

Tendencias Internacionales en Nuevas Tecnologías, Métodos de Utilización Eficiente y Administración Pública del Espectro para Banda Ancha Móvil

Fernando Beltrán,
University of Auckland Business School
For CPR-LATAM 2014
Mayo 29 2014

Módulo 1: El espectro radioeléctrico

¿Qué es el espectro radioeléctrico?

¿Qué es una onda de radio?

Aspectos técnicos de la transmisión inalámbrica de datos

Las ondas de radio: un medio análogo

Ondas de radio portadoras de información analógica

Ancho de banda

Cantidad de espectro (rango de frecuencias) utilizado por una señal

Codificación de información digital

Shannon y la formula de capacidad de un medio analógico para transportar datos (información digital)

Eficiencia espectral

Cantidad de bits por MHz por segundo que una tecnología de transmisión es capaz de transportar

¿Para qué se usa el espectro?

El espectro radioeléctrico está situado entre los 3 KHz y los 300GHz.

Band	Frequency	Range	Use	Bandwidth	Interference
VLF	3-30 kHz	1000's km	Long range radio-navigation	Very narrow	Wide Spread
LF	30-300 kHz	1000's km	Same as VLF strategic communications	Very Narrow	Wide Spread
MF	3-3 MHz	2-3000 km	Same as VLF strategic communications	Moderate	Wide Spread
HF	3-30 MHz	up to 1000 km	Global broadcast and Point to Point	Wide	Wide Spread
VHF	30-300 MHz	2-300 km	Broadcast, PCS, Mobile, Wan	Very Wide	Confined
UHF	3-3 GHz	< 100 km	Broadcast, PCS, Mobile, Wan	Very wide	Confined
SHF	3-30 GHz	Varies 30 km to 2000 km	Broadcast, PCS, Mobile, Wan, Satellite Communication	Very Wide up to 1 GHz	Confined
EHF	30-300 GHz	Varies 20 km to 2000 km	Microcell, Point to Point, PCS and Satellite	Very Wide up to 10 GHz	Confined

