

## ***PROGRAMACIÓN DEL MÓDULO***

# **Mantenimiento de Equipos de Radiocomunicaciones**

## **Análisis del currículo**

Para la programación del módulo se ha tenido en cuenta los siguientes puntos del título y el currículo oficial con los que está relacionado:

### ***1. Competencia general***

La competencia general de este título consiste en mantener y reparar equipos y sistemas electrónicos, profesionales, industriales y de consumo, así como planificar y organizar los procesos de mantenimiento, aplicando los planes de prevención de riesgos laborales, medioambientales, criterios de calidad y la normativa vigente.

### ***2. Competencias profesionales***

- a) Configurar circuitos electrónicos, reconociendo su estructura en bloques.
- b) Calcular parámetros de circuitos electrónicos analógicos y digitales, identificando los valores de las etapas de entrada-salida y de acondicionamiento y tratamiento de señal.
- c) Verificar el funcionamiento de circuitos analógicos y de electrónica digital microprogramables, utilizando equipos de medida y sistemas software de análisis y configuración.
- d) Planificar el mantenimiento a partir de la normativa, las condiciones de la instalación y los equipos, según las recomendaciones de los fabricantes.
- e) Elaborar el presupuesto del mantenimiento, cotejando los aspectos técnicos y económicos, para ofrecer la mejor solución.
- f) Organizar y gestionar las intervenciones para el mantenimiento correctivo, de acuerdo con el nivel de servicio y optimizando los recursos humanos y materiales.
- g) Gestionar el suministro y almacenamiento de los materiales y equipos, definiendo la logística asociada y controlando las existencias.
- h) Desarrollar las intervenciones de mantenimiento, atendiendo a la documentación técnica y a las condiciones de los equipos o sistemas.
- i) Realizar el diagnóstico de las disfunciones o averías en los equipos o sistemas, a partir de los síntomas detectados, la información aportada por el usuario, la información técnica y el historial de la instalación.
- j) Supervisar y/o ejecutar los procesos de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, controlando los tiempos y la calidad de los resultados.
- k) Realizar la puesta en servicio de los equipos y sistemas electrónicos, asegurando su funcionamiento dentro de los parámetros técnicos de aceptación y asegurando las condiciones de calidad y seguridad.
- l) Elaborar la documentación técnica y administrativa para mantener un sistema documental de mantenimiento y reparación de equipos o sistemas electrónicos.
- m) Adaptarse a las nuevas situaciones laborales, manteniendo actualizados los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su entorno profesional, gestionando su formación y los recursos existentes en

el aprendizaje a lo largo de la vida y utilizando las tecnologías de la información y la comunicación.

n) Resolver situaciones, problemas o contingencias con iniciativa y autonomía en el ámbito de su competencia, con creatividad, innovación y espíritu de mejora en el trabajo personal y en el de los miembros del equipo.

ñ) Organizar y coordinar equipos de trabajo con responsabilidad, supervisando el desarrollo del mismo, manteniendo relaciones fluidas y asumiendo el liderazgo, así como aportando soluciones a los conflictos grupales que se presenten.

o) Comunicarse con sus iguales, superiores, clientes y personas bajo su responsabilidad, utilizando vías eficaces de comunicación, transmitiendo la información o conocimientos adecuados y respetando la autonomía y competencia de las personas que intervienen en el ámbito de su trabajo.

p) Generar entornos seguros en el desarrollo de su trabajo y el de su equipo, supervisando y aplicando los procedimientos de prevención de riesgos laborales y ambientales, de acuerdo con lo establecido por la normativa y los objetivos de la empresa.

q) Supervisar y aplicar procedimientos de gestión de calidad, de accesibilidad universal y de «diseño para todos», en las actividades profesionales incluidas en los procesos de producción o prestación de servicios.

r) Realizar la gestión básica para la creación y funcionamiento de una pequeña empresa y tener iniciativa en su actividad profesional con sentido de la responsabilidad social.

s) Ejercer sus derechos y cumplir con las obligaciones derivadas de su actividad profesional, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, participando activamente en la vida económica, social y cultural.

El módulo "Mantenimiento de Equipos de Radiocomunicaciones" está asociado a las unidades de competencia denominadas:

- **UC1824\_3: Mantener equipos de telecomunicación.**
- **UC1572\_3: Gestionar y supervisar los procesos de mantenimiento de estaciones base de telefonía.**
- **UC1574\_3: Gestionar y supervisar los procesos de mantenimiento de los sistemas de telecomunicación de red telefónica.**

### *3. Ámbito educativo*

#### **3.1 Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación**

##### ***1. Determina los bloques constructivos de los equipos de radiocomunicaciones, reconociendo sus módulos y componentes y midiendo parámetros.***

Criterios de evaluación:

- a) Se ha identificado la función de los módulos que componen los equipos de radiocomunicaciones (audiofrecuencia, osciladores y frecuencia intermedia, entre otros).
- b) Se han diferenciado las señales de modulación de amplitud y frecuencia de los equipos analógicos.
- c) Se han especificado las señales de transmisión digital.
- d) Se han medido los parámetros fundamentales de los equipos y módulos.
- e) Se han comparado las señales de entrada y salida de los módulos con las indicadas en el manual técnico.
- f) Se han relacionado las medidas obtenidas con las características de los módulos.

##### ***2. Verifica el funcionamiento de equipos de radiocomunicaciones, analizando su estructura interna y sus características.***

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las características técnicas de los equipos de radiocomunicaciones.
- b) Se han conectado módulos de equipos de radiodifusión de FM, AM y/o televisión (DVB-T y DVB-S).
- c) Se han conectado los equipos con los sistemas radiantes.
- d) Se ha configurado el modo de trabajo de los módulos de emisión (RX) y recepción (TX): dúplex y full-dúplex, entre otros.
- e) Se han identificado las señales de las redes de comunicaciones vía satélite y de posicionamiento global.
- f) Se han conectado los sistemas de control y mantenimiento remoto (GSM y FTP, entre otros).
- g) Se han verificado las señales de los equipos de comunicación terrestre y vía satélite.

##### ***3. Optimiza el funcionamiento de equipos y sistemas, ajustando elementos y reconfigurando sistemas.***

Criterios de evaluación:

- a) Se ha actualizado el hardware de los equipos de radiocomunicaciones (GPS, decodificadores DTMF, salidas de relé e interface de control remoto, entre otros).
- b) Se ha realizado la carga del software de forma local y remota, por cable (FTP) e inalámbrica (radio y GSM).
- c) Se han reconfigurado los parámetros de los elementos actualizados.
- d) Se ha comprobado el funcionamiento del equipo y sistema con las nuevas utilidades y aplicaciones.
- e) Se han ajustado los elementos para la optimización de los distintos bloques del equipo.
- f) Se ha verificado que el equipo actualizado cumple la normativa (emisiones radioeléctricas y

compatibilidad electromagnética, entre otras).

- g) Se ha documentado la intervención.

#### ***4. Previene disfunciones en equipos y módulos en sistemas de radiocomunicaciones, midiendo elementos y reconociendo valores de aceptación.***

Criterios de evaluación:

- a) Se ha comprobado la interconexión de equipos e interfaces de línea en estaciones base, de radiodifusión y radioenlaces.
- b) Se han medido los rangos de frecuencia de trabajo, el valor de desviación máxima y la emisión de espurias en equipos móviles, repetidores y estaciones base, entre otros.
- c) Se ha contrastado el valor de la potencia reflejada (ROE) en antena y en la línea de transmisión.
- d) Se ha medido la potencia de salida en ciclo continuo (RMS), los niveles de señal en el entorno (medidas de campo) y el consumo.
- e) Se ha verificado la transmisión y recepción en distintos modos de trabajo.
- f) Se ha aplicado la normativa y las medidas de seguridad en la realización de las operaciones de mantenimiento.
- g) Se ha documentado la intervención realizada.

