

# Materias de exame para a obtención do diploma de operador de estacións de afeccionado

*Segundo Resolución do 20 de setembro de 2006, da Secretaría de Estado de Telecomunicacións e para a Sociedade da Información, con actualizacións derivadas de variacións do CNAF e instrucións da IARU*

## 1. O exame

O exame consta de dous exercicios ou probas individuais, realizadas por ordenador, de 45 minutos de duración máxima cada unha delas. Ámbalas dúas constan de 30 preguntas tipo test, de múltiples opcións e única resposta válida (salvo que implicitamente indique o contrario a pregunta en cuestión). É moi recomendable ler coidadosamente as preguntas antes de responder. Durante cada exercicio, pódense percorrer en ámbolos dous sentidos as preguntas, coa finalidade de poder revisar ou responder preguntas máis adiante (útil se a resposta a unha pregunta non se ten clara, para poder respondela máis adiante sen perder tempo). É necesario responder correctamente polo menos 15 preguntas en cada unha das probas (50%) para obter a cualificación de APTO. O apto global implica a superación das dúas partes. As respostas erróneas non restan puntuación, polo que cómpre responder a todas as preguntas, incluso a aquelas cuxa resposta no se teña segura.

## 2. Temario do exame

### 2.1. Primeiro exercicio

#### 1. Teoría da electricidade, electromagnetismo e radio

- 1.1 **Conductividade.** Condutores, semicondutores e illantes. Intensidade, tensión e resistencia. Unidades: amperio, voltio, ohmio. Lei de Ohm. Leis de Kirchhoff. Potencia eléctrica. Unidade: o vatio. Enerxía eléctrica. Capacidade dunha batería (amperio/hora).
- 1.2 **Fontes de electricidade.** Forza electromotriz, diferenza de potencial, corrente de cortocircuíto, resistencia interna e tensión nos terminais. Conexión de fontes de tensión en serie e en paralelo.
- 1.3 **Campo eléctrico.** Intensidade do campo eléctrico. Unidade: o voltio/metro [V/m]. Illamento dos campos eléctricos.
- 1.4 **Campo magnético.** Campo magnético nas proximidades dun condutor con corrente. Illamento dos campos magnéticos.
- 1.5 **Campo electromagnético.** Ondas de radio como ondas electromagnéticas. Velocidade de propagación e a súa relación coa frecuencia e a lonxitude de onda. Polarización.
- 1.6 **Sinais sinusoidais.** Representación gráfica no tempo. Valores instantáneo, máximo, eficaz e medio. Período e frecuencia. Unidade: o hertz. Diferencia de fase.
- 1.7 **Sinais non sinusoidais.** Sinal de son. Ondas cadradas. Representación gráfica no tempo. Compñente continua, sinal fundamental e os seus harmónicos. Ruído, ruído térmico, ruído de banda, densidade de potencia de ruído, potencia de ruído no ancho de banda do receptor.

- 1.8 **Sinais moduladas.** Modulaci3n por onda continua (CW). Modulaci3n en amplitude: diversos tipos. Bandas laterais. Porcentaxe de modulaci3n. Anchura de banda. Sobremodulaci3n e modo de evitala. Emisi3ns en dobre banda lateral e en banda lateral 3nica. Modulaci3n en fase, e en frecuencia. Desviaci3n de frecuencia e 3ndice de modulaci3n. Portadora, bandas laterais e anchura de banda. Formas de onda de CW, AM, SSB e FM, e a s3a representaci3n gr3fica. Espectro de CW, AM, SSB e a s3a representaci3n gr3fica. Modulaci3n dixital: FSK, 2PSK, 4PSK e QAM, velocidade binaria, velocidade de s3mbolo e anchura de banda. Detecci3n e correcci3n de erros (CRC e FEC).
- 1.9 **Potencia e enerx3a.** Potencia dos sinais sinusoidais. Relaci3ns de potencia expresadas en decibelios (dB). Relaci3n entre potencia de entrada e potencia de sa3da en decibelios (dB) de amplificadores e/ou atenuadores conectados en serie. Adaptaci3n e m3xima transferencia de potencia. Relaci3n entre as potencias de entrada e sa3da e o rendemento. Potencia na crista da envolvente (PEP).
- 1.10 **Procesado dixital de sinal (DSP).** Mostraxe e cuantificaci3n. M3nima frecuencia de mostraxe (Frecuencia de Nyquist). Filtrado anti-solapamento e de reconstruci3n. Conversi3n anal3xica-dixital (A/D) e dixital-anal3xica (D/A). Filtrado dixital. Radio dixital configurable.

