

# Materias de examen para la obtención del diploma de operador de estaciones de aficionado

*Según Resolución de 20 de septiembre de 2006, de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, con actualizaciones derivadas de variaciones del CNAF e instrucciones de la IARU*

## 1. El examen

El examen consta de dos ejercicios o pruebas individuales, realizadas por ordenador, de 45 minutos de duración máxima cada una de ellas. Ambas constan de 30 preguntas tipo test, de múltiples opciones y única respuesta válida (salvo que implícitamente indique lo contrario la pregunta en cuestión). Es muy recomendable leer cuidadosamente las preguntas antes de responder. Durante cada ejercicio, se pueden recorrer en ambos sentidos las preguntas, con la finalidad de poder revisar o responder preguntas más adelante (útil si la respuesta a una pregunta no se tiene clara, para poder responderla más adelante sin perder tiempo). Es necesario responder correctamente a, al menos, 15 preguntas en cada una de las pruebas (50%) para obtener la calificación de APTO. El apto global implica la superación de ambas partes. Las respuestas erróneas no restan puntuación, por lo que resulta apremiante responder a todas las preguntas, incluso a aquéllas cuya respuesta no se tenga segura.

## 2. Temario del examen

### 2.1. Primer ejercicio

#### 1. Teoría de la electricidad, electromagnetismo y radio

- 1.1 **Conductividad.** Conductores, semiconductores y aislantes. Intensidad, tensión y resistencia. Unidades: amperio, voltio, ohmio. Ley de Ohm. Leyes de Kirchoff. Potencia eléctrica. Unidad: el vatio. Energía eléctrica. Capacidad de una batería (amperio/hora).
- 1.2 **Fuentes de electricidad.** Fuerza electromotriz, diferencia de potencial, corriente de cortocircuito, resistencia interna y tensión en los terminales. Conexión de fuentes de tensión en serie y en paralelo.
- 1.3 **Campo eléctrico.** Intensidad del campo eléctrico. Unidad: el voltio/metro [V/m]. Aislamiento de los campos eléctricos.
- 1.4 **Campo magnético.** Campo magnético en las proximidades de un conductor con corriente. Aislamiento de los campos magnéticos.
- 1.5 **Campo electromagnético.** Ondas de radio como ondas electromagnéticas. Velocidad de propagación y su relación con la frecuencia y la longitud de onda. Polarización.
- 1.6 **Señales sinusoidales.** Representación gráfica en el tiempo. Valores instantáneo, máximo, eficaz y medio. Periodo y frecuencia. Unidad: el hertzio. Diferencia de fase.
- 1.7 **Señales no sinusoidales.** Señal de audio. Ondas cuadradas. Representación gráfica en el tiempo. Componente continua, señal fundamental y sus armónicos. Ruido, ruido térmico, ruido de banda, densidad de potencia de ruido, potencia de ruido en el ancho de banda del receptor.

- 1.8 **Señales moduladas.** Modulación por onda continua (CW). Modulación en amplitud: diversos tipos. Bandas laterales. Porcentaje de modulación. Anchura de banda. Sobremodulación y modo de evitarla. Emisiones en doble banda lateral y en banda lateral única. Modulación en fase, y en frecuencia. Desviación de frecuencia e índice de modulación. Portadora, bandas laterales y anchura de banda. Formas de onda de CW, AM, SSB y FM y su representación gráfica. Espectro de CW, AM, SSB y su representación gráfica. Modulación digital: FSK, 2PSK, 4PSK y QAM, velocidad binaria, velocidad de símbolo y anchura de banda. Detección y corrección de errores (CRC y FEC).
- 1.9 **Potencia y energía.** Potencia de las señales sinusoidales. Relaciones de potencia expresadas en decibelios (dB). Relación entre potencia de entrada y potencia de salida en decibelios (dB) de amplificadores y/o atenuadores conectados en serie. Adaptación y máxima transferencia de potencia. Relación entre las potencias de entrada y salida y el rendimiento. Potencia en la cresta de la envolvente (PEP).
- 1.10 **Procesado digital de señal (DSP).** Muestreo y cuantificación. Mínima frecuencia de muestreo (Frecuencia de Nyquist). Filtrado antisolapamiento y de reconstrucción. Conversión analógica digital (A/D) y digital analógica (D/A). Filtrado digital. Radio digital configurable.