Figura 1: Usos y propiedades de bandas de radioespectro

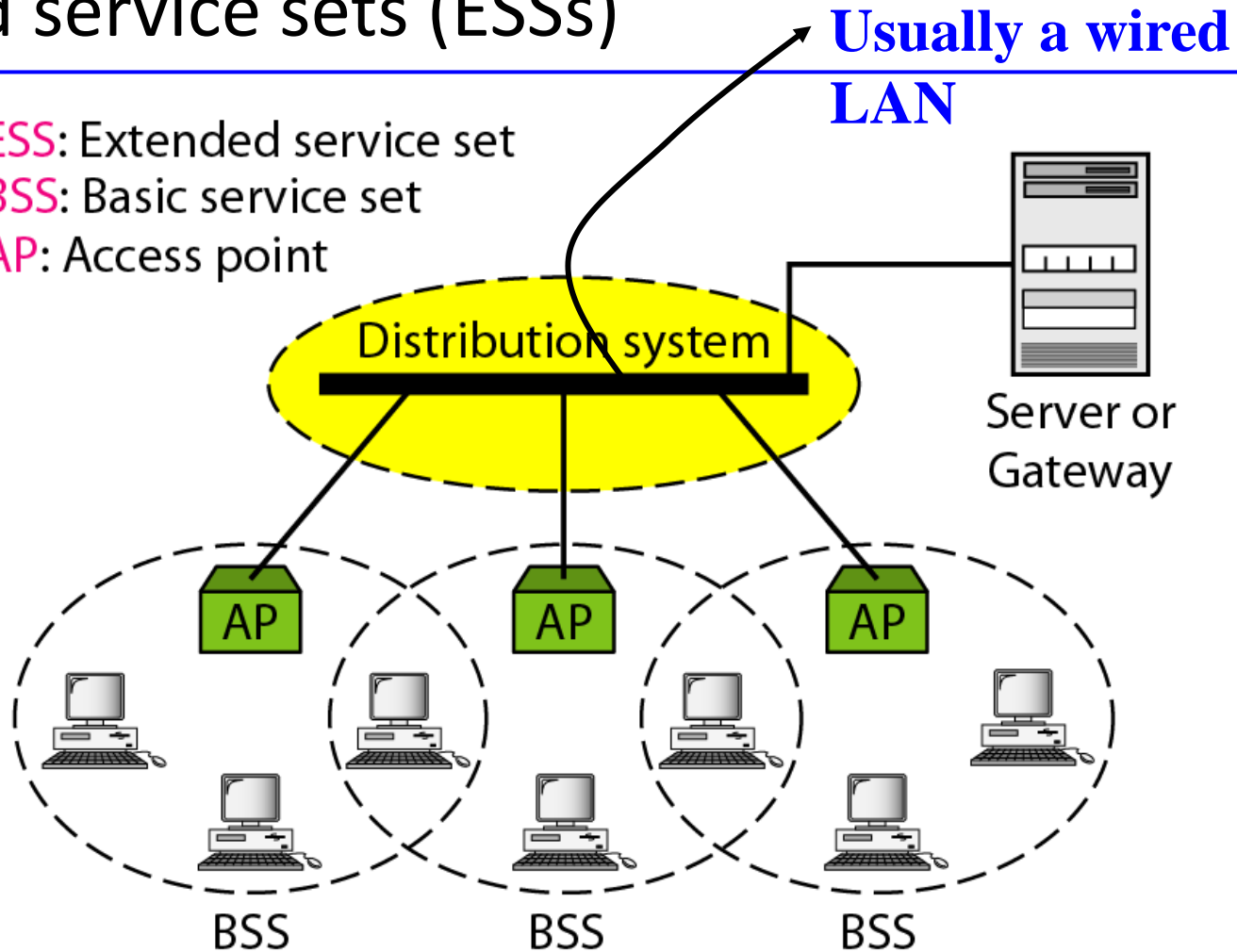
Fuente: ITU 2011 ICT Regulation Toolkit

Caso 1: ¿Cómo funciona Wi-Fi IEEE 802.22?

Caso 1: ¿Cómo funciona Wi-Fi IEEE 802.11?

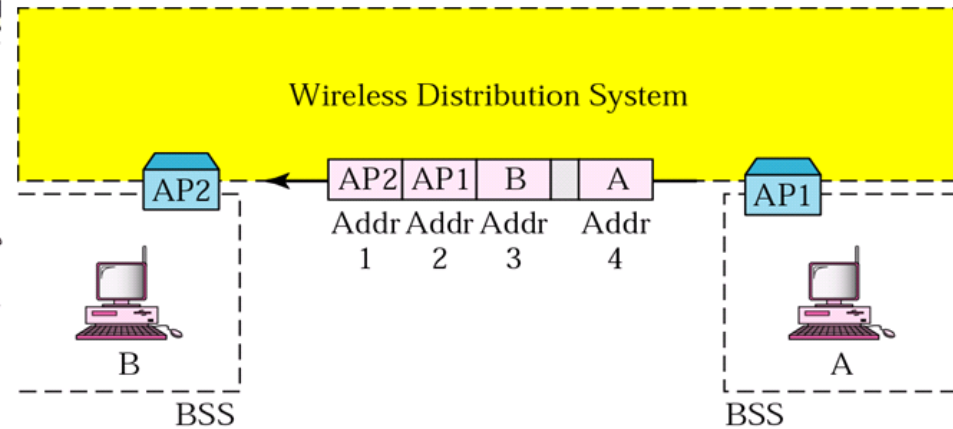
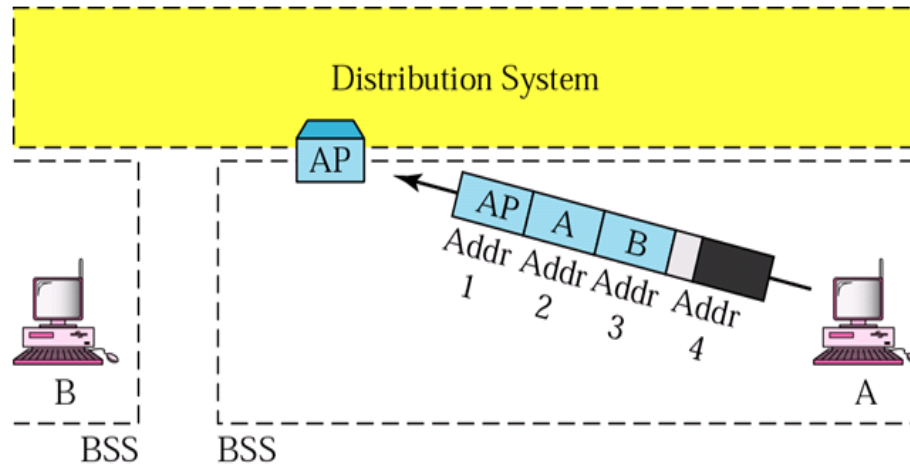
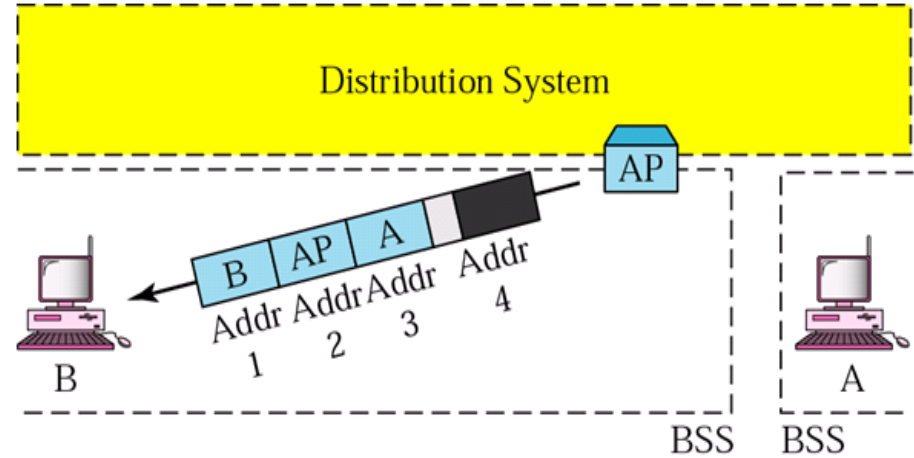
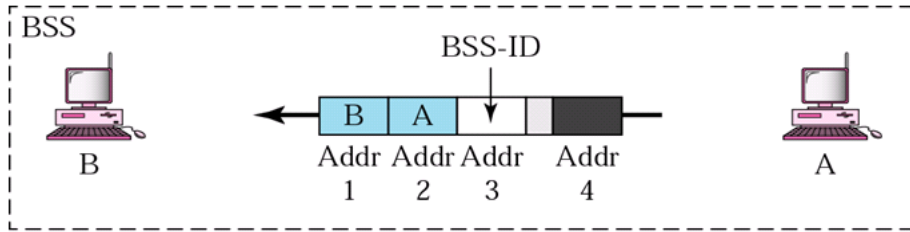
Extended service sets (ESSs)

