



Características de los equipos de radio enlaces en microondas

Capítulo 4

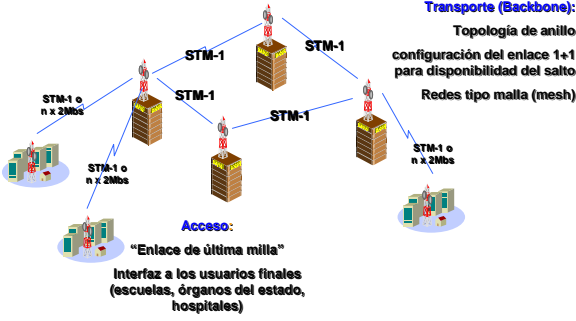
Ing. Marcial López Tafur
mlopez@uni.edu.pe
2010-2



Enlace de Microondas

UNI - Sistemas de MW 2

Arquitectura de las redes de Transporte/ Acceso



Transporte (Backbone):
Topología de anillo
configuración del enlace 1+1 para disponibilidad del salto
Redes tipo malla (mesh)

Acceso:
"Enlace de última milla"
Interfaz a los usuarios finales (escuelas, órganos del estado, hospitales)

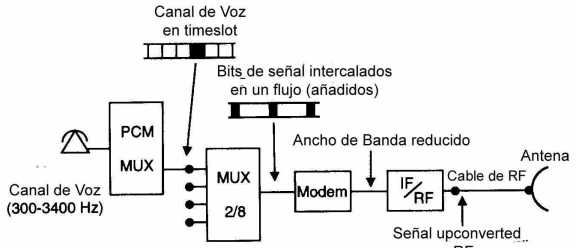
UNI - Sistemas de MW 3

Introducción

- Es muy importante conocer como trabajan los sistemas de radio en bandas de microondas.
- Las características de los equipos afectan dramáticamente el rendimiento total de la red,
- Se toma como referencia los estándares UIT-T que definen los límites y los parámetros para los circuitos entre sus extremos.

UNI - Sistemas de MW 4

Trayectoria de transmisión de un circuito de voz



Canal de Voz en timeslot

Bits de señal intercalados en un flujo (añadidos)

Ancho de Banda reducido

Canal de Voz (300-3400 Hz)

PCM MUX

MUX 2/8

Modem

IF/RF

Cable de RF

Antena

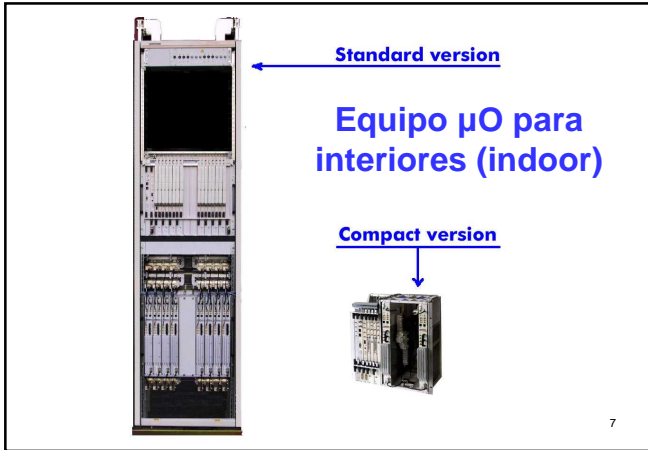
Señal upconverted a RF

UNI - Sistemas de MW 5

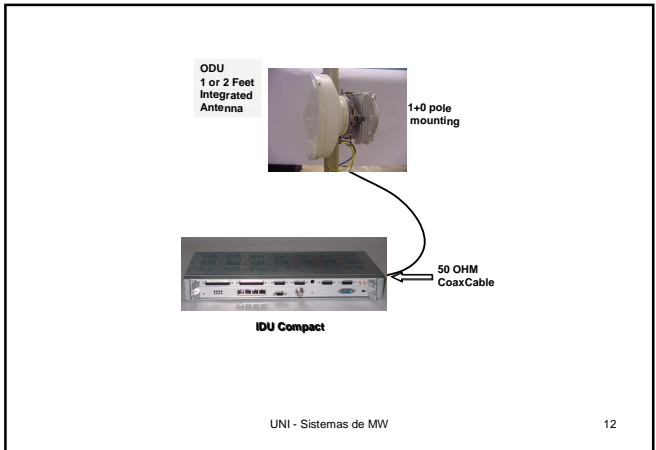
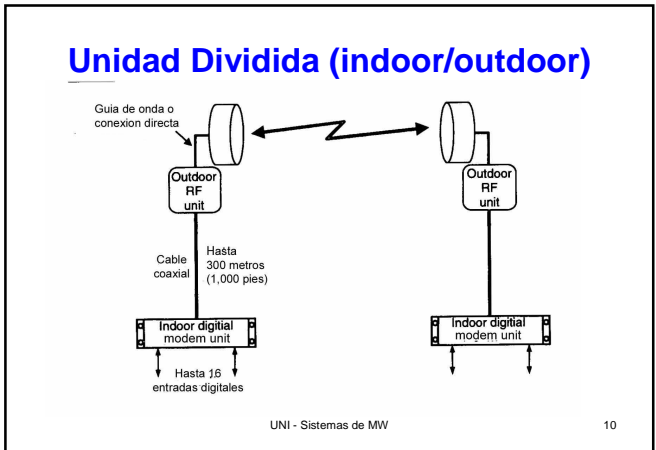
Configuraciones