## 2. Componentes

- 2.1 **Resistencias.** Unidad: el ohmio [ $\Omega$ ]. Resistencias: diversos tipos. Código de colores. Característica de corriente/tensión. Disipación de potencia. Resistencias de coeficientes de temperatura positivo y negativo (PTC y NTC).
- 2.2 **Condensadores.** Capacidad. Unidad: el faradio [F]. Relación entre la capacidad, las dimensiones y el dieléctrico. Reactancia capacitiva. Relación de fase entre la tensión y la corriente. Características de los condensadores fijos y variables: aire, mica, plástico; cerámicos y electrolíticos. Coeficiente de temperatura. Corriente de fuga.
- 2.3 **Bobinas.** Autoinducción. Unidad: el henrio [H]. Efecto del número de espiras, diámetro, longitud y material del núcleo en la inductancia. Reactancia. Relación de fase entre tensión y corriente. Factor Q. Efecto pelicular. Pérdidas en el material conductor.
- 2.4 **Transformadores.** Aplicaciones y usos. El transformador ideal ( $P_{\text{prim}} = P_{\text{sec}}$ ). Relaciones entre número de espiras y tensiones, corrientes e impedancias en primario y secundario. Transformadores y pérdidas en la transformación.
- 2.5 **Diodos.** Uso y aplicaciones de los diodos. Rectificadores, diodos zéner, LED y VARICAP. Tensión inversa y corriente de fuga.
- 2.6 **Transistores.** Transistores bipolares (PNP y NPN). Factor de amplificación. Transistores de efecto campo. Configuración de transistores: emisor (fuente) común, (puerta) base común, colector (drenador) común, impedancias de entrada y salida y métodos de polarización.
- 2.7 **Otros componentes.** Válvulas: características elementales, tipos y aplicaciones más usuales. Válvulas en las etapas de potencia. Circuitos integrados. Circuitos digitales: generalidades.

## 3. Circuitos

- 3.1 **Combinación de componentes.** Circuitos en serie y en paralelo de resistencias, bobinas, condensadores, transformadores y diodos. Corrientes, tensiones e impedancias en dichos circuitos. Comportamientos reales de resistencias, condensadores y bobinas a altas frecuencias.
- 3.2 **Filtros.** Circuitos sintonizados en serie y paralelo. Impedancia, frecuencia de resonancia, factor de calidad de un circuito sintonizado. Ancho de banda. Filtros paso bajo, paso alto, paso banda y rechazo de banda (banda eliminada) con elementos pasivos. Respuesta de frecuencia. Filtros en pi y en T. Filtros de cuarzo. Filtros digitales.



- 3.3 **Fuentes de alimentación.** Rectificadores de media onda, de onda completa y rectificadores de puente de diodos. Circuitos de filtrado. Circuitos estabilizadores de tensión en fuentes de bajo voltaje. Fuentes de alimentación conmutadas, aislamiento y compatibilidad electromagnética.
- 3.4 **Amplificadores.** Amplificadores de baja frecuencia y radiofrecuencia. Factor de amplificación, ganancia. Características de amplitud, frecuencia y ancho de banda. Polarización de los amplificadores. Clases A, AB, B y C. Armónicos y distorsión por intermodulación, sobrecarga de etapas amplificadoras.
- 3.5 **Detectores/demoduladores.** Detectores de AM. El diodo como detector, el detector de envolvente. Detectores de producto y osciladores de batido, detectores de CW y SSB. Demoduladores de FM. Detectores de pendiente. Discriminadores.
- 3.6 **Osciladores.** Realimentación, oscilación intencionada y no intencionada. Factores que afectan a la frecuencia, estabilidad de frecuencia y condiciones necesarias para la oscilación. Osciladores LC. Osciladores controlados a cristal y osciladores de sobretonos. Oscilador controlado por tensión (VCO). Ruido de fase.
- 3.7 **Circuitos sintetizadores de frecuencia (PLL).** Lazo de control con circuito de comparación de fase. Sintetizadores de frecuencia con divisor programable.
- 3.8 Circuitos con procesadores digitales de señal (DSP): Filtros digitales (IIR y FIR). Osciladores por síntesis digital directa. Otros circuitos con procesadores digitales de señal.