ESS: Extended service set
BSS: Basic service set
AP: Access point



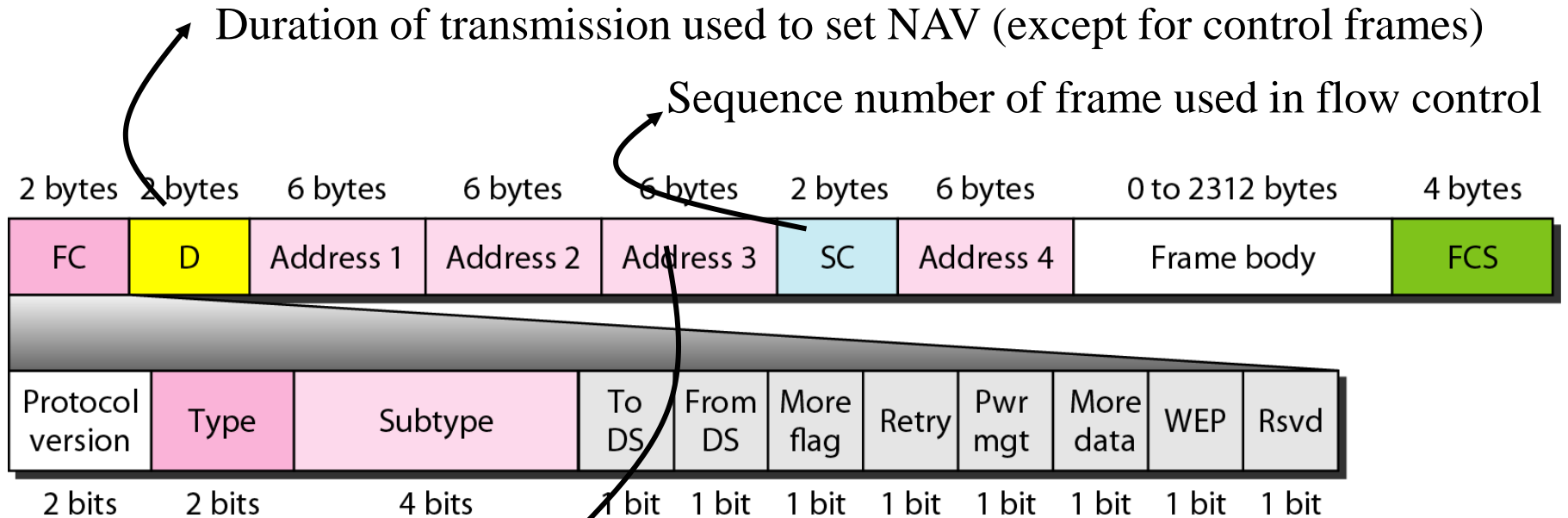
Caso 1: ¿Cómo funciona Wi-Fi IEEE 802.11?

IEEE 802.11 Addressing



Caso 1: ¿Cómo funciona Wi-Fi IEEE 802.11?