- Hay tres categorías:
 - **De interior** (solo la antena y la Guía de onda salen)
 - **Dividida** (Splitt) parte en el interior se sube en FI y el resto exterior (en la torre)
 - **Todo externo**, suben hacia el los cables que llevan y traen la data y el cable de energía, todo lo demás es externo

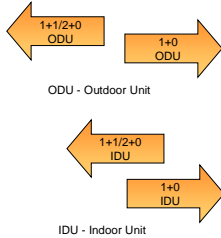
UNI - Sistemas de MW 6



- Se colocan en bastidores metálicos (racks) de 19 pulgadas (21 en USA) en la sala donde se encuentran los equipos.
- Sale la guía de onda que lo conecta a la antena montada en la torre.
- De construcción modular (para facilitar su mantenimiento)
- Adecuados para TX de alta potencia (rutas largas) y arreglos para ramificación de multi frecuencia



Configuraciones básicas



ODU - Outdoor Unit

IDU - Indoor Unit

UNI - Sistemas de MW

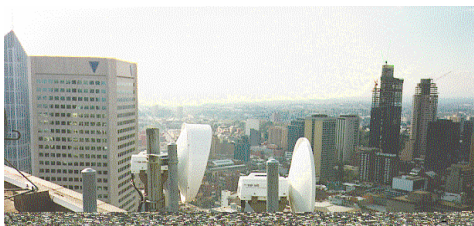
13

- La banda base modula a nivel de FI (70, 140 y 210 MHz) la cual es enviada mediante cable coaxial de bajo costo a la unidad montada en la torre que consta del up-converter, la unidad amplificadora de potencia y la antena.
- La energía puede ir en cable separado o por el mismo donde va al FI, así como las señales de monitoreo y en algunos casos se cuenta con un intercomunicador entre el ODU y el IDU para el alineamiento del enlace.
- Se minimiza las pérdidas por guía de onda.

UNI - Sistemas de MW

14

Equipo MW para exteriores



UNI - Sistemas de MW

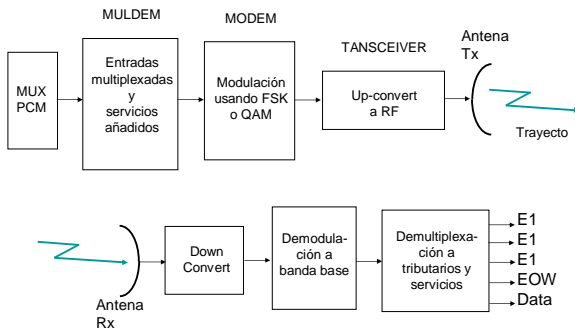
15

- Aplicaciones en topología de red para estaciones base celular.
- Antenas pequeñas, poca potencia
- Para líneas T1 o E1 que son alimentadas directamente al equipo.
- Ejemplo: sí hay un requerimiento para extender un circuito E1 a otra localización, sólo se requiere un cable multiplexar para transportar las señales de tráfico, alarma, administración y energía

UNI - Sistemas de MW

16

Diagrama de bloques



UNI - Sistemas de MW

17

- La información (voz o data) es alimentado al multiplexor primario donde se convierte en una señal digital de 64 Kbps y multiplexado dentro de una señal E1 (ó T1).
- Esta señal es convertida a la capacidad final de transmisión (E3, STMP-1, etc.) en un multiplexor secundario.
- La señal de banda base modula a la portadora y se alimenta a la antena para transmitirla.
- En la recepción es el proceso inverso.

UNI - Sistemas de MW

18

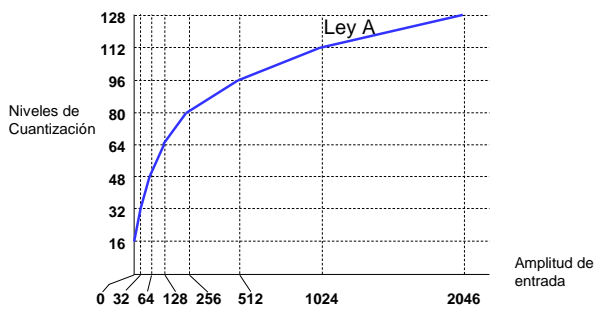
El multiplexor primario

- Muestreo
- Cuantización
- Compansión
- Codificación
- Multiplexación de tiempo
- Equipo Multiplexor primario

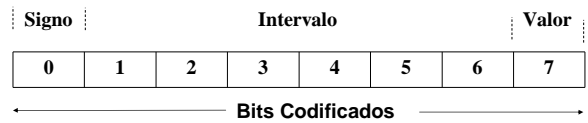
Señal muestreadora

Señal muestreadora

Curva de Compansión Ley A



Código de bits de ley A de la curva de compansión



Multiplexación de tiempo

- El proceso final es cronometrar de manera múltiple las señales de una trama.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{8000} = 125 \mu\text{s}$$