#### ***5 Detecta averías en equipos y sistemas, utilizando técnicas de diagnóstico y localización.***

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los síntomas (disminución de potencia, ausencia de modulación, alarmas e interferencias, entre otras).
- b) Se ha medido la alimentación, potencia de salida, espectro de emisión y distorsión armónica, entre otros.
- c) Se han visualizado las señales en cada bloque funcional (modulaciones, frecuencias de oscilación y señales de alta y baja frecuencia, entre otras).
- d) Se han utilizado las herramientas software y hardware de diagnóstico y monitorización.
- e) Se ha determinado la avería o disfunción según los resultados obtenidos de las medidas y el autotest.
- f) Se han cumplido las medidas de protección radioeléctrica y electrostática, entre otras.
- g) Se ha documentado la intervención con su valoración económica.

#### ***6 Restablece el funcionamiento de equipos de radiocomunicaciones, reparando disfunciones y averías.***

Criterios de evaluación:

- a) Se ha planificado la secuencia de montaje y desmontaje de elementos y componentes.
- b) Se ha verificado la compatibilidad del componente o módulo que hay que sustituir.
- c) Se han ajustado los módulos sustituidos (RF, mezclador, frecuencia intermedia y PLL, entre otros).
- d) Se han verificado los parámetros de funcionamiento: potencia de transmisión (TX), desviación de frecuencia, sensibilidad de entrada (RX) y calidad de la señal, entre otros.

- e) Se han utilizado herramientas software de verificación de los parámetros del equipo (testing).
- f) Se ha integrado el equipo en el sistema al que pertenece.
- g) Se ha documentado la intervención.

### **3.2 Contenidos básicos**

#### ***1. DETERMINACIÓN DE LOS BLOQUES CONSTRUCTIVOS DE LOS EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIONES***

##### *Procedimentales*

- Medición de señales, parámetros, valores y magnitudes fundamentales de los equipos y módulos. Análisis e interpretación de resultados.
- Manejo de manuales de servicio
- Comparación de las señales de entrada y salida de los módulos con las indicadas en el manual técnico.

##### *Conceptuales*

- Bloques de equipos de radiocomunicaciones. Módulos de entrada de audiofrecuencia y radiofrecuencia. Amplificadores de frecuencia intermedia. Otros. Rango de frecuencias audibles por el oído humano.
- Radiofrecuencia de las señales de comunicación. Mezcladores de frecuencias, oscilador local, amplificadores de frecuencia intermedia, control automático de frecuencia y ganancia entre otros.
- Modulación de amplitud. Banda base. Modulación de frecuencia.
- Modulación de fase. Banda lateral única BLU-SSB, doble banda lateral, espectro de radiofrecuencia
- Señales moduladas digitalmente. Modulación por amplitud de pulso (ASK), frecuencia (FSK), fase (PSK). Otras. Conversión A/D, D/A. Codificación de adaptación al medio.
- Equipos y técnicas de medida de módulos de radiocomunicaciones. Visualización de señales. Herramientas de autodiagnóstico.
- Características de los módulos de radiofrecuencia. Moduladores y demoduladores. Amplificadores de radiofrecuencia. Filtros. Adaptación de impedancias. Otros.

##### *Actitudinales*

- Toma de conciencia de la importancia de medir correctamente los distintos parámetros de los equipos.
- Rigor en la aplicación de las normas de seguridad, tanto personal como para con los equipos.

#### ***2. VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIONES***

##### *Procedimentales*

- Identificación de las características técnicas de los equipos de radiocomunicaciones.
- Interpretación de esquemas.
- Conexión de los módulos de equipos de radiodifusión de FM, AM y/o televisión (DVB-T y DVB-

S).

- Conexión de los equipos con los sistemas radiantes.
- Configuración del modo de trabajo de los módulos de emisión (RX) y recepción (TX): dúplex y full-dúplex, entre otros.
- Conexión de los sistemas de control y mantenimiento remoto (GSM, FTP, entre otros).

#### *Conceptuales*

- Estructura de los sistemas de radiocomunicaciones. Composición. Ondas electromagnéticas. Propagación (reflexión y difracción, refracción y dispersión).
- Equipos de radiocomunicaciones. Tipología. Documentación de equipos de radiocomunicaciones analógicos y digitales. Manuales de servicio. Simbología normalizada.
- Equipos de radiodifusión AM, FM y TV. Módulos PLL. Excitadores (decodificadores, moduladores, otros). Estándar DVB-T y DVB-S (difusión de vídeo digital terrestre y vía satélite).
- Antenas y sistemas radiantes. Tipos, características y aplicaciones.
- Accesorios. Cables. Conectores.
- Comunicaciones terrestres de corto alcance (microfonía e intercomunicación inalámbrica) y largo alcance. Equipos analógicos (banda ancha, espectro expandido, entre otros) y digitales. Radares (radar primario y secundario; características físicas y técnicas de los sistemas de radiocomunicaciones).
- Radionavegación. Servicios específicos: sistemas de aterrizaje por instrumentos (ILS), radiofaros omnidireccionales en VHF (VOR), equipos radiotelemétricos (DME), y otros. Microondas: cavidades resonantes, tubos de ondas progresivas, amplificadores de RF klystrom. Modos de trabajo: dúplex, semi-dúplex, full-dúplex, y otros.
- Comunicaciones vía satélite. Equipos. Interconexión. Aplicaciones, formas de trabajo y mantenimiento. Cables y conectores. Posicionamiento global. Constelaciones de satélites. Coberturas. Medida de parámetros. Control remoto e interconexión redundante. Interfaces de acceso remoto.
- Herramientas software de seguimiento. Software de visualización de señales. Equipos. Interpretación de parámetros. Protocolo NMEA.

#### *Actitudinales*

- Rigor en la aplicación de las normas de seguridad, tanto personal como para con los equipos.
- Atención al uso adecuado de cada herramienta e instrumento durante la verificación y puesta en marcha de los equipos.

### **3. OPTIMIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIONES**

#### *Procedimentales*

- Actualización del hardware de los equipos de radiocomunicaciones. GPS, decodificadores DTMF, salidas de relé, interface de control remoto, entre otros.
- Comprobación del funcionamiento del equipo y sistema con las nuevas utilidades y aplicaciones.
- Ajuste de los elementos para la optimización de los distintos bloques del equipo.

- Elaboración de la documentación de la intervención.

#### *Conceptuales*

- Ampliación de equipos. Posibilidades y necesidades de la ampliación. Comprobación de la compatibilidad de los elementos hardware. Módulos de control remoto. Mantenimiento predictivo.
- Técnicas de carga de software y firmware, local y remota. Enlaces por medios guiados (línea telefónica, TCP/IP, FTP...). Enlaces no guiados. Radio analógica y digital, GSM, vía satélite. Otros.
- Herramientas de ajuste y reconfiguración mediante accesos remotos y locales. Equipos de telecontrol. Comandos AT. Módem del sistema Automático de Información de Posición (APRS). Procedimientos específicos de ajuste y reconfiguración en equipos analógicos y digitales. Emisores. Receptores. Reemisores. Radioenlaces. Otros.
- Técnicas de verificación de funcionalidades. Interacción con el sistema.
- Optimización e integración de funcionalidades.
- Normativa de prevención en la verificación de la funcionalidad. Niveles de radiación. Niveles de radiación. Compatibilidad electromagnética. Potencias máximas. Otras.
- Documentación del plan de calidad. Informes. Medidas. Herramientas software de elaboración de documentación. Histórico de software. Versiones. Mejoras del plan de mantenimiento predictivo. Aportaciones a la funcionalidad.

#### *Actitudinales*

- Rigor en la aplicación de las normas de seguridad, tanto personal como para con los equipos.
- Aprecio por la correcta optimización y configuración de los equipos.

### **4. PREVENCIÓN DE DISFUNCIONES EN EQUIPOS Y MÓDULOS**

#### *Procedimentales*

- Comprobación de la interconexión de equipos e interfaces de línea en estaciones base, de radiodifusión y radioenlaces.
- Medición de los rangos de frecuencia de trabajo, valor de desviación máxima y emisión de espurias (en equipos móviles, repetidores y estaciones base, entre otros).
- Medición de la potencia de salida en ciclo continuo (RMS), niveles de señal en el entorno (medidas de campo) y consumo.
- Verificación de la transmisión y recepción en distintos modos de trabajo.
- Elaboración de la documentación de la intervención realizada.