#### 4. Receptores

- 4.1 **Tipos de receptores.** Receptores homodinos puros y mixtos. Receptores superheterodinos de simple y doble conversión. Receptores de conversión directa. Unión de etapas de conversión directa con etapas homodinas.
- 4.2 **Diagramas de bloques.** Receptores de CW [A1A]. Receptores de AM [A3E]. Receptores de banda lateral única con portadora suprimida [J3E]. Receptores de FM [F3E].
- 4.3 **Operación y funcionamiento de las principales etapas de recepción RF.** Amplificador de radiofrecuencia. Osciladores [fijo y variable]. Mezclador. Amplificador de frecuencia intermedia. Limitador. Detector. Oscilador de batido. Amplificador de baja frecuencia. Control automático de ganancia. Medidor S o medidor de nivel de señal. Silenciador.
- 4.4 **Características de los receptores.** Definiciones de canal adyacente, selectividad, sensibilidad, ruido en el receptor y figura de ruido. Estabilidad. Aliasing. Frecuencia imagen. Desensibilización y bloqueo. Intermodulación y modulación cruzada.

#### 5. Transmisores

- 5.1 **Tipos de transmisores.** Transmisores con o sin conversión de frecuencia.
- 5.2 **Diagramas de bloques.** Transmisores de onda continua (A1A). Transmisores de banda lateral única con portadora suprimida (J3E). Transmisores de FM (F3E).
- 5.3 **Operación y funcionamiento de las principales etapas de transmisión RF.** Mezclador. Oscilador. Preamplificador. Excitador. Multiplicador de frecuencia. Amplificador de potencia. Filtro de salida. Modulador de frecuencia. Modulador de banda lateral única. Modulador de fase. Filtros a cristal.
- 5.4 **Características de los transmisores.** Estabilidad de frecuencia. Ancho de banda de radiofrecuencia. Bandas laterales. Margen de audiofrecuencia. Efectos no lineales, armónicos y distorsión de intermodulación. Impedancia de salida. Potencia de salida. Rendimiento. Desviación de frecuencia. Índice de modulación. Emisiones no deseadas: emisiones no esenciales y emisiones fuera de banda. Radiación por estructura. Transceptores. Repetidores en VHF y UHF. Ubicación de repetidores.



## 6. Antenas y líneas de transmisión

6.1 **Tipos de antenas.** Antena de media onda alimentada en el centro. Antena de media onda alimentada en un extremo. Dipolo plegado. Antena vertical en cuarto de onda, plano de tierra. Antena Yagi. Antena de apertura, parabólica, reflectores, bocinas. Dipolo con trampas.

6.2 **Características de las antenas.** Distribución de la tensión y la corriente. Impedancia en el punto de alimentación. Impedancia inductiva o capacitiva de las antenas no resonantes. Polarización. Ganancia, directividad y eficiencia de una antena. Área de captura. Potencia efectiva radiada. Relación adelante-atrás. Diagramas de polarización vertical y horizontal.

6.3 **Líneas de transmisión.** Línea de conductores paralelos. Cable coaxial. Guía de ondas. Impedancia característica de una línea de transmisión. Factor de velocidad. Relación de onda estacionaria. Pérdidas en la línea de transmisión. Balun. La línea en cuarto de onda como transformador de impedancia. Líneas abierta y en cortocircuito como circuitos sintonizados. Sintonizadores o acopladores de antena.

7. **Propagación.** Atenuación de la señal, relación señal/ruido. Propagación de las ondas electromagnéticas según su frecuencia. Propagación por visión directa, propagación en espacio libre. Capas de la ionosfera. Influencia del sol en la ionosfera. Frecuencia crítica. Máxima frecuencia utilizable. Frecuencia óptima de trabajo. Onda de tierra, onda de espacio, ángulo de radiación, distancia de salto. Saltos múltiples en la ionosfera. Desvanecimiento. Efecto de la troposfera. Influencia de la altura de la antena en el alcance (horizonte radioeléctrico). Inversión de temperatura. Propagación por conducto. Reflexión esporádica. Reflexión por auroras boreales. Reflexión por meteoritos. Reflexión lunar. Ruido atmosférico, galáctico y térmico. Predicción de propagación, cálculo básico.

## 8. Medidas

8.1 **Medidas de corriente y tensión.** Modo de realizar las medidas de corriente y tensiones continuas y alternas. Errores en las medidas. Influencia de la frecuencia, de la forma de onda y de la resistencia interna de los equipos de medida. Medida de resistencia. Medidas de potencia de continua y de radiofrecuencia (potencia media y potencia de pico de la envolvente). Medida de las ondas estacionarias. Forma de onda de la envolvente en la señal de radiofrecuencia. Medidas de frecuencia. Frecuencia de resonancia.