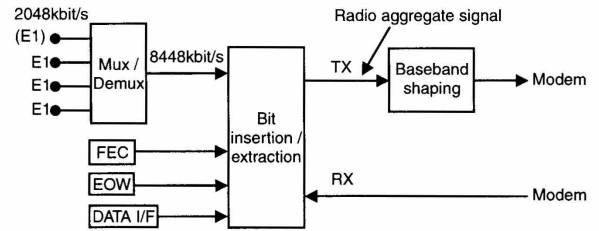
- La duración de cada pulso es $3.9 \mu\text{s}$, por lo tanto es posible transmitir muestras de otros canales en el intervalo de tiempo entre varias muestra

- Se pueden transmitir hasta 32 muestras ($125/3.9$) que pueden ser intercaladas en ese tiempo.
- E0 ó T0 (DS-0) igual a 64 Kbps
- Una trama con 32 intervalos tiene un bit rate de 2048 Kbps, solo 30 están disponibles, el intervalo 0 es usado para sincronización de la trama y el 16 para señalización, esta señal es conocida como E1, en USA se emplea el T1 equivalente a 1.544 Mbps (DS-1 ó Digital Signal nivel 1)

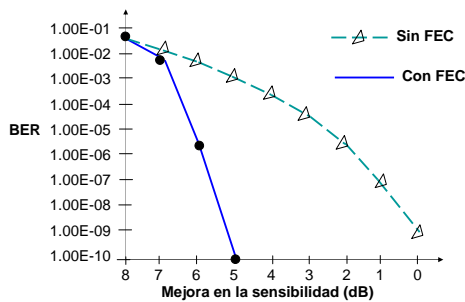
Muldem (Multiplexing Secundario y Servicio)

- Multiplexación y Demultiplexación
- Canales de Cabecera
 - Canales de Datos y Supervisión
 - Engineering Order Wire
 - Corrección de error en adelanto (Forward Error Correction – FEC–)
 - Canales Laterales (Wayside)
- Filtro de banda base

Diagrama de Bloques de la sección Muldem de un Sistema de Radio



Curva típica del FEC mostrando mejora en el sistema



Paso de banda típico de un pulso con forma de onda tipo Nyquist

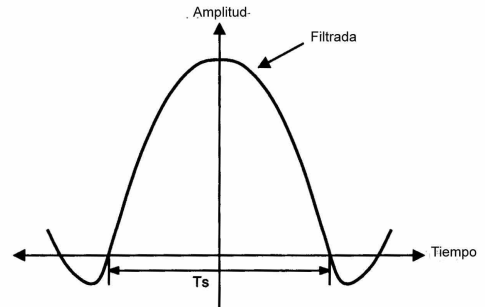
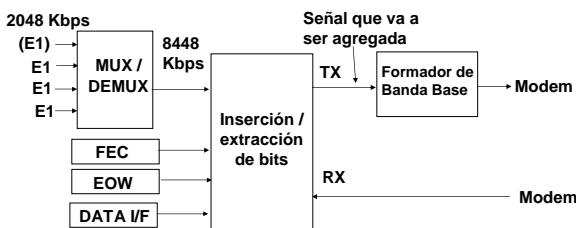


Diagrama de Bloques de la sección Muldem de un Sistema de Radio



MULDEM = Multiplexor/Demultiplexor

- Tipos de Modulación
 - FSK (BPSK, QPSK, 8PSK)
 - QAM (16, 64, 128, 256, nQAM)
- Ejemplo: El SDH usa 128QAM lo que permite ajustar un bit rate de 155 Mbps en un ancho de banda de 28 MHz
- Demodulación: según el modulador, emplean ecualización adaptativa.

Diagrama de Constelación QAM

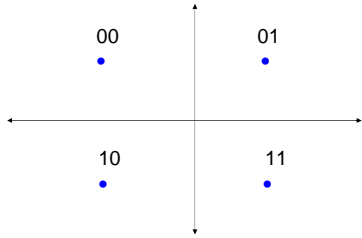
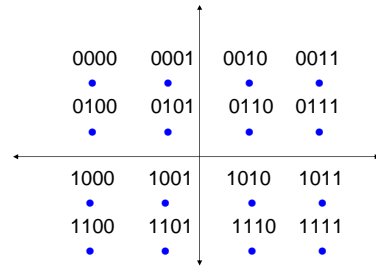
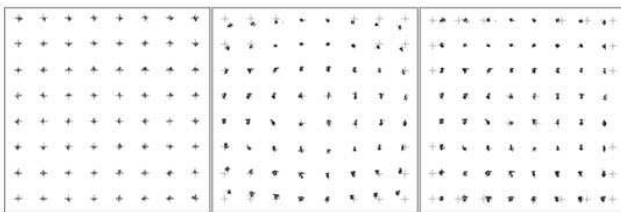


Diagrama de constelación de 16QAM



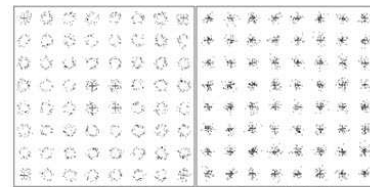
Constelación 64QAM



Constelación 64-QAM limpia

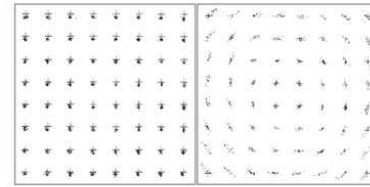
Constelación 64-QAM con operación en región no lineal