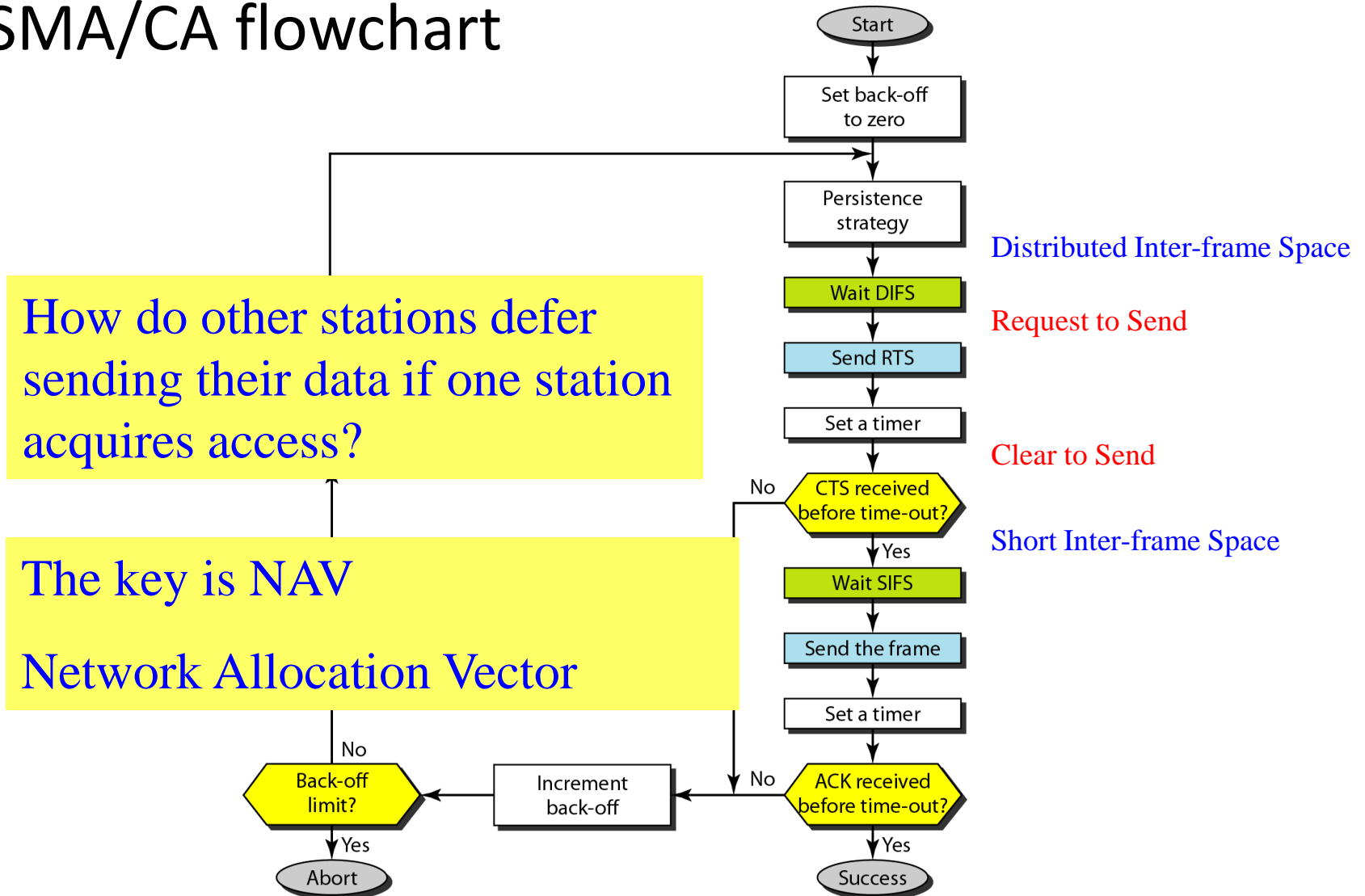
Frame format



Meaning of each address field depends on the value of the *To DS* and *From DS* subfields

Caso 1: ¿Cómo funciona Wi-Fi IEEE 802.11?

CSMA/CA flowchart



El espectro como recurso económico

El espectro es un recurso

El espectro es un insumo para la producción de servicios móviles de comunicaciones.

¿Es variado?			
¿Es escaso?			
¿Se puede hacer más productivo?			
¿Es renovable?			
¿Se puede almacenar?			
¿Se puede negociar?			