#### *Conceptuales*

- Conexión de equipos de estaciones base, de radiodifusión y de repetidores. Accesorios (antenas, líneas y conectores). Interfaces. Características estructurales y funcionales de los equipos de radio analógica, digital y vía satélite. Estaciones base. Repetidores (fijos y transportables). Radares (transpondedores, interrogadores, y otros).
- Medición de parámetros de radiofrecuencia. Magnitudes. Accesorios. Cargas ficticias. Métodos de contraste de medidas. Tablas. Programas de comparación y análisis de desviaciones. Particularidades

de aplicación de equipos de medida de parámetros de radiocomunicaciones.

- Valores de potencia reflejada (ROE) en antena y en la línea de transmisión. Técnicas de contraste de valores.
- Técnicas de medida de frecuencias de trabajo, potencia, armónicos, entre otros. Herramientas de autotest. Generadores sintetizados de RF. Cargas y accesorios.
- Transmisión y recepción en distintos modos de trabajo. Comunicación semidúplex y dúplex. Otras. Técnicas de verificación de transmisión y recepción.
- Técnicas de mantenimiento preventivo ante averías y disfunciones. Ajustes. Cables, conectores y accesorios.
- Documentación del plan de calidad. Informes. Parte de Preventivo. Formularios de pedido. Mejoras del plan de mantenimiento. Herramientas software de elaboración de documentación. Actualización de esquemas.

#### *Actitudinales*

- Toma de conciencia hacia la importancia de una correcta documentación en la prevención de disfunciones en el equipo.

### **5. DETECCIÓN DE AVERÍAS EN EQUIPOS Y SISTEMAS**

#### *Procedimentales*

- Identificación de los síntomas (disminución de potencia, ausencia de modulación, alarmas, interferencias, entre otras).
- Medición de la alimentación, potencia de salida, espectro de emisión, distorsión armónica, entre otros.
- Visualización de las señales en cada bloque funcional (modulaciones, frecuencias de oscilación, señales de alta y baja frecuencia, entre otras).
- Utilización de las herramientas software y hardware de diagnóstico y monitorización.
- Elaboración de la documentación de la intervención con su valoración económica.

#### *Conceptuales*

- Asociación y contraste de síntomas de averías en equipos de radiocomunicaciones (disminución de potencia, ausencia de modulación, alarmas, interferencias, entre otras).
- Métodos de comprobación de averías en equipos de radiocomunicaciones analógicos y digitales (sistemas de alimentación, potencia de salida, espectro de emisión, distorsión armónica, entre otros. Análisis de órdenes de trabajo. Manuales de servicio. Sistemas de alimentación. Simuladores).
- Métodos de medida en equipo de radiocomunicaciones celulares, de alta frecuencia y digitales entre otros. Analizadores de espectro, medidores de potencia, analizadores analógicos y digitales. Analizadores de comunicaciones. Procedimientos de actuación y contraste en las medidas de diagnóstico. Herramientas y elementos específicos. Herramientas software. Accesorios.
- Herramientas software y hardware de diagnóstico. Software de visualización. Software de análisis. Medidas y parámetros.

- Averías típicas en equipos de radiodifusión, repetidores, equipos de estaciones base del estándar Tetra, radioenlaces, voz y datos, telemetría, radares, entre otros. Análisis de los módulos de entrada, audio, vídeo, datos, interfaces radio y salida, entre otros. Averías en equipos de medida de radiofrecuencia. Analizadores. Otros. Ajustes.
- Protección frente a descargas electrostáticas (medidas de protección radioeléctrica). Equipos y medios. Técnicas y formas de actuación en el diagnóstico de averías.
- Herramientas software de elaboración de documentación. Informes.

#### *Actitudinales*

- Atención a los distintos métodos de medición y adquisición de parámetros que facilitan una correcta detección de averías.

### **6. RESTITUCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIONES**

#### *Procedimentales*

- Planificación de la secuencia de montaje y desmontaje de elementos y componentes.
- Verificación de la compatibilidad del componente o módulo a sustituir.
- Ajuste de los módulos sustituidos (RF, mezclador, frecuencia intermedia, PLL, entre otros).
- Verificación de los parámetros de funcionamiento: potencia de transmisión (TX), desviación de frecuencia, sensibilidad de entrada (RX), calidad de la señal, entre otros.
- Utilización de herramientas software de verificación de los parámetros del equipo (testing).
- Integración del equipo en el sistema al que pertenece.
- Elaboración de la documentación de la intervención con su valoración económica.

#### *Conceptuales*

- Secuencias de montaje de componentes electrónicos en equipos de radiocomunicaciones. Herramientas específicas de calibración. Sujeción, conexión y soldadura. Conectores. Elementos periféricos. Accesorios y elementos auxiliares.
- Sustitución de elementos y módulos. Características físicas y técnicas (manuales de servicio y compatibilidades) Recintos de comprobación de equipos. Protección contra interferencias. Cámaras semianecoicas.
- Medidores de señales analógicas y digitales (Analog and Digital Radio Test Set). Monitores y visualizadores de señal. Medidores de potencia (Analizadores ROE). Ajustes de calibración Radares. (Métodos de ajuste en equipos de RF, analógicos PMR y digitales. Radares. Transponedores. Equipos de radionavegación y de posicionamiento global). Equipos de radiodifusión terrestre y vía satélite. Equipos de telefonía GSM/UMTS y de datos. Equipos celulares privados de estándar Tetra (repetidores y radioenlaces. manuales de servicio). Módulos y etapas. Controlador local, equipos máster y unidades de RF.
- Ajustes en módulos de entrada, PLL, tratamiento de señal y salida, entre otros. Herramientas software de ajuste local y remoto.
- Estándares de señalización: CTCSS, DCS, DTMF. Otros. Pruebas funcionales de equipos de RF.

Módulos de entrada. Etapas de radiofrecuencia. Módulos de seccafonía. Etapas de salida.

- Integración del equipo en el sistema. Método de comprobación del sistema (monitorización remota de señales de autotest). Métodos de contraste de especificaciones técnicas. Equipos de medida y herramienta de verificación. Utilización e interpretación de señales y parámetros.
- Elaboración de la documentación de la intervención. Documentación del plan de calidad. Informe parámetros y medidas de puesta en marcha. Pruebas de aceptación. software para la elaboración de documentación.
- Secuencias de montaje de componentes electrónicos en equipos de radiocomunicaciones. Herramientas específicas de calibración. Sujeción, conexionado y soldadura. Conectores. Elementos periféricos. Accesorios y elementos auxiliares.

#### *Actitudinales*

- Respeto por el plan establecido para el montaje.
- Rigor al documentar los trabajos realizados mediante los informes necesarios.

### *Conclusiones sobre el análisis del currículo y adaptación de este a la realidad del centro*

Una vez analizados todos los elementos curriculares relacionados con el, se observa que los materiales necesarios para impartir estos contenidos de una forma correcta serían como mínimo:

- Equipos de control remoto GSM/UMTS, TCP/IP.
- Equipos de medida de líneas de transmisión de fibra óptica.
- Equipos de medidas para líneas de transmisión de medios guiados.
- Programas de captura y monitorización de tramas(Sniffer).
- Equipos de medición y control digitales.
- Equipos de prueba para interfaz radio.
- Equipos de prueba para interfaz radio.
- Equipos de radiocomunicaciones de redes fijas y móviles.
- Equipos receptores de radiodifusión y televisión.
- Medidor de campo
- Software y hardware de diagnóstico y monitorización.
- Software de visualización y análisis de señal.
- Osciloscopios de RF
- Equipos generadores de señal.
- Frecuencímetro.
- Generador de AF y RF
- Fuentes de alimentación.

Al no disponer de gran cantidad de estos equipamientos, es imposible impartir los contenidos tal como están expresados en el currículo, por ello se ha realizado una adaptación del currículo que consiste en:

- Una buena parte de los contenidos se darán utilizando como soporte hardware de SDR del que se dispone y herramientas auxiliares de software (GNU-Radio, NI-Labview, etc.) para poder trabajar con los equipos SDR.
- Otra parte de los contenidos se darán utilizando como soporte semi-práctica la simulación por ordenador con las herramientas software de que se dispone actualmente (NI-Multisim, Proteus, etc) o bien que se puedan adquirir según permita el presupuesto.
- El desarrollo de los contenidos se se hará organizado en torno a pequeños proyectos o prácticas en los que se utilizaran microcontroladores y periféricos de radiofrecuencia (Wifi, bluetooth, etc.) y su programación como medio de soporte para trabajar todos los demás contenidos hasta donde sea posible.
- Los contenidos que, al no tener equipos adecuados, y aún habiendo hecho las adaptaciones anteriores no se puedan cubrir con ellas de forma práctica, se eliminarán o se verán de forma exclusivamente teórica, en función del desarrollo del curso.