Constelación 64-QAM con desbalanceo de los ejes IQ



Constelación 64-QAM con interferencia de onda continua

Constelación 64-QAM con ruido



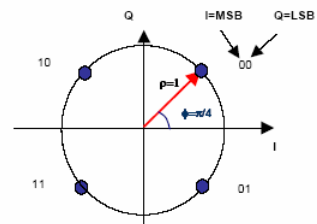
Constelación 64-QAM con fuga de señal

Constelación 64-QAM con frecuencia portadora inestable

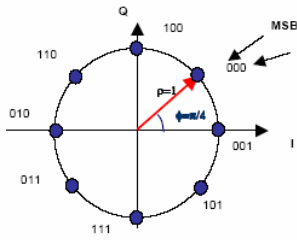
Modulación de bits en nPSK

- El tipo de modulación de fase dependerá del área de aplicación, (QPSK, 8PSK, 16APSK o 32APSK).
- Para la modulación de cada bloque de información se debe obtener una secuencia de entrada y una secuencia de salida
- Obteniendo como resultado una forma vectorial compleja (I,Q) donde I es el componente en fase y Q la cuadratura; el equivalente en formato $p \exp(j\phi)$ donde p es el módulo del vector y ϕ su fase .

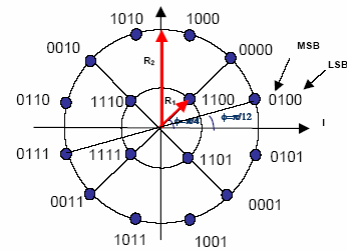
Modulación de bits en QPSK



Modulación de bits en 8PSK



Modulación de bits en 16APSK



Modulación de bits en 32APSK

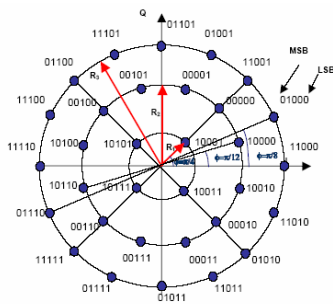
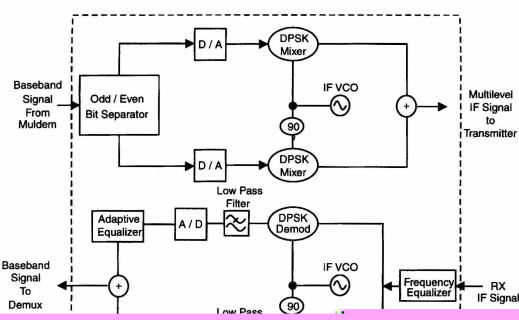
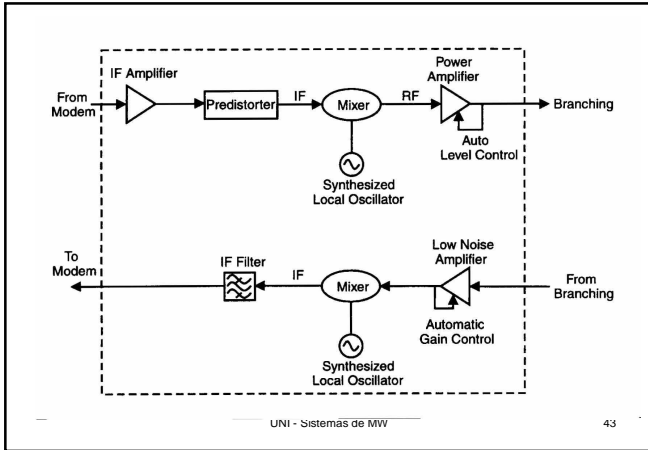


Diagrama de Bloques de la sección MODEM de un sistema de radio

Diagrama de Bloques de un Transceiver Básico



- Transmisor
- Receptor
- Ambos son sintetizados, el TX usan VCO y circuitos de AGC, en el RX se baja la RF a una FI antes de la demodulación del circuito de AGC se toma lectura para el nivel de señal recibida.



Circuladores y Filtros

- La misma antena es usada para TX y RX.
- Se emplean circuladores y filtros (duplexores)
- Es importante entender el nivel de pérdidas por la ramificación e incluirlos en los cálculos.
- No será posible predecir exactamente el nivel de recepción esperada si las pérdidas por ramificación no se incluyen.