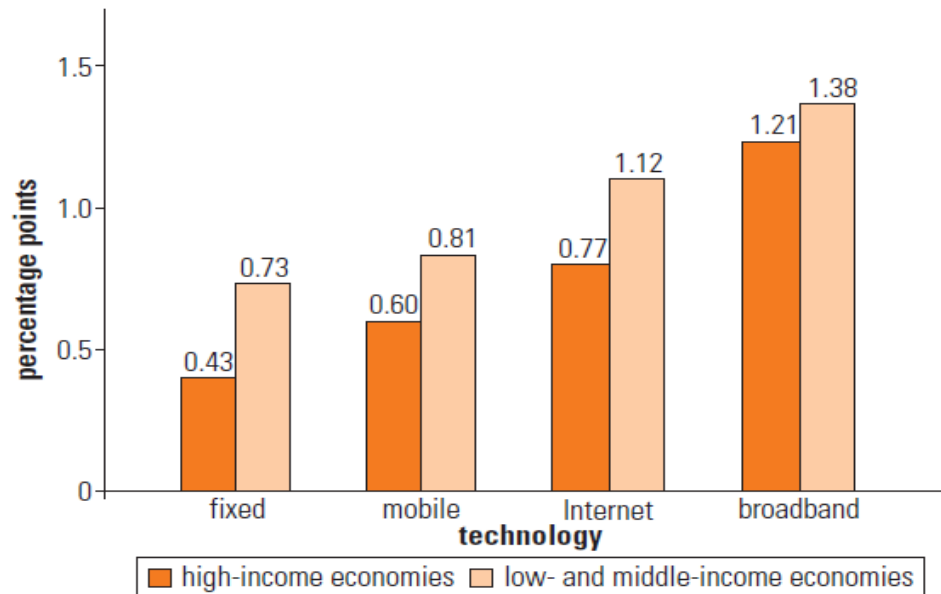
El espectro es un recurso

El espectro es un insumo para la producción de servicios móviles de comunicaciones.

	Espectro	Agua	Petróleo
¿Es variado?			
¿Es escaso?			
¿Se puede hacer más productivo?			
¿Es renovable?			
¿Se puede almacenar?			
¿Se puede negociar?			

Efecto del uso del espectro en el crecimiento

Qiang (2008): un aumento del 10% en la penetración de comunicaciones móviles lleva a un 0.8% de crecimiento en el PIB en países en desarrollo.

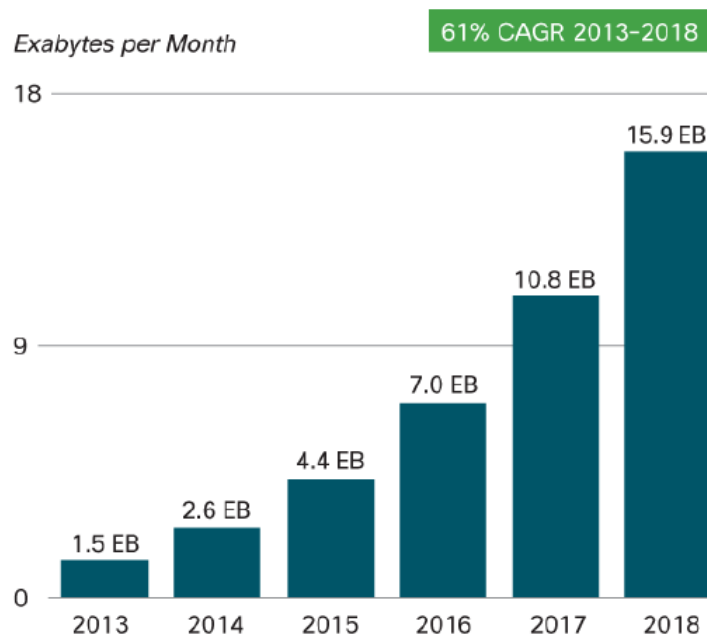


Source: Qiang 2008.

Figura 2: Efectos de las TIC en el PIB

Crecimiento de la demanda por espectro

Los pronósticos de Cisco para el crecimiento en la cantidad de tráfico de datos móviles y el número de conexiones en telefonía de segunda, tercera y cuarta generación.



Source: Cisco VNI Mobile, 2014

Figura 3: Pronóstico del crecimiento en tráfico de datos móviles por mes

Fuente: Cisco 2014

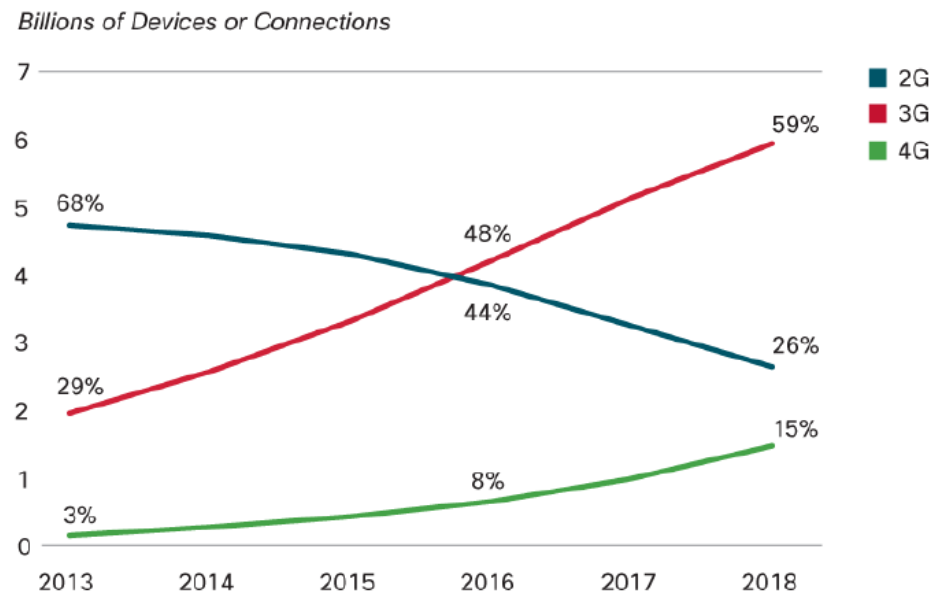


Figura 4: Pronóstico del crecimiento de conexiones (y distribución)

Fuente: Cisco 2014

Crecimiento de la demanda por espectro

Los pronósticos de Cisco para el crecimiento en el número de dispositivos móviles indican un crecimiento importante en la demanda por capacidad, lo cual se traduce en demanda por espectro.