## Selección y secuenciación de las unidades de trabajo

Se han distribuido los contenidos en una serie de *unidades de trabajo*. Una unidad de trabajo, de forma general, engloba contenidos teóricos y prácticos y supone la realización de actividades teóricas, como explicación de contenidos y prácticas, como la realización de una práctica. Sin embargo, al estar aún en proceso de implantación del ciclo y en medio de cambios y pruebas, ya que de lo que se ha experimentado durante los dos últimos cursos, la evaluación nos dice que hay cosas que han funcionado y otras que no, se va a agrupar prácticas en distintas formas, realizando en algunos casos una sola actividad práctica asociada a dos unidades de trabajo y en otros teniendo actividades prácticas intermodulares, según se detalla a continuación

La relación de unidades de trabajo queda estructurada como sigue:

### **1ª evaluación**

1. Introducción a los sistemas de comunicación (2 semanas)
2. Conceptos de radiocomunicación (2 semanas)
3. Introducción a GNU-Radio ( 1 semana)
4. Dominios del tiempo y la frecuencia y conversión A/D (2 semanas)
5. Modulación AM (3 semanas)

### **2ª evaluación**

6. Modulación angular: FM y PM (1 semana)
7. Introducción a Labview ( 1 semana)
8. Modulación digital (1 semana)
9. Codificación (2 semanas)
10. Circuitos para comunicaciones (2 semanas)
11. Antenas (2 semanas)

### **3ª evaluación**

12. Redes inalámbricas (2,5 semanas)
13. Sistemas de comunicaciones móviles (2,5 semanas)
14. Sistemas de comunicación por satélite (2,5 semanas)
15. Sistemas de radiodifusión digital (2,5 semanas)

## Desarrollo de las unidades de trabajo

### ***U.T. N° 1. Introducción a los sistemas de comunicación***

#### *Objetivos*

- **Conocer los conceptos básicos sobre comunicaciones y sistemas de comunicación**
- Empezar a manejar NI-Multisim para la simulación de sistemas electrónicos de comunicaciones

#### *Contenidos*

- **Elementos de un sistema de comunicaciones**
- **Bandas de frecuencia**
- **Unidades lineales y logarítmicas**
- **Perturbaciones en las comunicaciones: ruido, distorsión, etc.**
- **Adaptación de impedancias. Impedancia característica.**
- **Reflexión. Ondas estacionarias. ROE.**
- **Resonancia serie y paralelo.**
- Medios de transmisión guiados: cables de pares, coaxial, guías de ondas, fibra óptica.

#### *Actividades*

- **Explicación de los conceptos teóricos sobre comunicaciones y sistemas de telecomunicación**
- Simulación mediante NI-Multisim de determinados circuitos

#### *Criterios de evaluación*

- **Reconocer los distintos tipos de sistemas de comunicación**
- **Conocer y describir los distintos elementos de un sistema de comunicación**
- **Manejar con precisión unidades lineales y logarítmicas (dB)**
- **Conocer y calcular los distintos parámetros de un sistema de comunicación (longitud de onda, frecuencia, etc.)**

## ***U.T. N° 2. Conceptos de radiocomunicación***

### *Objetivos*

- **Conocer los conceptos básicos sobre radiocomunicaciones**
- Empezar a manejar GNU-Radio como paso previo a la utilización en sistemas de radiocomunicaciones

### *Contenidos*

- **Ondas electromagnéticas. Concepto de onda. Parámetros. Propagación de las ondas.**
- **Campo cercano y campo lejano. Potencia y campo de las ondas electromagnéticas.**
- **Superposición de ondas en el tiempo y el espacio.**
- **Velocidad y efecto doppler.**
- **Propagación de ondas de radio: reflexión. Ondas guiadas. Ondas de superficie. Ondas ionosféricas. Ondas espaciales.**
- **Ruido. Factor de ruido. Figura de ruido.**

### *Actividades*

- **Explicación de los conceptos teóricos sobre radiocomunicaciones**
- Simulación mediante NI-Multisim de determinados circuitos.
- Utilización de GNU-Radio Companion con algunos circuitos de ejemplo para la introducción al manejo del sistema y sus bloques

### *Criterios de evaluación*

- **Reconocer y describir los distintos parámetros de las ondas electromagnéticas**
- **Manejar los conceptos de factor de ruido y figura de ruido para calcular correctamente el ruido acumulado en un sistema.**
- **Distinguir los conceptos de señal en el tiempo y en la frecuencia (espectro)**
- En un caso práctico de simulación de sistemas con multisim :
  - Capturar correctamente el circuito.
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.
- En un caso práctico de simulación de sistemas con GNU-Radio Companion :
  - Capturar correctamente el circuito.
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.

## ***U.T. N° 3. Introducción a GNU-Radio***

### *Objetivos*

- Conocer el entorno Live GNU-Radio
- Manejar GNU-Radio para capturar diagramas de bloques de circuitos de radio definidos por software (SDR)
- **Utilizar correctamente los instrumentos virtuales integrados en GNU-Radio**

### *Contenidos*

- Conceptos de SDR
- GNU Radio y GNU-Radio companion
- Bloques en GNU-Radio companion
- **Instrumentos virtuales**

#### *Actividades*

- Explicación de los conceptos sobre SDR, GNU Radio y GNU-Radio Companion
- **Realización de una práctica guiada utilizando elementos de audio**

#### *Criterios de evaluación*

- **En un caso práctico de utilización de GNU-Radio Companion:**
  - **Capturar el diagrama de bloques de forma correcta.**
  - **Colocar los instrumentos virtuales en los puntos correctos del circuito para medir las señales de interés**
  - **Interpretar correctamente las señales medidas.**

### ***U.T. N° 4. Dominios del tiempo y la frecuencia y conversión A/D***

#### *Objetivos*

- **Saber interpretar la representación de las señales en el dominio del tiempo y en el de la frecuencia y la relación entre ambos.**
- **Conocer el proceso de conversión A/D y D/A y sus características.**
- **Conocer las características y diferencias de señales continuas y señales discretas en el tiempo**
- Entender los conceptos de Transformada de Fourier, Transformada Discreta de Fourier, Convolución
- Utilizar dispositivos de conversión A/D y D/A
- **Manejar el osciloscopio y el analizador de espectro para visualizar señales**

#### *Contenidos*

- **Representación de señales en el tiempo y frecuencia. Transformada de Fourier de señales continuas.**
- **Respuesta de un sistema. Convolución.**
- Conversión A/D y D/A. Muestreo. Cuantificación. Codificación. Errores en el proceso. Reconstrucción de señales. Códigos.
- Representación de señales discretas. Periodicidad. Transformada Discreta de Fourier. Transformada Rápida de Fourier.
- **Instrumentación: osciloscopio y analizador de espectro. Manejo. Controles. etc.**

#### *Actividades*

- **Explicación de los conceptos relativos a la representación de señales en el dominio del tiempo y la frecuencia.**
- Explicación de los conceptos relativos a conversión A/D y D/A y la representación digital de señales.
- Realización de ejemplos de representación en el tiempo y la frecuencia con GNU-Radio

- **Comprobación mediante ejemplos con GNU-Radio de la respuesta en tiempo (convolución) y frecuencia (Transformada de Fourier) de un sistema.**
- Realización de ejercicios prácticos de conversión A/D y D/A con microcontroladores PICAXE en distintos casos: termómetro, sonido, etc.

#### *Criterios de evaluación*

- **Distinguir los conceptos de señal en el tiempo y en la frecuencia (espectro).**
- **Distinguir y explicar correctamente las diferencias entre las señales continuas y discretas.**
- **Distinguir y explicar correctamente las diferencias entre los espectro de las señales continuas y discretas.**
- Explicar correctamente el proceso de conversión A/D
- **En un caso práctico de análisis de un sistema con GNU-Radio Companion:**
  - **Capturar el diagrama de bloques de forma correcta.**
  - **Colocar los instrumentos virtuales en los puntos correctos del circuito para medir las señales de interés**
  - **Interpretar correctamente las señales medidas.**
- En un caso práctico de realización de un sistema de conversión A/D con micro:
  - Capturar el diagrama de bloques de forma correcta.
  - Colocar los instrumentos virtuales en los puntos correctos del circuito para medir las señales de interés
  - Interpretar correctamente las señales medidas.