## 2. Compo3nentes

- 2.1 **Resistencias.** Unidade: o ohmio [ $\Omega$ ]. Resistencias: diversos tipos. C3digo de cores. Caracter3stica de corrente/tensi3n. Disipaci3n de potencia. Resistencias de coeficientes de temperatura positivo e negativo (PTC e NTC).
- 2.2 **Condensadores.** Capacidade. Unidade: o faradio [F]. Relaci3n entre a capacidade, as dimensi3ns e o diel3ctrico. Reactancia capacitiva. Relaci3n de fase entre a tensi3n e a corrente. Caracter3sticas dos condensadores fixos e variables: aire, mica, pl3stico; cer3micos e electrol3ticos. Coeficiente de temperatura. Corrente de fuga.
- 2.3 **Bobinas.** Autoinducci3n. Unidade: o henrio [H]. Efecto do n3mero de espiras, di3metro, lonxitude e material do n3cleo na indutancia. Reactancia. Relaci3n de fase entre tensi3n e corrente. Factor Q. Efecto pelicular. Perdas no material condutor.
- 2.4 **Transformadores.** Aplicaci3ns e usos. O transformador ideal ( $P_{\text{prim}} = P_{\text{sec}}$ ). Relaci3ns entre n3mero de espiras e tensi3ns, correntes e impedancias no primario e no secundario. Transformadores e perdas na transformaci3n.
- 2.5 **D3odos.** Uso e aplicaci3ns dos d3odos. Rectificadores, d3odos z3ner, LED e VARICAP. Tensi3n inversa e corrente de fuga.
- 2.6 **Transistores.** Transistores bipolares (PNP e NPN). Factor de amplificaci3n. Transistores de efecto campo. Configuraci3n de transistores: emisor (fonte) com3n, (porta) base com3n, colector (drenaxe) com3n, impedancias de entrada e sa3da e m3todos de polarizaci3n.
- 2.7 **Outros compo3nentes.** V3lvulas: caracter3sticas elementais, tipos e aplicaci3ns m3is usuais. V3lvulas nas etapas de potencia. Circuitos integrados. Circuitos dixitais: xeneralidades.

## 3. Circuitos

- 3.1 **Combinaci3n de compo3nentes.** Circuitos en serie e paralelo de resistencias, bobinas, condensadores, transformadores e d3odos. Correntes, tensi3ns e impedancias nesos circuitos. Comportamentos reais de resistencias, condensadores e bobinas a altas frecuencias.
- 3.2 **Filtros.** Circuitos sintonizados en serie e paralelo. Impedancia, frecuencia de resonancia, factor de calidade dun circuito sintonizado. Ancho de banda. Filtros paso baixo, paso alto, paso banda e rexeitamento de banda con elementos pasivos. Resposta en frecuencia. Filtros en pi e en T. Filtros de cuarzo. Filtros dixitais.



- 3.3 **Fontes de alimentación.** Rectificadores de media onda, de onda completa e rectificadores de ponte de díodos. Circuitos de filtrado. Circuitos estabilizadores de tensión en fontes de baixa voltaxe. Fontes de alimentación conmutadas, illamento e compatibilidade electromagnética.
- 3.4 **Amplificadores.** Amplificadores de baixa frecuencia e radiofrecuencia. Factor de amplificación, ganancia. Características de amplitude, frecuencia e ancho de banda. Polarización dos amplificadores. Clases A, AB, B e C. Harmónicos e distorsión por intermodulación, sobrecarga de etapas amplificadoras.
- 3.5 **Detectores/demoduladores.** Detectores de AM. O díodo como detector, o detector de envolvente. Detectores de produto e osciladores de batido, detectores de CW e SSB. Demoduladores de FM. Detectores de pendente. Discriminadores.
- 3.6 **Osciladores.** Realimentación, oscilación intencionada e non intencionada. Factores que afectan á frecuencia, estabilidade de frecuencia e condicións necesarias para a oscilación. Osciladores LC. Osciladores controlados a cristal e osciladores de sobretons. Oscilador controlado por tensión (VCO). Ruído 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 dixitais de sinal (DSP).** Filtros dixitais (IIR e FIR). Osciladores por síntese dixital directa. Outros circuitos con procesadores dixitais de sinal.

