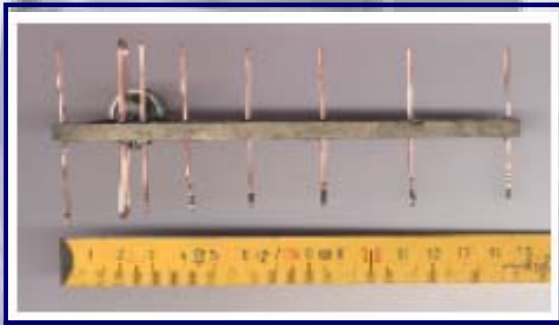
## 9.5 Puentes (Bridges)



# REDES INALÁMBRICAS

---

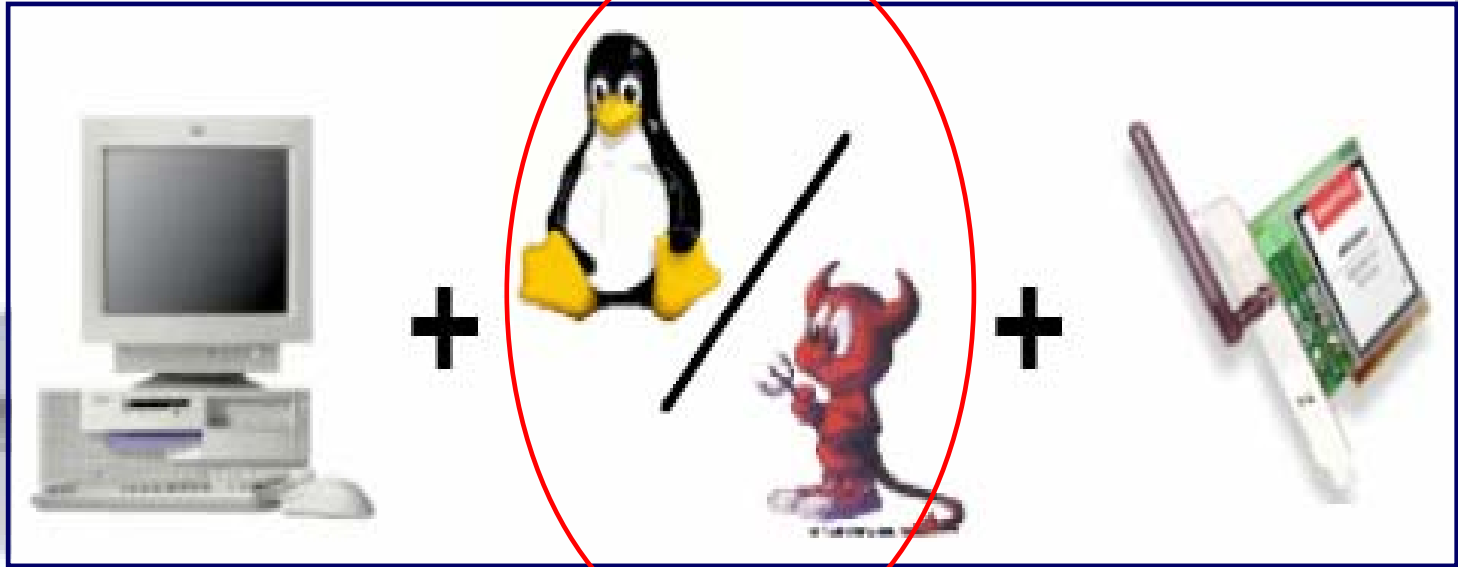
## 9.6 Bricolaje



# REDES INALÁMBRICAS

---

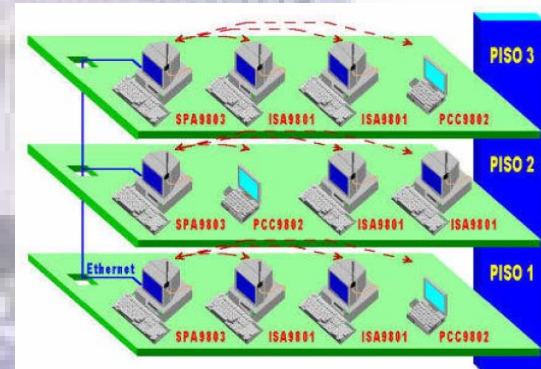
## 10. Software



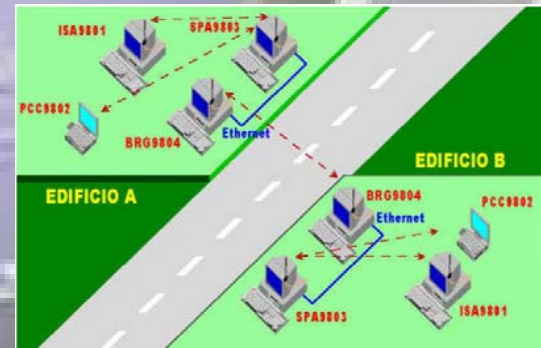
# REDES INALÁMBRICAS

## 11. Aplicaciones

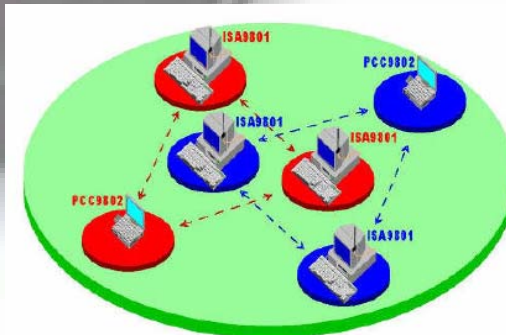
Enlace de áreas físicas independientes mediante Puntos de Acceso



Enlaces entre redes locales próximas



Redes Inalámbricas en la misma área física



# REDES INALÁMBRICAS

## CONCLUSIÓN:

- Tecnología eminentemente doméstica.
- No pretenden sustituir a las redes cableadas.
- En plena fase de desarrollo.