### ***U.T. N° 5. Modulación de AM***

#### *Objetivos*

- **Conocer los conceptos básicos sobre modulación, modulación lineal y modulación en amplitud**
- **Distinguir el espectro en frecuencia de los distintos tipos de señales de AM**
- **Realizar medidas de señales de AM con el osciloscopio y el analizador de espectro**
- **Conocer distintos tipos de circuitos de transmisión y recepción en AM**

#### *Contenidos*

- **Concepto de modulación y necesidad de modulación.**
- **Banda base y modulación AM**
- **Amplificadores de RF**
- **Moduladores y demoduladores**
- **Receptor superheterodino**
- Filtros.
- Circuitos transmisores y receptores

### *Actividades*

- Explicación de los conceptos relativos a la modulación de AM
- Explicación de los conceptos relativos a Amplificadores de RF, filtros y otros circuitos usados en transmisores y receptores de AM
- Análisis de circuitos de AM

### *Criterios de evaluación*

- Describir los distintos tipos de circuitos que pueden estar presentes en un transmisor o receptor de AM
- En un circuito dado de un transmisor o receptor de AM, distinguir los distintos tipos de circuitos que lo forma, su tipo y cómo evolucionan las señales al pasar por las distintas partes del circuito.
- Distinguir los distintos tipos de señales y sus espectros de frecuencia.
- En un caso práctico de simulación de sistemas con multisim :
  - Capturar correctamente el circuito.
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.
- En un caso práctico de simulación de sistemas con GNU-Radio Companion :
  - Capturar correctamente el circuito.
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.
- En un caso práctico de montaje de un circuito de radio
  - Elegir correctamente los componentes para montar el circuito.
  - Realizar de forma correcta la conexión del circuito.
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos disponibles en el laboratorio.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.
  - Diagnosticar y reparar los problemas que aparezcan.

## ***U.T. N° 6. Modulación angular: FM y PM***

### *Objetivos*

- Conocer los conceptos básicos sobre modulación angular
- Distinguir el espectro en frecuencia de los distintos tipos de señales de FM y PM
- Realizar medidas de señales de FM y PM con el osciloscopio y el analizador de espectro
- Conocer distintos tipos de circuitos de transmisión y recepción en FM y PM

### *Contenidos*

- Concepto de modulación por ángulo
- Generación de FM directa e indirecta.
- Moduladores y demoduladores de FM y PM
- Radiodifusión comercial

### *Actividades*

- **Explicación de los conceptos relativos a la modulación de FM y PM**
- Explicación de los conceptos relativos a VCO y otros circuitos usados en transmisores y receptores de FM y PM
- Análisis de circuitos de FM y PM

### *Criterios de evaluación*

- **Describir los distintos tipos de circuitos que pueden estar presentes en un transmisor o receptor de FM o PM**
- **En un circuito dado de un transmisor o receptor de FM o PM, distinguir los distintos tipos de circuitos que lo forma, su tipo y cómo evolucionan las señales al pasar por las distintas partes del circuito.**
- **Distinguir los distintos tipos de señales y sus espectros de frecuencia.**
- **En un caso práctico de simulación de sistemas con multisim :**
  - **Capturar correctamente el circuito.**
  - **Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.**
  - **Interpretar correctamente las medidas realizadas.**
- **En un caso práctico de simulación de sistemas con GNU-Radio Companion :**
  - **Capturar correctamente el circuito.**
  - **Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.**
  - **Interpretar correctamente las medidas realizadas.**
- **En un caso práctico de montaje de un circuito de radio**
  - Elegir correctamente los componentes para montar el circuito.
  - Realizar de forma correcta la conexión del circuito.
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos disponibles en el laboratorio.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.
  - Diagnosticar y reparar los problemas que aparezcan.

## ***U.T. N° 7. Introducción a Labview***

### *Objetivos*

- Conocer los conceptos básicos sobre labview.
- Conocer la estructura típica de un programa en labview
- Poder realizar pequeños programas en labview para su uso con sistemas SDR

### *Contenidos*

- El entorno labview. Proyectos y explorador de proyectos, panel frontal y diagrama de bloques.
- Controles e indicadores, terminales, funciones y nodos. Cableado.
- Tipos de datos. Flujo de datos.
- Creación de VIs simples.
- Estructuras de control: bucles while, for, estructuras case.
- Depuración de VIs.

### *Actividades*

- Explicación de los conceptos relativos a labview y su programación
- Realización de pequeños ejercicios de prueba sin conexión a hardware
- Realización de un ejercicio sencillo utilizando un USRP

#### *Criterios de evaluación*

- En un caso práctico de realización de una aplicación sencilla con labview
  - Realizar correctamente el proyecto para la aplicación
  - Realizar el panel frontal en el que se distingan de forma clara y ordenada los controles
  - Realizar el diagrama de bloques de forma clara y ordenada
  - Utilizar en el diagrama de bloques lo elementos necesarios de forma que el sistema funcione según se especificó.
  - Depurar el circuito comprobando su funcionamiento, y descubriendo y subsanando los errores en caso de que los hubiera.

### ***U.T. N° 8. Modulación digital***

#### *Objetivos*

- **Conocer los conceptos básicos sobre modulación digital de portadora analógica**
- **Distinguir el espectro en frecuencia de los distintos tipos de señales moduladas digitalmente**
- **Realizar medidas de señales moduladas digitalmente, con el osciloscopio y el analizador de espectro**
- **Conocer distintos tipos de circuitos de transmisión y recepción de señales con modulación digital**

#### *Contenidos*

- **Concepto de modulación digital. Capacidad de un canal, parámetros de la comunicación digital.**
- **Modulación digital de amplitud: ASK, OOK**
- **Modulación digital angular: FSK, PSK, GMSK**
- **Modulación en cuadratura y multinivel: QAM, QPSK, 8QAM, etc.**
- **Moduladores y demoduladores digitales**
- **Medidas de digital, diagramas de ojos.**
- **Sistemas de radiodifusión comercial**

#### *Actividades*

- **Explicación de los conceptos relativos a la modulación digital**
- Explicación de los parámetros de un sistema de transmisión digital
- **Análisis de circuitos de transmisión de portadora analógica modulados digitalmente: ASK, PSK, FSK, etc.**
- **Realización y análisis de circuitos de modulación digital con multisim.**
- **Realización y verificación de circuitos de modulación digital SDR con GNU-Radio**
- Realización y verificación de circuitos de modulación digital SDR con Labview.
- **Realización y verificación de circuitos de modulación digital con módulos ASK y FSK y**

**arduino.**

#### *Criterios de evaluación*

- **Describir los distintos tipos de circuitos que pueden estar presentes en un transmisor o receptor digital.**
- **En un circuito dado de un transmisor o receptor digital, distinguir los distintos tipos de circuitos que lo forma, su tipo y cómo evolucionan las señales al pasar por las distintas partes del circuito.**
- **Distinguir el tipo de señal que se está usando en un circuito de transmisión digital y su espectro de frecuencia.**
- **En un caso práctico de simulación de sistemas con multisim :**
  - **Capturar correctamente el circuito.**
  - **Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.**
  - **Interpretar correctamente las medidas realizadas.**
- **En un caso práctico de simulación de sistemas con GNU-Radio Companion :**
  - **Capturar correctamente el circuito.**
  - **Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.**
  - **Interpretar correctamente las medidas realizadas.**
- **En un caso práctico de simulación de sistemas con Labview**
  - **Realizar correctamente el proyecto para la aplicación**
  - **Realizar el panel frontal en el que se distingan de forma clara y ordenada los controles**
  - **Realizar el diagrama de bloques de forma clara y ordenada**
  - **Utilizar en el diagrama de bloques lo elementos necesarios de forma que el sistema funcione según se especificó.**
  - **Depurar el circuito comprobando su funcionamiento, y descubriendo y subsanando los errores en caso de que los hubiera.**
- **En un caso práctico de montaje de un circuito de radio con microcontroladores**
  - **Elegir correctamente los componentes para montar el circuito.**
  - **Realizar de forma correcta la conexión del circuito.**
  - **Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos disponibles en el laboratorio.**
  - **Interpretar correctamente las medidas realizadas.**
  - **Diagnosticar y reparar los problemas que aparezcan.**

#### ***U.T. N° 9. Codificación***

##### *Objetivos*

- Conocer los conceptos básicos sobre modulación por impulsos y codificación
- Conocer distintos tipos de circuitos de transmisión y recepción de señales con portadora digital.