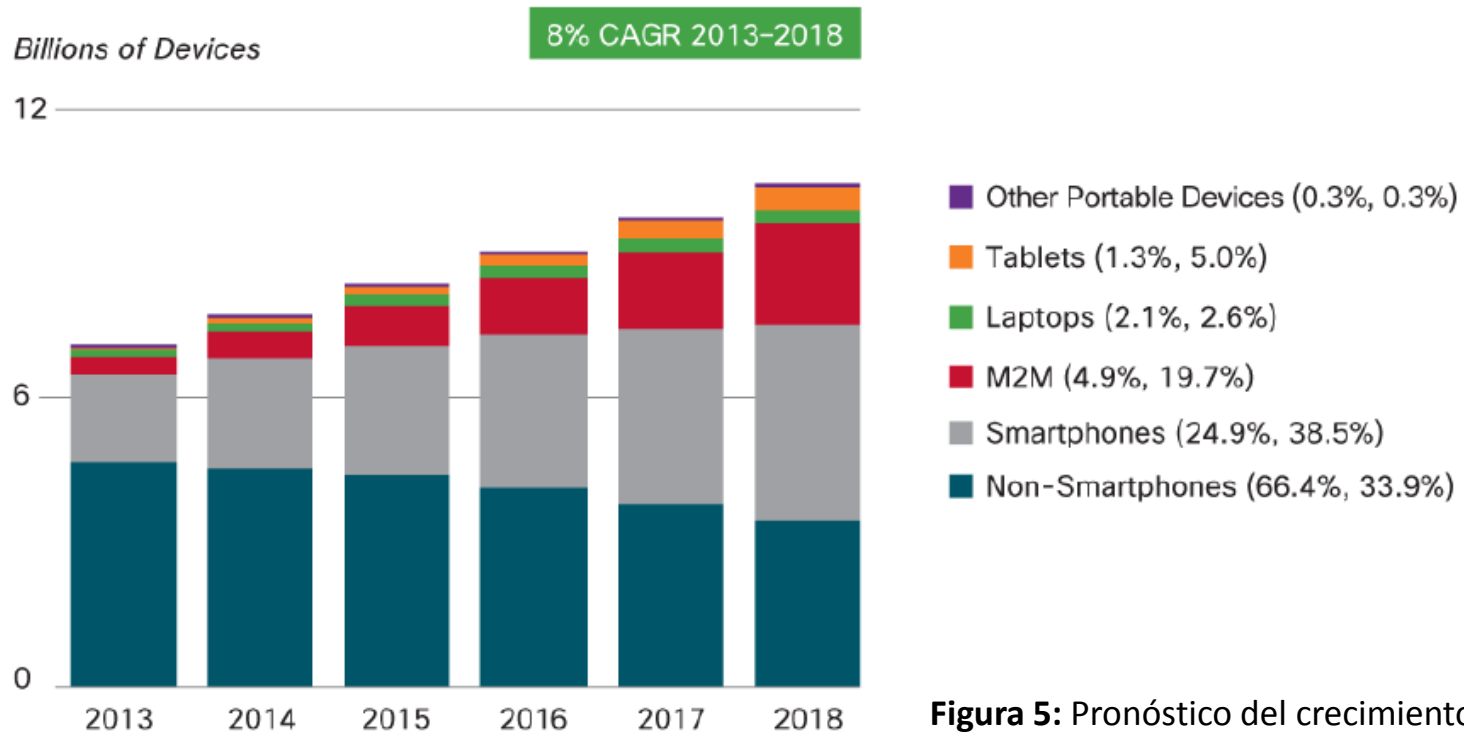


Figura 5: Pronóstico del crecimiento en tipos de dispositivos móviles

Fuente: Cisco 2014

Administración del espectro

¿Qué significa administrar el espectro?

La administración del espectro se refiere a:

- Planeación del uso presente y futuro del espectro
- Aseguramiento de compatibilidad de usos y equipos
- Autorización, licenciamiento y monitoreo de su uso

Atribución y asignación

El espectro se atribuye (*allocation*) y se asigna (*assignment*).

Atribuir el espectro se hace:

- De modo exclusivo
- De modo compartido
- De modo primario o secundario

Asignar el espectro se hace con métodos:

- Administrativos
- Orientados al mercado
- Sin licencia y de acceso abierto (*The “commons”*)

Términos utilizados en Colombia: (del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias 2014)

1.2 Términos específicos relativos a la gestión de frecuencias

15 atribución (de una banda de frecuencias): Inscripción en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias, de una banda de frecuencias determinada, para que sea utilizada por uno o varios servicios de radiocomunicación terrenal o espacial o por el servicio de radioastronomía en condiciones especificadas. Este término se aplica también a la banda de frecuencias considerada.