UNI - Sistemas de MW 44

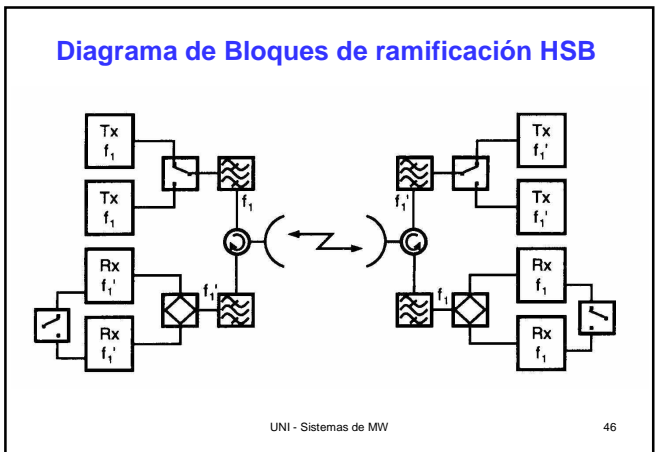
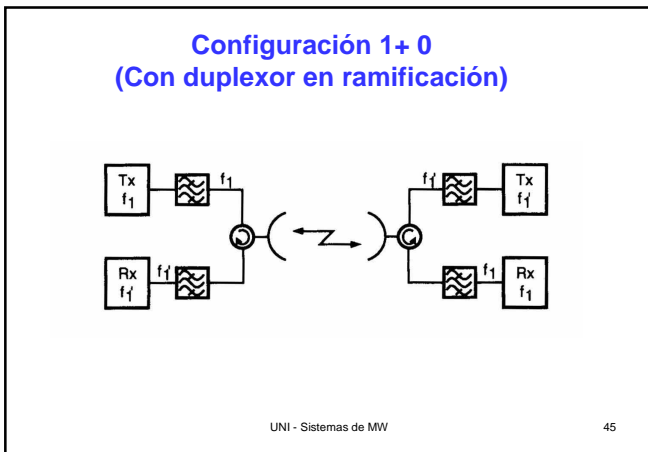


Diagrama de Bloques de ramificación FD (Diversidad de Frecuencia)

UNI - Sistemas de MW 47

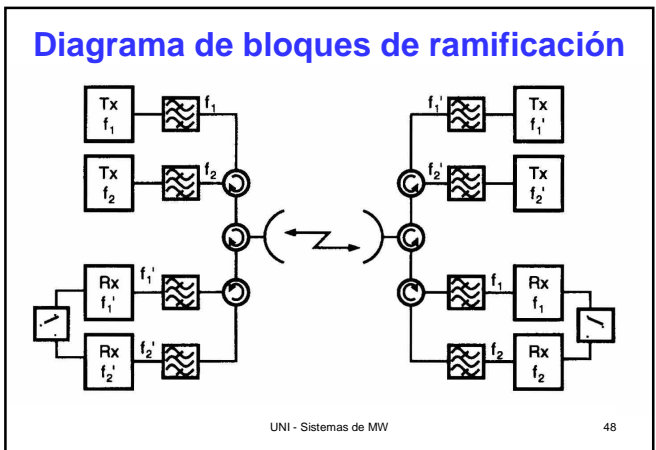
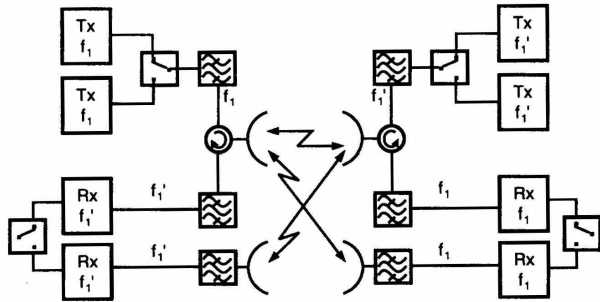
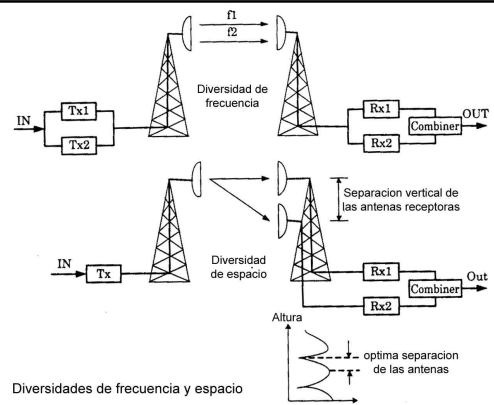