##### *Contenidos*

- Modulación por impulsos: PAM, PWM, PPM, delta, MIC, etc.
- Codificación: NRZ, bifásica, manchester, AMI, etc.

- Códigos históricos.
- Redundancia, códigos detectores y correctores de error.
- Compresión de datos.
- Cifrado de datos. Firma digital.
- Multiplexación: MDF, MDT.
- Transmisión síncrona y asíncrona

#### *Actividades*

- Explicación de los conceptos relativos a la modulación por impulsos y codificación
- Realización de algunos ejemplos de codificación, modulación por impulsos, etc.

#### *Criterios de evaluación*

- Describir los distintos tipos de codificaciones y modulaciones por impulsos
- Explicar el concepto de redundancia, la compresión de datos y calcular la redundancia para un código determinado.
- Explicar con ejemplos en que consiste cifrado y firma digital.
- Distinguir entre transmisión síncrona y asíncrona en distintos ejemplos
- Describir el concepto de multiplexación y su necesidad y explicarlo con ejemplos.

### ***U.T. Nº 10. Circuitos para comunicaciones***

#### *Objetivos*

- **Conocer distintos tipos de circuitos auxiliares utilizados en los circuitos de comunicaciones**
- **Distinguir como se modifican las señales al ser procesadas por todos estos tipos de circuitos**

#### *Contenidos*

- **Osciladores controlados por tensión (VCO): concepto y aplicaciones**
- **Bucles enganchados en fase (PLL): concepto, aplicaciones, tipos de PLL**
- **Multiplicadores de frecuencia: concepto y aplicaciones**
- Filtros activos: concepto, tipos de filtros, aplicaciones, etapas típicas.
- Filtros digitales: concepto, tipos (FIR, IIR), aplicaciones, respuesta y estabilidad, ejemplos.

#### *Actividades*

- **Explicación de los conceptos relativos a cada uno de los tipos de circuitos: concepto, aplicaciones, etc.**
- Análisis de circuitos de transmisión y recepción en los que se utilizan dichos circuitos
- Realización y análisis de circuitos con multisim.

#### *Criterios de evaluación*

- **Describir los distintos tipos de circuitos.**

- Analizar el funcionamiento de un sistema con filtros, etc describiendo su comportamiento
- En un caso práctico de simulación de sistemas con multisim :
  - Capturar correctamente el circuito.
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.

### ***U.T. N° 11. antenas***

#### *Objetivos*

- **Conocer los conceptos básicos sobre antenas**
- **Distinguir los distintos tipos de antenas**
- Poder elegir la antena adecuada para un circuito

#### *Contenidos*

- **Concepto de antena.**
- **Parámetros de una antena**
- **Tipos de antenas**
- **Arrays de antenas**

#### *Actividades*

- **Explicación de los conceptos relativos a las antenas**
- Realización de medidas sobre antenas
- Realización práctica de antenas

#### *Criterios de evaluación*

- **Describir los distintos tipos de antenas**
- **Distinguir y manejar los parámetros de una antena.**
- En un caso práctico de realización de un circuito de transmisión/recepción por radio, fabricar una antena adecuada para que el circuito funcione correctamente.

### ***U.T. N° 12. Redes inalámbricas***

#### *Objetivos*

- **Conocer los conceptos básicos sobre redes inalámbricas**
- **conocer las modulaciones utilizadas en las redes inalámbricas**
- Realizar medidas de señales en redes inalámbricas
- Conocer distintos tipos de circuitos de transmisión y recepción de señales utilizados en redes inalámbricas

#### *Contenidos*

- **Arquitectura de red.**
- **Subsistema de radio.**
- **Protocolos.**

- Elementos hardware y software.

#### *Actividades*

- **Explicación de los conceptos relativos a las redes inalámbricas**
- Explicación de los parámetros de configuración de un sistema
- Análisis de sistemas de transmisión wifi y zigbee
- Realización y verificación de circuitos wifi SDR con GNU-Radio
- Realización y verificación de circuitos wifi SDR con Labview.
- **Realización y verificación de circuitos zigbee con módulos wifi y arduino.**

#### *Criterios de evaluación*

- **Describir los distintos tipos de circuitos que pueden estar presentes en un transmisor o receptor wifi**
- **En un circuito dado de un transmisor o receptor wifi, distinguir los distintos tipos de circuitos que lo forma, su tipo y cómo evolucionan las señales al pasar por las distintas partes del circuito.**
- Distinguir el tipo de señal que se está usando en un circuito wifi y su espectro de frecuencia.
- En un caso práctico de sistema con GNU-Radio Companion :
  - Capturar correctamente el circuito.
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.
- En un caso práctico de sistema con Labview
  - Realizar correctamente el proyecto para la aplicación
  - Realizar el panel frontal en el que se distingan de forma clara y ordenada los controles
  - Realizar el diagrama de bloques de forma clara y ordenada
  - Utilizar en el diagrama de bloques lo elementos necesarios de forma que el sistema funcione según se especificó.
  - Depurar el circuito comprobando su funcionamiento, y descubriendo y subsanando los errores en caso de que los hubiera.
- **En un caso práctico de montaje de un circuito de radio con microcontroladores**
  - **Elegir correctamente los componentes para montar el circuito.**
  - **Realizar de forma correcta la conexión del circuito.**
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos disponibles en el laboratorio.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.
  - **Diagnosticar y reparar los problemas que aparezcan.**

### ***U.T. N° 13. Sistemas de comunicaciones móviles***

#### ***Objetivos***

- **Conocer los conceptos básicos sobre redes móviles**
- **conocer las modulaciones utilizadas en las redes móviles**
- **Realizar medidas de señales en redes móviles**
- **Conocer distintos tipos de circuitos de transmisión y recepción de señales utilizados en redes móviles**

#### ***Contenidos***

- **Arquitectura de red en los distintos sistemas: GSM, GPRS, UMTS, HSPA, LTE**
- **Subsistema de radio.**
- **Subsistema núcleo de red.**
- **Subsistema de transmisión y transporte**
- **Subsistema de servicios y aplicaciones.**
- **Elementos hardware y software.**

#### ***Actividades***

- **Explicación de los conceptos relativos a las redes móviles**
- Explicación de los parámetros de configuración de un sistema
- Análisis de sistemas de transmisión móviles
- Realización y verificación de circuitos móviles SDR con GNU-Radio

#### ***Criterios de evaluación***

- **Describir los distintos tipos de circuitos que pueden estar presentes en un transmisor o receptor móvil**
- En un circuito dado de un transmisor o receptor móvil, distinguir los distintos tipos de circuitos que lo forma, su tipo y cómo evolucionan las señales al pasar por las distintas partes del circuito.
- Distinguir el tipo de señal que se está usando en un circuito y su espectro de frecuencia.
- En un caso práctico de sistema con GNU-Radio Companion :
  - Capturar correctamente el circuito.
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.

### ***U.T. N° 14. Sistemas de comunicación por satélite***

#### ***Objetivos***

- **Conocer los conceptos básicos sobre sistemas de transmisión por satélite**
- **Conocer las modulaciones utilizadas en un sistema de transmisión por satélite**
- Realizar medidas de señales en un sistema de transmisión por satélite.
- Conocer distintos tipos de circuitos de transmisión y recepción de señales utilizados en un equipo de

transmisión por satélite.