16 adjudicación (de una frecuencia o de un canal radioeléctrico): Inscripción de un canal determinado en un plan, adoptado por una conferencia competente, para ser utilizado por una o varias administraciones para un servicio de radiocomunicación terrenal o espacial en uno o varios países o zonas geográficas determinados y según condiciones especificadas.

17 asignación (de una frecuencia o de un canal radioeléctrico): Autorización que da una administración para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico determinado en condiciones especificadas.

Objetivos de la administración de espectro

Desde la eficiencia económica

- Maximización del valor de los servicios producidos por el espectro disponible
- Consideraciones (o restricciones) de este objetivo son:
 - Muchas frecuencias se pueden usar de dos o más formas distintas
 - Disponer el espectro de manera uniforme permite economías de escala a los productores
 - Muchos servicios se pueden proveer usando diferentes frecuencias

Desde la eficiencia técnica

- El uso máximo posible del espectro
- Es una medida de la capacidad utilizada
- El tiempo es un componente de esta medida: cuánto se usa y que tan velozmente se transmiten los datos

Desde la política del espectro

- Mejora en la competencia
- Asegurar acceso al espectro

Conflictos entre los objetivos de la administración de espectro

- Disponer el espectro eficientemente le exige al administrador tener un grado sustancial de acceso a información.
 - ¿Cómo saber cuál es el beneficio económico de disponer 1 MHz adicional a un servicio particular?
- El uso del espectro puede ser técnicamente eficiente pero no tiene en cuenta el valor de la información que lo usa.
 - Eficiencia técnica vs. Valor del espectro
 - TV digital es técnicamente más eficiente que la TV análoga.
- Asegurar un nivel de competencia y acceso al espectro puede entrar en conflicto con los intereses de los establecidos y de nuevos operadores.

El administrador y las partes interesadas (*stakeholders*)



Figura 6: El administrador del espectro y las partes interesadas

Fuente: ITU 2011 ICT Regulation Toolkit

Métodos de administración del espectro

Administrativos: el administrador especifica reglas y restricciones que afectan cómo, dónde y cuándo se usa el espectro y quien tiene acceso a él.

- Atribución de frecuencias (*allocation*)
- Asignación de frecuencias (*assignment*)

Orientados al mercado: permiten que los derechos de uso del espectro sean comprados y transados

- Derechos y obligaciones pueden transarse
- Contribuye a la eficiencia
- Entrantes pueden adquirir espectro más fácilmente
- Fortalecen la competencia en el mercado de servicios
- Sin licencia y de acceso abierto (*the commons*)

(Wi-Fi es un buen ejemplo de este modo)

Caso 2: Derechos de administración y administradores de banda en Nueva Zelanda

Caso 2: Derechos de administración y administradores de banda en Nueva Zelanda

Nueva Zelanda creó el primer sistema de derechos de espectro. Ley de radiocomunicaciones de 1989 introdujo un régimen que trata los derechos de espectro como bienes transables.

Un “dueño” de bloques de “derechos” puede emitir licencias de acuerdo con sus propias políticas.

En NZ hay 209 bloques de derechos de administración de espectro. 70 son del gobierno.

La ley:

- Establece un registro de radio frecuencias
- Permite el registro de derechos de administración del espectro
- Permite la transferencia de derechos de un administrador a otro
- Le permite a un administrador hipotecar los derechos
- Le da a los administradores el poder de asignar licencias