Diagrama de Bloques de ramificación SD



UNI - Sistemas de MW

49

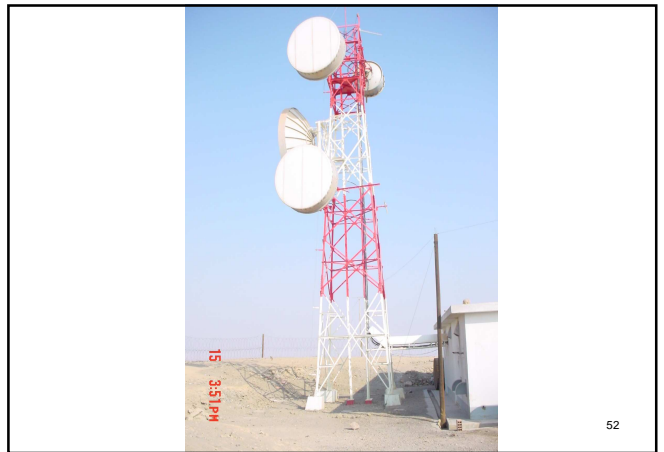


UNI - Sistemas de MW

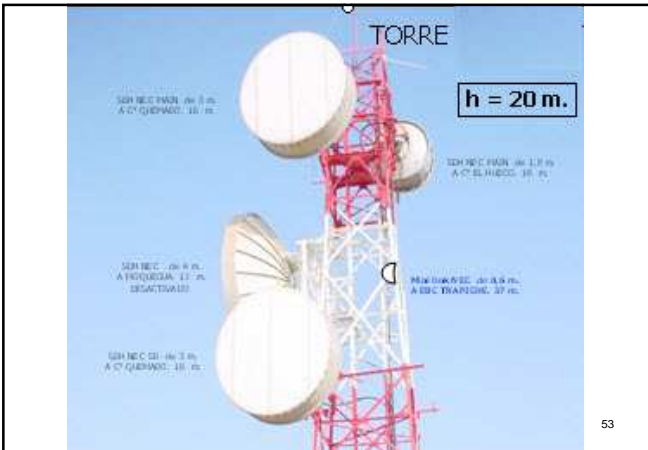
50



51



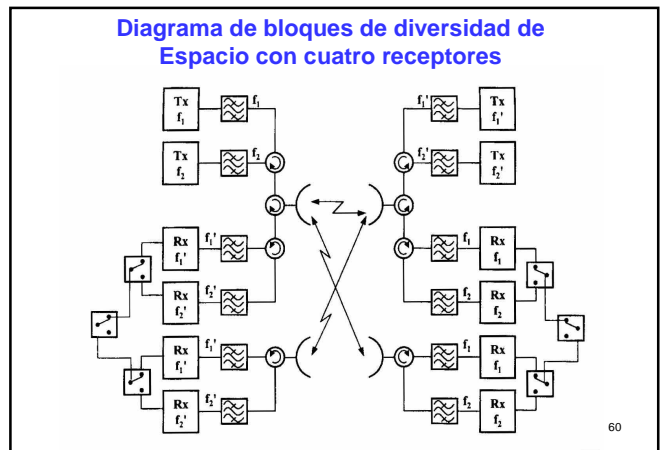
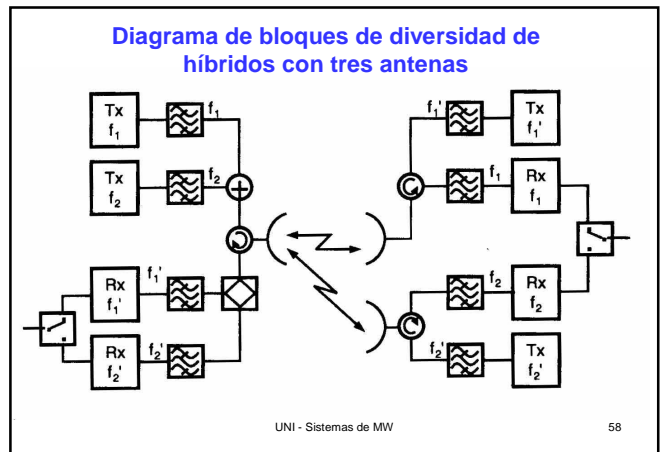
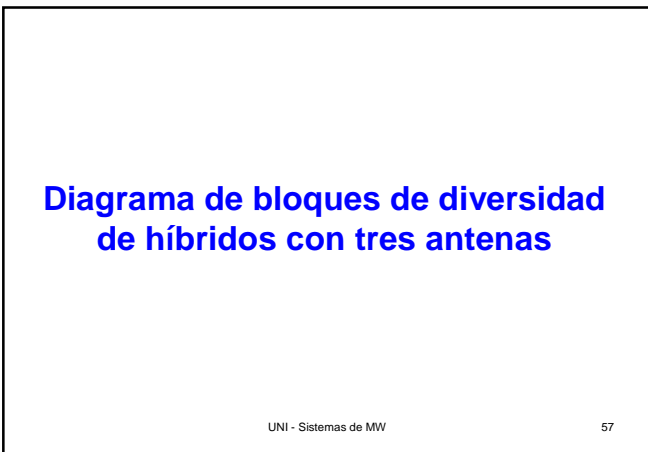
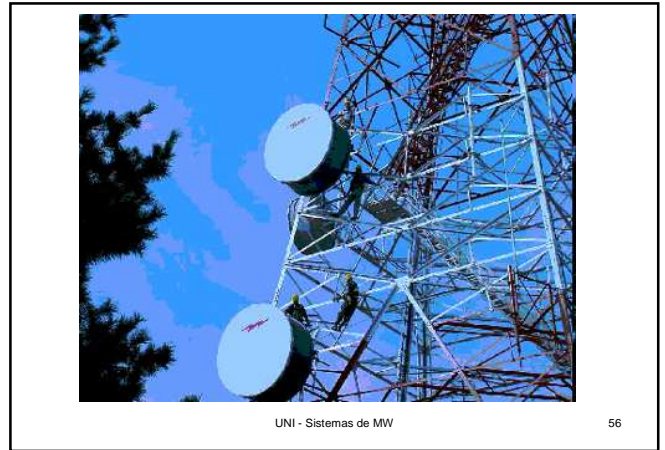
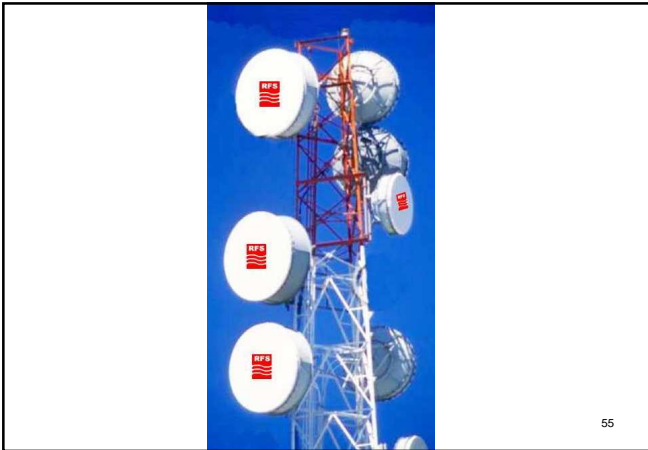
52