#### 4. Receptores

- 4.1 **Tipos de receptores.** Receptores homodinos puros e mixtos. Receptores superheterodinos de simple e dobre 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 e funcionamento das principais etapas de recepción RF.** Amplificador de radiofrecuencia. Osciladores [fixo e variable]. Mesturador. Amplificador de frecuencia intermedia. Limitador. Detector. Oscilador de batido. Amplificador de baixa frecuencia. Control automático de ganancia. Medidor S ou medidor de nivel de sinal. Silenciador.
- 4.4 **Características dos receptores.** Definicións de canle adxacente, selectividade, sensibilidade, ruído no receptor e figura de ruído. Estabilidade. Aliasing. Frecuencia imaxe. Desensibilización e bloqueo. Intermodulación e modulación cruzada.

#### 5. Transmisores

- 5.1 **Tipos de transmisores.** Transmisores con ou sen 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 e funcionamento das principais etapas de transmisión RF.** Mesturador. Oscilador. Preamplificador. Excitador. Multiplicador de frecuencia. Amplificador de potencia. Filtro de saída. Modulador de frecuencia. Modulador de banda lateral única. Modulador de fase. Filtros a cristal.
- 5.4 **Características dos transmisores.** Estabilidade de frecuencia. Ancho de banda de radiofrecuencia. Bandas laterais. Marxe de audiofrecuencia. Efectos non lineais, harmónicos e distorsión de intermodulación. Impedancia de saída. Potencia de saída. Rendemento. Desviación de frecuencia. Índice de modulación. Emisións non desexadas: emisións non esenciais e emisións fóra de banda. Radiación por estrutura. Transceptores. Repetidores en VHF e UHF. Localización de repetidores.



## 6. Antenas e liñas de transmisión

6.1 **Tipos de antenas.** Antena de media onda alimentada no centro. Antena de media onda alimentada nun extremo. Dipolo pregado. Antena vertical en cuarto de onda, plano de terra. Antena Yagi. Antena de apertura, parabólica, reflectores, bucinas. Dipolo con trampas.

6.2 **Características das antenas.** Distribución da tensión e da corrente. Impedancia no punto de alimentación. Impedancia indutiva ou capacitiva das antenas non resoantes. Polarización. Ganancia, directividade e eficiencia dunha antena. Área de captura. Potencia efectiva radiada. Relación adiante-atrás. Diagramas de polarización vertical e horizontal.

6.3 **Liñas de transmisión.** Liña de condutores paralelos. Cable coaxial. Guía de ondas. Impedancia característica dunha liña de transmisión. Factor de velocidade. Relación de onda estacionaria. Perdas na liña de transmisión. Balun. A liña en cuarto de onda como transformador de impedancia. Liñas aberta e en cortocircuíto como circuitos sintonizados. Sintonizadores ou acopladores de antena.

7. **Propagación.** Atenuación do sinal, relación sinal/ruído. Propagación das ondas electromagnéticas segundo a súa frecuencia. Propagación por visión directa, propagación en espazo libre. Capas da ionosfera. Influencia do sol na ionosfera. Frecuencia crítica. Máxima frecuencia utilizable. Frecuencia óptima de traballo. Onda de terra, onda de espazo, ángulo de radiación, distancia de salto. Saltos múltiples na ionosfera. Desfalecemento. Efecto da troposfera. Influencia da altura da antena no alcance (horizonte radioeléctrico). Inversión de temperatura. Propagación por condutor. Reflexión esporádica. Reflexión por auroras boreais. Reflexión por meteoritos. Reflexión lunar. Ruído atmosférico, galáctico e térmico. Predición de propagación, cálculo básico.

## 8. Medidas

8.1 **Medidas de corrente e tensión.** Modo de realizar as medidas de corrente e tensións continuas e alternas. Erros nas medidas. Influencia da frecuencia, da forma de onda e da resistencia interna dos equipos de medida. Medida de resistencia. Medidas de potencia de continua e de radiofrecuencia (potencia media e potencia de pico da envolvente). Medida das ondas estacionarias. Forma de onda da envolvente no sinal de radiofrecuencia. Medidas de frecuencia. Frecuencia de resonancia.