8.2 **Equipos de medida.** Polímetro analógico y digital. Vatímetro de radiofrecuencia. Medidor de onda estacionaria. Contador de frecuencia. Osciloscopio. Vatímetro. Analizador de espectros.

## 9. Interferencia e inmunidad

9.1 **Interferencia en equipos electrónicos.** La compatibilidad electromagnética. Bloqueo. Interferencia con la señal deseada. Intermodulación, detección en circuitos de audio.

9.2 **Causas de interferencias en equipos electrónicos.** Intensidad de campo del transmisor. Radiaciones espurias del transmisor (radiaciones parásitas, armónicos). Influencia no deseada en el equipo: (a) Vía antena. (b) Vía otras líneas conectadas al equipo. (c) Por radiación directa.

9.3 **Medidas contra las interferencias.** Medidas para prevenir y eliminar los efectos de las interferencias. Filtrado, desacoplo y apantallamiento.

10. **Seguridad.** Precauciones especiales para evitar accidentes eléctricos en las estaciones de radio. Instalación eléctrica: Protecciones generales y de los equipos. Protecciones contra contactos de las personas. Puesta a tierra. Disposición de antenas y de líneas de alimentación. Protecciones contra descargas atmosféricas. Toma de tierra.



## 2.2. Segundo ejercicio

Consta de las reglas y procedimientos de operación nacionales e internacionales

1. **Alfabeto Fonético Internacional.** Códigos para el deletreo de letras y cifras.
2. **Código Q.** Grupos del código Q, con énfasis en aquellos más utilizados en el servicio de aficionados.
3. **Abreviaturas.** Abreviaturas más usuales en las comunicaciones de aficionados.
4. **Señales internacionales de socorro, urgencia y seguridad, tráfico de emergencia y comunicaciones en caso de desastres naturales.** Señales radiotelegráficas y radiotelefónicas de alarma, socorro, urgencia y seguridad. Empleo internacional de las radiocomunicaciones en las bandas de frecuencias del servicio de aficionados en caso de catástrofes naturales (Res. 640 R.R.) Bandas de frecuencias atribuidas al servicio de aficionados. CNAF.
5. **Distintivos de llamada.** Identificación de las estaciones radioeléctricas de aficionado. Uso de los distintivos de llamada. Composición de los distintivos de llamada. Prefijos nacionales.
6. **Planes de Bandas de la IARU.** Planes de bandas de IARU. Objetivos que se persiguen en dichos planes.
7. **Responsabilidad social del radioaficionado.** Procedimientos operativos.
8. **Reglamentación nacional e internacional sobre el servicio de radioaficionados y radioaficionados por satélite.**
  - 8.1 **Reglamentación nacional sobre radioaficionados.** Ley 19/1983, de 16 de noviembre, sobre regulación del derecho a instalar en el exterior de los inmuebles las antenas de las estaciones radioeléctricas de aficionados. Real Decreto 2623/1986, de 21 de noviembre, por el que regulan las instalaciones de antenas de las estaciones radioeléctricas de aficionado. Reglamento de Uso del Dominio Público Radioeléctrico por Aficionados. Instrucciones para su aplicación. Reglamento de uso de dominio público radioeléctrico por aficionados.
  - 8.2 **Reglamentación de la CEPT.** Recomendación T/R 61-01. Uso temporal de estaciones de aficionado en países de la CEPT. Uso temporal de estaciones de aficionado en países no-CEPT adheridos a los procedimientos de la Recomendación T/R 61-01. Recomendación T/R 61/02 sobre armonización de procedimientos para la expedición y aceptación de diplomas de operador.
  - 8.3 **Reglamentación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.** Definiciones de los Servicios de Aficionados y de Aficionados por Satélite. Definición de estación radioeléctrica de aficionado. Disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones que afectan a los servicios de aficionados y de aficionados por satélite. Condiciones de uso de las estaciones de aficionado y de aficionado por satélite. Regiones y Zonas UIT. El reglamento de radioaficionado en el CNAF.
9. **Inspección y régimen sancionador.** Órganos competentes en materia de inspección y régimen sancionador. Infracciones leves. Infracciones graves. Infracciones muy graves.