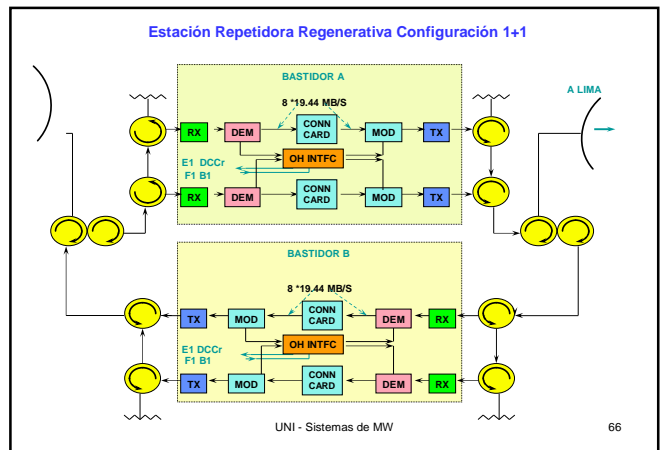
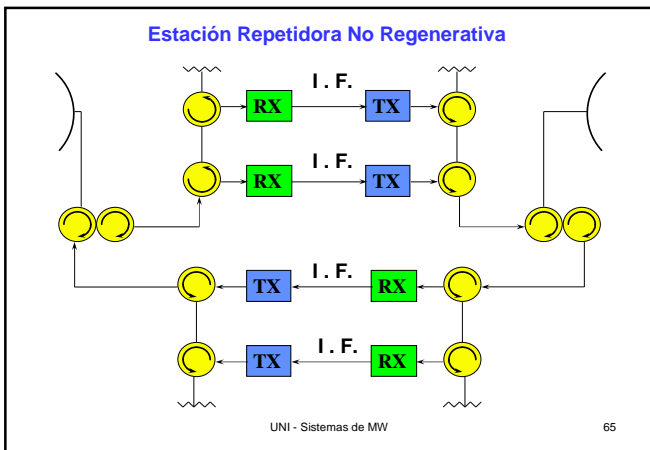
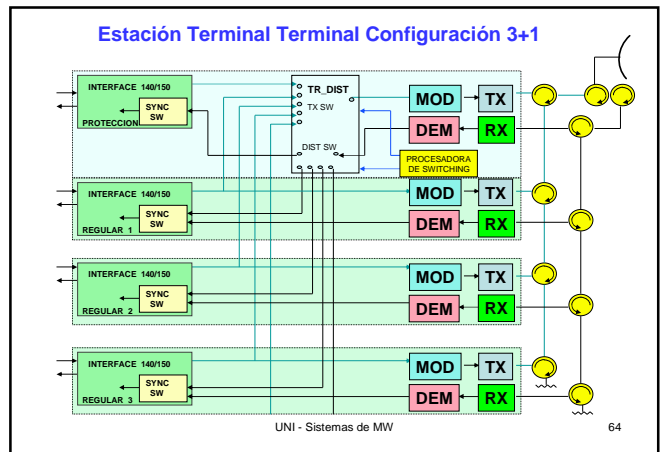
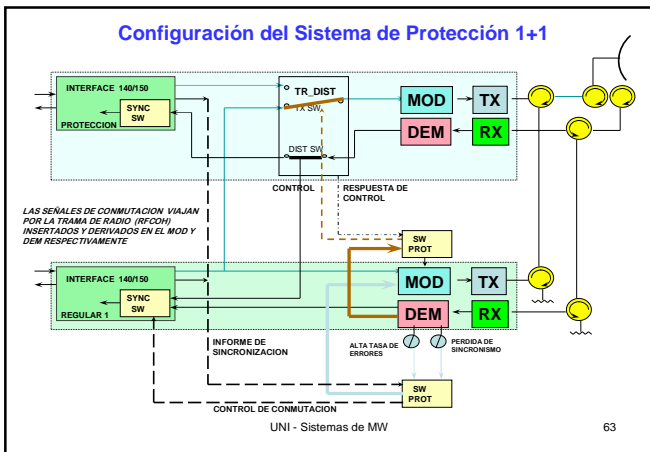
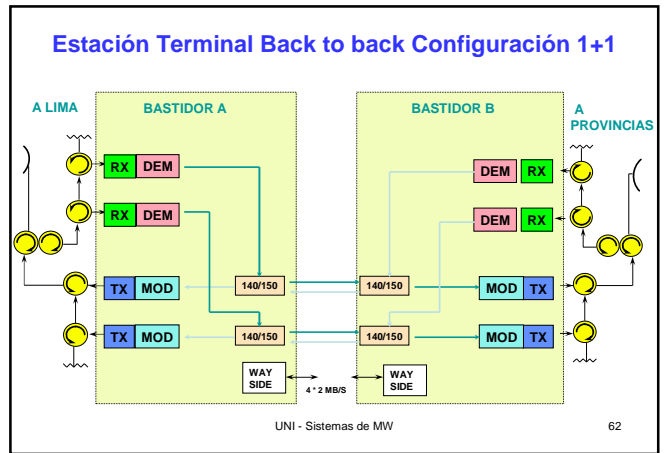
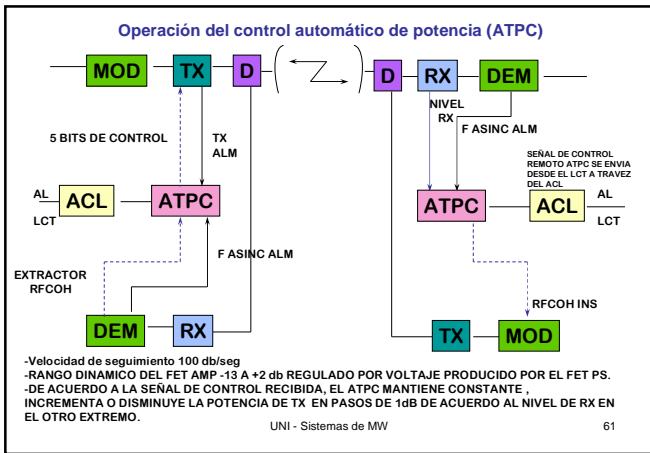