8.2 **Equipos de medida.** Polímetro analóxico e dixital. Vatímetro de radiofrecuencia. Medidor de onda estacionaria. Contador de frecuencia. Osciloscopio. Vatímetro. Analizador de espectros.

## 9. Interferencia e inmunidade

9.1 **Interferencia en equipos electrónicos.** A compatibilidade electromagnética. Bloqueo. Interferencia co sinal desexado. Intermodulación, detección en circuitos de son.

9.2 **Causas de interferencias en equipos electrónicos.** Intensidade de campo do transmisor. Radiacións espurias do transmisor (radiacións parasitas, harmónicos). Influencia non desexada no equipo: (a) Vía antena. (b) Vía outras liñas conectadas ao equipo. (c) Por radiación directa.

9.3 **Medidas contra as interferencias.** Medidas para previr e eliminar os efectos das interferencias. Filtrado, desacoplo e apantallamento.

10. **Seguridade.** Precaucións especiais para evitar accidentes eléctricos nas estacións de radio. Instalación eléctrica: proteccións xerais e dos equipos. Protección contra contactos das persoas. Posta a terra. Disposición de antenas e de liñas de alimentación. Protección contra descargas atmosféricas. Toma de terra.



## 2.2. Segundo exercicio

Consta das regras e procedementos de operación nacionais e internacionais

1. **Alfabeto Fonético Internacional.** Códigos para o deletreo de letras e cifras.
2. **Código Q.** Grupos do código Q, con énfase naqueles máis utilizados no servizo de afeccionados.
3. **Abreviaturas.** Abreviaturas máis usuais nas comunicacións de afeccionados.
4. **Sinais internacionais de socorro, urxencia e seguridade, tráfico de emerxencia e comunicacións en caso de desastres naturais.** Sinais radiotelegráficos e radiotelefónicos de alarma, socorro, urxencia e seguridade. Emprego internacional das radiocomunicacións nas bandas de frecuencias do servizo de afeccionados en caso de catástrofes naturais (Res. 640 R.R.) Bandas de frecuencias atribuídas ao servizo de afeccionados. CNAF.
5. **Distintivos de chamada.** Identificación das estacións radioelétricas de afeccionado. Uso dos distintivos de chamada. Composición dos distintivos de chamada. Prefixos nacionais.
6. **Plans de Bandas da IARU.** Plans de bandas da IARU. Obxectivos que se perseguen en ditos plans.
7. **Responsabilidade social do radioaficionado.** Procedementos operativos.
8. **Regulamentación nacional e internacional sobre o servizo de radioaficionados e radioaficionados por satélite.**
  - 8.1 **Regulamentación nacional sobre radioaficionados.** Lei 19/1983, do 16 de novembro, sobre regulación do dereito a instalar no exterior dos inmobles as antenas das estacións radioelétricas de afeccionados. Real Decreto 2623/1986, de 21 de novembro, polo que regulan as instalacións de antenas das estacións radioelétricas de afeccionado. Regulamento do uso do Dominio Público Radioelétrico por afeccionados. Instrucións para a súa aplicación. Regulamento de uso de dominio público radioelétrico por afeccionados.
  - 8.2 **Regulamentación da CEPT.** Recomendación T/R 61-01. Uso temporal de estacións de afeccionado en países da CEPT. Uso temporal de estacións de afeccionado en países non-CEPT adheridos aos procedementos da Recomendación T/R 61-01. Recomendación T/R 61/02 sobre harmonización de procedementos para a expedición e aceptación de diplomas de operador.
  - 8.3 **Regulamentación da Unión Internacional de Telecomunicacións.** Definicións dos servizos de afeccionados e de afeccionados por satélite. Definición de estación radioelétrica de afeccionado. Disposicións do Regulamento de Radiocomunicacións que afectan aos servizos de afeccionados e de afeccionados por satélite. Condicións de uso das estacións de afeccionado e de afeccionado por satélite. Rexións e zonas UIT. A regulamentación de radioaficionado no CNAF.
9. **Inspección e réxime de sancións.** Órganos competentes en materia de inspección e réxime de sancións. Infraccións leves. Infraccións graves. Infraccións moi graves.