#### *Contenidos*

- **Arquitectura del sistema**
- **Características de los enlaces.**
- **Bandas de frecuencia y modulación.**
- **Subsistema de comunicaciones.**

#### *Actividades*

- **Explicación de los conceptos relativos a los sistemas de transmisión por satélite**
- Análisis de sistemas de transmisión por satélite

#### *Criterios de evaluación*

- **Describir los distintos tipos de circuitos que pueden estar presentes en un transmisor o receptor de un sistema de transmisión por satélite**
- En un circuito dado de un transmisor o receptor, distinguir los distintos tipos de circuitos que lo forma, su tipo y cómo evolucionan las señales al pasar por las distintas partes del circuito.
- Distinguir el tipo de señal que se está usando en un circuito y su espectro de frecuencia.

### ***U.T. N° 15. Sistemas de radiodifusión digital***

#### *Objetivos*

- **Conocer los conceptos básicos sobre radiodifusión digital**
- **Conocer las modulaciones utilizadas en los sistemas de radiodifusión digital**
- Realizar medidas de señales en sistemas de radiodifusión digital
- Conocer distintos tipos de circuitos de transmisión y recepción de señales utilizados en sistemas de radiodifusión digital.

#### *Contenidos*

- **Arquitectura de red**
- **Subsistema de radio.**
- **Sistemas de radiodifusión digital: DAB, DVB-T, DRM, DMB, HD-Radio, etc.**
- **Elementos hardware y software.**

#### *Actividades*

- **Explicación de los conceptos relativos a las redes de radiodifusión digital**
- Análisis de sistemas de radiodifusión comercial
- Realización y verificación de circuitos de recepción de radio digital mediante SDR con GNU-Radio

#### *Criterios de evaluación*

- **Describir los distintos tipos de circuitos que pueden estar presentes en un transmisor o receptor**
- **En un circuito dado de un transmisor o receptor, distinguir los distintos tipos de circuitos que**

**lo forma, su tipo y cómo evolucionan las señales al pasar por las distintas partes del circuito.**

- **Distinguir el tipo de señal que se está usando en un circuito y su espectro de frecuencia.**
- En un caso práctico de sistema con GNU-Radio Companion :
  - Capturar correctamente el circuito.
  - Realizar medidas de forma correcta con los instrumentos virtuales.
  - Interpretar correctamente las medidas realizadas.

## Metodología

Se simultaneará teoría y práctica:

- Completando las explicaciones teóricas con verificaciones de los explicado de forma práctica
- Interrumpiendo la realización de la práctica cuando sea necesario para explicar conceptos que no hayan quedado claros

Se simultaneará el trabajo de laboratorio con simulación por ordenador de los circuitos para dar dos visiones distintas del trabajo que ayuden a similar los contenidos.

Se va a intentar, por primer curso, la introducción parcial de una metodología de “trabajo por proyectos” entre este módulo formativo y el de Equipos Microprogramables. La metodología implica el planteamiento de actividades prácticas denominados proyectos o retos en los que se trabajarán contenidos de ambos módulos, trabajando contenidos de gran parte de este módulo utilizando como soporte contenidos relativos a conversión A/D y D/A, y microcontroladores.

## Evaluación y calificación

### *Criterios de evaluación*

Se seguirán los criterios de evaluación descritos anteriormente

### *Instrumentos de evaluación*

Se van a utilizar los siguientes instrumentos para la realización de la evaluación de las capacidades terminales del módulos:

### **Evaluación de procedimientos**

- Observación directa en el laboratorio
- Realización de memorias de cada unidad de trabajo por parte del alumno
- Exámenes de prácticas

### **Evaluación de conocimientos**

- Trabajos propuestos a los alumnos a lo largo del curso.
- Test de cada unidad sobre conceptos teóricos sobre todos los contenidos acumulados hasta la fecha
- Un examen al final de la evaluación sobre todos los contenidos acumulados hasta la fecha
- Visualización y test sobre videos de teoría. Se utilizará el formato flipped classroom para algunos contenidos, que consiste en que los alumnos trabajarán en casa, mediante la visualización de algunos videos,

determinados contenidos y realizarán un test sobre ellos para comprobar que lo han trabajado y se resolverán en clase, o por medios telemáticos, las dudas que hayan surgido.

## **Actividades de recuperación**

En el transcurso normal del curso no hay actividades especiales de recuperación, ya que se la materia es acumulativa y la evaluación continua. Tanto las actividades de clase como las prácticas incluyen todos los elementos utilizados anteriormente permitiendo recuperar todos los conceptos pendientes. La superación de la tercera evaluación supone la superación del curso.

## ***Calificación***

La calificación de cada evaluación se calculará de la siguiente forma:

- 14% Cada bloque de contenidos: test online (se hace en clase) desde el aula virtual
- Test sobre los videos (flipped classroom) 6%
- 25% Prácticas
- 20% Un trabajo en cada evaluación que se propondrá de forma individual y será expuesto en clase por el alumno mediante una presentación y explicación del mismo
- 35% Exámenes al final de la evaluación
  - 10% Test de todos los contenidos vistos hasta la fecha
  - 10% Uno o más temas a desarrollar (de los vistos en la evaluación)
  - 15% Prácticas de los contenidos vistos hasta la fecha

La evaluación será continua, no existiendo por lo tanto exámenes de recuperación. Los contenidos serán acumulativos, entrando en cada actividad o examen todos los contenidos dados hasta ese momento durante todo el curso. Los exámenes de la tercera evaluación serán a su vez exámenes extraordinarios para los alumnos que han perdido el derecho a la evaluación continua, no existiendo por lo tanto exámenes extraordinarios específicos. El derecho a la evaluación continua se perderá cuando se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

- No se hace el trabajo o la exposición
- Se deja sin realizar más de 1 test
- No se hacen las prácticas o no se entrega la memoria de ellas

La pérdida del derecho a evaluación continua se considera “por partes”. Esto significa que se puede perder el derecho a evaluación continua en la parte del trabajo pero mantenerlo en la parte práctica. Cuando se pierda el derecho a evaluación continua en una de las partes, la evaluación de esa parte se realizará en el examen de la evaluación, de forma que:

- No se hace el trabajo o la exposición → la nota de esa parte pasará a “temas a desarrollar”
- Se dejan sin realizar más de 1 test → la nota pasa al test final de evaluación
- No se hacen las prácticas o no se entrega la memoria de ellas → la nota de prácticas pasa al examen de prácticas.
- La calificación final se realiza de la siguiente forma:
  - Si el alumno ha tenido evaluación continua:

- Si ha obtenido 5 o más en cada una de las evaluaciones, la nota final será la media aritmética de la calificación de las tres evaluaciones, redondeado al entero más próximo.
- Si ha obtenido un 5 o más en la tercera evaluación, pero la media aritmética es menor de 5 (por haber suspendido la 1ª y/o 2ª evaluaciones), la calificación final será 5.
- Si ha obtenido menos de un 5 en la tercera evaluación, pero la media aritmética es mayor de 5, la calificación final será 4.
- Si ha obtenido menos de un 5 en la tercera evaluación, y la media aritmética es menor que 5, la nota será la media aritmética, redondeando al entero más próximo (menor de 5)

**\*\* Aunque en los boletines la nota salga como un entero, la nota que se calcula para el cálculo de la nota final es la media (con dos decimales) de cada evaluación \*\***

- Si el alumno no ha tenido evaluación continua, los exámenes de la tercera evaluación serán exámenes finales para él, con el siguiente peso:
  - 35% Test de todos los contenidos
  - 30% Temas a desarrollar (en este caso, para el alumno que no ha tenido evaluación continua los temas de este examen podrán ser de cualquier contenido visto durante todo el curso)
  - 35% Prácticas
  - La nota final se calculará en este caso con la media ponderada de los tres exámenes, redondeando al entero más próximo, excepto que dicha media estuviera entre por encima de 4,5 pero por debajo de 5 en cuyo caso la nota final sería 4.
- En las convocatorias extraordinarias (septiembre o febrero) se realizará un examen con varias partes y la calificación se hará de la siguiente forma:
  - 35% Test de todos los contenidos
  - 30% Temas a desarrollar
  - 35% Prácticas

## Procedimiento de reclamación

El procedimiento y los plazos para la presentación y tramitación de las posibles reclamaciones a las decisiones y calificaciones, obtenidas en las evaluaciones trimestrales, serán la expresadas en la programación general del departamento.