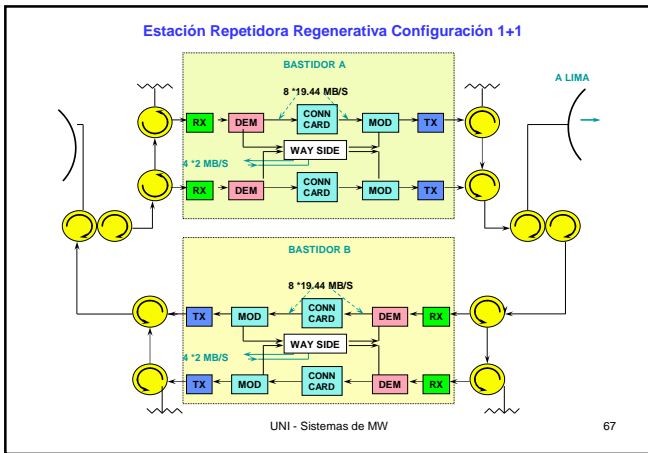
53



54



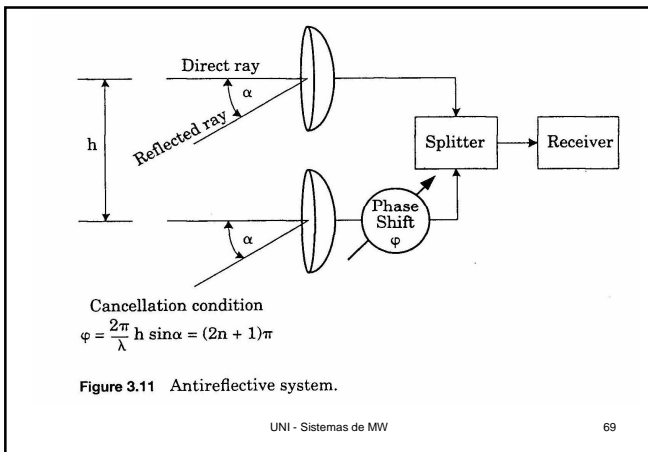




Sistemas antireflectivos

- Se refiere a la técnica de arreglos de antenas para reducir los efectos del desvanecimiento por multi-trayectos.
- Si dos antenas idénticas son usadas en la cual uno (o ambos) son sitios de recepción y transmisión, ellos pueden ser arreglados tal que el patrón de radiación resultante tenga un nulo en la dirección del punto de reflexión.
- Además, este arreglo de antenas da una ganancia extra de 3dB hacia los rayos directos.

UNI - Sistemas de MW 68



Limitaciones de sistema antireflectivo

- Cambios en el factor k cambiarán el ángulo entre el rayo directo y reflejado.
- Puede haber movimiento de la antena debido al viento.
- Los cambios de temperatura afectan la longitud de los alimentadores.
- no deben ser usados para valores bajos de α

UNI - Sistemas de MW 70

Sistema de Energía Eléctrica

- Rango de Voltaje de Entrada
- Consumo de Potencia
- Compatibilidad Electromagnética
- Certificación de los Equipos
- Sistema de tierra
- Sistema de energía de emergencia
- Sistema de protección eléctrica

UNI - Sistemas de MW 71

Muchas gracias por su atención

UNI FIEE
Lima Perú

UNI - Sistemas de MW 72