Caso 2: Derechos de administración y administradores de banda en Nueva Zelanda

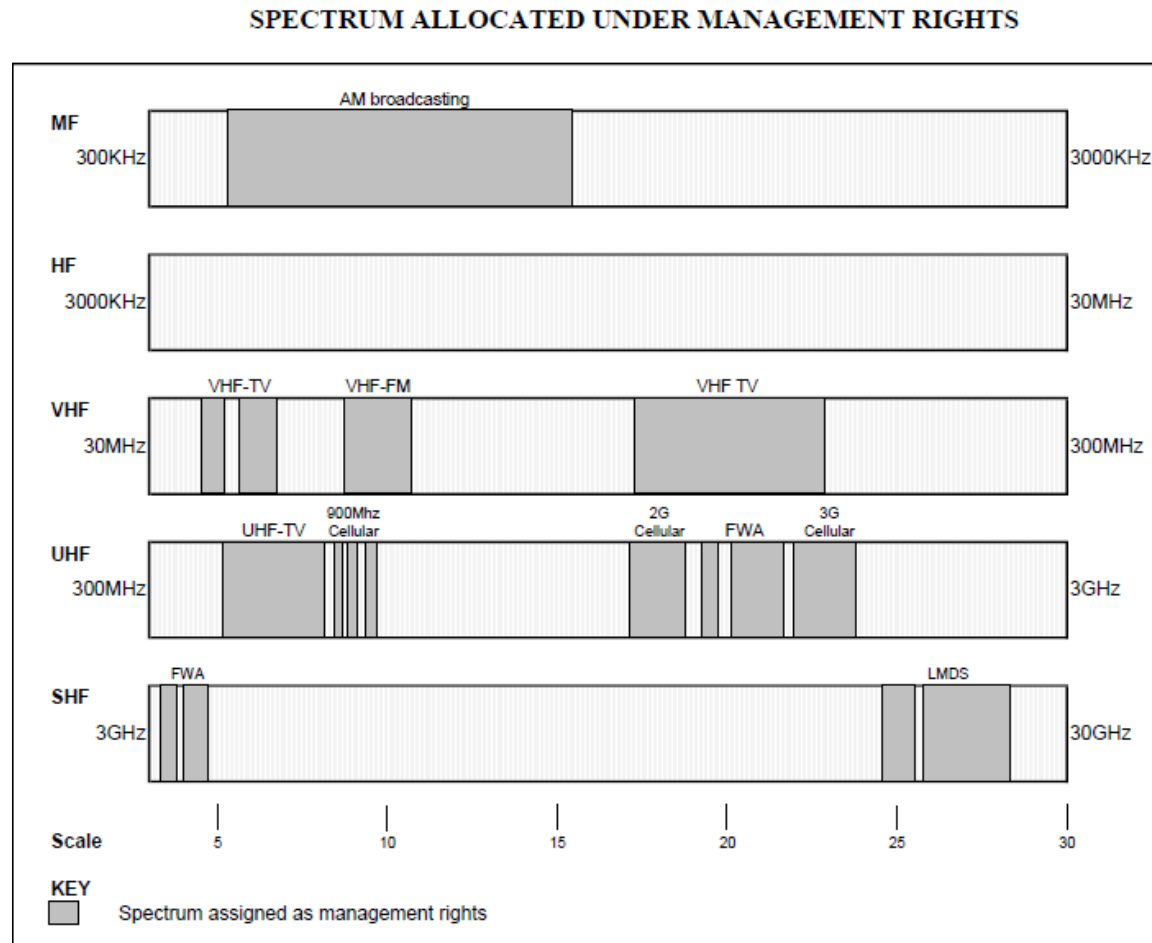


Figura 7: Espectro atribuido bajo derechos de administración
Fuente: MED 2005

Caso 3: Ronald Coase y su artículo “The Problem of Social Cost” de 1960

Caso 3: Ronald Coase y su artículo “The Problem of Social Cost” de 1959

La propiedad de la tierra tiene claros derechos de propiedad y la ley debe protegerlos.

Hay derechos de propiedad que se transan en mercados *de facto* como los derechos de aterrizaje en aeropuertos.

La eficiencia económica debería ser el punto de partida para definir los derechos del espectro.

Los derechos deberían asegurar que los mercados de espectro se muevan hacia la eficiencia: el uso mas eficiente, el usuario mas eficiente.

Caso 3: Ronald Coase y su artículo “The Problem of Social Cost” de 1959

Teorema de Coase:

“Whatever the starting point, trading within the framework of a system of property rights will lead to an efficient allocation of resources provided that:

The property rights are fully and precisely defined

There are no transaction costs

Efficiency is defined without reference to the distribution of income”

(Cave, Doyle & Webb, 2007).

Caso 3: Ronald Coase y su artículo “The Problem of Social Cost” de 1959

Hay una tensión (ambivalencia) en el resultado de Coase.

Por un lado su generalidad.

Por otro las condiciones específicas bajo las cuales es cierto.

Dos visiones del teorema:

Optimista

- Una vez los dueños del espectro tienen derechos que se pueden transar, aparecen los incentivos para llegar al uso eficiente. No importa si la asignación inicial fue ineficiente.

Pesimista

- Coase pone de lado los costos de transacción. Por eso es importante comenzar con una asignación cuasi-óptima.

Derechos de propiedad e Interferencia

La interferencia es la principal causa para que el espectro deba ser administrado.

Las licencias representan “derechos” para transmitir o recibir una señal.

El modo administrativo no les da flexibilidad a los usuarios de espectro para cambiar su uso, si así lo requieren.

Los derechos de propiedad son necesario si se busca derivar mayor del espectro a través de mecanismos de mercado.

Derechos de propiedad e Interferencia

La razón fundamental para usar DP es la protección contra la interferencia.

La interferencia se produce por:

- Transmisiones ilegales en la misma frecuencia
- Transmisiones legales residuales de áreas o bandas vecinas

La tecnología utilizada y el uso específico de una banda definen la interferencia esperada.

Cambios en la tecnología o el uso pueden cambiar el nivel de interferencia.

Alternativamente se puede definir la interferencia directamente.

Cualquier cambio en tecnología o uso del espectro se permite en tanto la interferencia no se aumente.