## Medidas para la mejora del rendimiento académico

Como forma de aumentar la motivación de los alumnos, la generación de ideas y el trabajo en equipo, se está participando, junto con otros centros en un proyecto de robótica educativa. Esto implica:

- Que algunas de las prácticas realizadas durante el curso consisten, trabajando en conjunto con otros módulos en el trabajo o realización de un robot pensado para competir en concursos de robótica, en este caso, el trabajo estará centrado en la parte de radiocomunicación de dicho robot.
- La realización de al menos un encuentro/concurso de robótica durante el curso, donde los alumnos se encuentran con alumnos de otros centros y compiten con ellos con el robot realizado durante el curso.

## Medidas para estimular el interés y el hábito de la lectura

- Envío, a través de la lista de correo electrónico, de artículos y noticias relacionados con la electrónica y la robótica
- La valoración con hasta 0,5 puntos de incremento de la nota final del módulo a cada alumno por:
  - Enviar artículos o noticias a la lista de correo sobre electrónica y/o robótica con comentarios resumiendo o criticando el artículo o noticia.
  - La colaboración en la traducción de documentación del inglés al español.

## Materiales y recursos didácticos

Para el desarrollo de las clases se utilizarán transparencias, ordenadores, un proyector conectable al ordenador, la intranet del departamento y la conexión a Internet.

Para el desarrollo de las prácticas se utilizarán equipos de radiocomunicaciones que permitan tanto la transmisión como la recepción en todo el rango de radiofrecuencia descrito anteriormente, trabajar con distintas modulaciones, codificaciones, etc. Serán también necesarios equipos que permitan realizar medidas de todo ello. Se utilizará también software para simulación.

Ha día de hoy no existe en el mercado ningún libro de texto para el módulo, por lo que todos los materiales deberán irse realizando sobre la marcha. La documentación realizada, transparencias y enlaces a información interesante se podrán consultar en el servidor web del departamento.

### *Plan de contingencias*

A consecuencia de la pandemia de Covid19, y en el caso de que fuera necesario suspender las clases presenciales se van a tener en cuenta una serie de adaptaciones a la programación normal.

En el trabajo habitual en este modulo, según la programación original, se trabaja mucho mediante herramientas telemáticas: correo electrónico, lista de correo electrónico, aula virtual moodle incluyendo test, foros, entrega y corrección de trabajos a través de la plataforma, etc. Es por ello que el cambio metodológico no es sustancial, cambiando solamente el hecho de que hay que adaptarse a realizar todo (y no solo parte, como se hace habitualmente) del trabajo a distancia, y de las dificultades para que los alumnos puedan trabajar en casa de forma práctica.

## Contenidos esenciales

Se consideran contenidos esenciales del módulo todos aquellos que forman la base para entender las comunicaciones por radio y para poder trabajar en otros módulos, tanto de primero, pero sobre todo de 2º curso. Los contenidos esenciales son sobre todo los que se incluyen en las unidades de trabajo 1 a 6, aunque hay que considerar esenciales todos los relativos, sobre todo al manejo de instrumentación y la interpretación de resultados. Desde este punto de vista es muy complicado marcar como esenciales en este plan de contingencia contenidos y criterios de evaluación que va a ser imposible trabajar desde online en caso de confinamiento. Se

han marcado en negrita, aquellos objetivos, contenidos y actividades que se consideran que son los más importantes de aquellos que se pueden trabajar online, no obstante muchos de los que no están marcados en negrita son esenciales en un desarrollo normal del curso, de forma presencial. En caso de confinamiento de alumnos aislados, grupos de alumnos o de confinamiento general, se adaptaran las actividades a la realidad a la que nos tengamos que enfrentar en su caso, para que las actividades se adapten lo más posible a lo que está contemplado en esta programación.

## Metodología

La metodología propuesta en la programación original es una metodología que mezcla teoría y práctica. Si por circunstancias de la situación actual parte del trabajo de laboratorio no pudiera hacer, se intentará seguir trabajando no sólo la parte teórica sino también la práctica. En algunos casos los alumnos podrán seguir trabajando de forma práctica en casa, a este efecto, se les proporcionará a los alumnos materiales para que puedan trabajar en casa de forma práctica. Además se dispone de herramientas informáticas que permiten la simulación, y que están desde principio de curso a disposición de los alumnos, de forma que, cuando no sea posible realizar montajes físicamente se puedan simular. Esto llevará asociado la modificación de las prácticas, cuando sea necesario (bien para todos los alumnos o para alguno en concreto que deba ser confinado) para que se puedan realizar en casa, pero no su eliminación.

Como se ha comentado anteriormente la metodología usada de forma habitual durante el curso normal incluye la utilización de muchas herramientas y trabajo telemático que permite la realización de exámenes, entrega de trabajos y prácticas y comunicación. En caso de confinamiento se reforzaría el uso de todos estos mecanismos de forma que el seguimiento del trabajo de los alumnos sea más constante, de la siguiente forma:

- Está a disposición de los alumnos, en el aula virtual, clases grabadas en video por el profesor, de todos los temas de teoría. Si alguno falta, o si es necesario algo más de material por algún motivo, se grabarán videos nuevos, de esta forma cada alumno puede visualizar los videos cuando pueda o quiera y todas las veces que necesite.
- Se va a trabajar sobre esos videos, tanto sea para repaso de conceptos anteriores, como para recuperación, como para los nuevo con la metodología “flipped classroom”, que consiste en, en este orden
  - El alumno tendrá unos días para ver el video cuando quiera y las veces que quiera.
  - Se hará un test de preguntas básicas sobre el video para comprobar si se ha trabajado y entendido.
  - Se hará una sesión de videoconferencia con el grupo de alumnos para comentar los resultados del test y resolver dudas.
- Las prácticas se van a realizar en la medida que sea posible con componentes reales y cuando no con simulación. Para ir haciendo un seguimiento sobre las práctica, comprobar que cada alumno está trabajando correctamente y detectar posibles problemas de forma temprana se va a habilitar un foro para cada práctica. El foro funciona en formato P+R (Pregunta + Respuesta), el profesor planteará para cada actividad de la práctica varias preguntas que cada alumno debe responder en un plazo fijado, en cada respuesta se puede poner texto, imágenes, archivos adjuntos, etc. mientras un alumno no ha respondido a la pregunta sólo puede ver la pregunta realizada por el profesor, pero una vez que ha respondido puede ver también las respuestas de sus compañeros, para analizar distintos planteamientos, corregir a sus compañeros o corregirse así mismo, consiguiendo con ello retroalimentación individual y

grupal. Se valorará mucho que se respeten los plazos y el esfuerzo dedicado a las respuestas. Al terminar una práctica, además se deberá entregar una memoria.

## **Evaluación y calificación**

### *Criterios de evaluación*

Se seguirán los criterios de evaluación descritos en la programación original, teniendo en cuenta que si alguno de los criterios no es de aplicación por no poderse montar algo físicamente estará adaptado al caso de simulación.

### *Instrumentos de evaluación*

Se van a utilizar los siguientes instrumentos para la realización de la evaluación de las capacidades terminales del módulos:

### **Evaluación de procedimientos**

En la programación original se proponen los tres siguientes instrumentos de evaluación de procedimientos:

- Observación directa en el laboratorio
- Realización de memorias de cada unidad de trabajo por parte del alumno
- Exámenes de prácticas

De ellos, se consideran válidos para la situación actual los dos últimos, adaptando el segundo, de forma que los exámenes de prácticas se realizaran online mediante simulación. El primero se va a sustituir por la evaluación mediante el foro P+R comentado anteriormente.

### **Evaluación de conocimientos**

En la programación original se proponen los tres siguientes instrumentos de evaluación de procedimientos, considerándose todos ellos válidos para la realización online a través de la plataforma moodle y manteniéndose por tanto sin modificación.

- Trabajos propuestos a los alumnos a lo largo del curso.
- Test de cada unidad sobre conceptos teóricos sobre todos los contenidos acumulados hasta la fecha
- Un examen al final de la evaluación sobre todos los contenidos acumulados hasta la fecha

### *Herramientas de comunicación*

Durante el curso se utilizan de forma habitual una serie de herramientas de comunicación telemática que son las siguientes:

- Aula virtual moodle
- Foros en el aula moodle
- Sistema de mensajería del aula moodle
- Correo electrónico
- Lista de correo.

A estos sistemas, se añadiría, la comunicación mediante videoconferencia cuando sea necesario.