

MEDIOS DE ENSEÑANZA DE LA RADIOELECTRÓNICA EN LA UNIVERSIDAD DE CÁDIZ



Resumen:

En este artículo se presenta el Taller-Simulador de Radiocomunicaciones del CASEM (Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos) y cómo fue concebido para convertirlo en aula multidisciplinar de radioelectrónica así como las funciones que cumple dentro de la tarea docente, investigadora diaria y en muy poco tiempo como estación colectiva de aficionado.

Creemos que al alumnado no sólo se le debe impartir unos conocimientos teóricos y prácticos fundamentales para su futuro, sino que además se debe incentivar su "curiosidad" mediante actividades extra-académicas que le permitan asimilar mejor las técnicas que aquí les enseñamos, pero eso debe partir de su interior por lo que hemos creado el Radioclub de la Universidad de Cádiz, RCUCA, con el Nr. 195 del Registro de Asociaciones de Radioaficionado.



Campo de antenas del Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos de la Universidad de Cádiz.

Justificación del uso de los simuladores:

Podemos definir el simulador como un conjunto de elementos relacionados entre sí de manera que su comportamiento es similar, con un alto grado de aproximación, al que tendría el objeto de simulación bajo un conjunto de hipótesis de trabajo.

Popper [1] dice que "se utilizará la simulación en los casos en los cuales es imposible efectuar las experiencias sobre un sistema real por una de las razones siguientes:" de las cuales entresacamos:

- Imposibilidad de realizar las modificaciones necesarias en el sistema real que se quiere simular.
- Existen restricciones jurídicas, morales o éticas que se oponen a la experimentación sobre el sistema real.
- Fuera necesario modificar la escala de tiempos de manera que se pudiera estudiar aquel proceso que fuera demasiado rápido o demasiado lento.
- Se necesitase desde el punto de vista pedagógico gracias a lo cual los alumnos comprendiesen mejor la evolución del sistema y sus consecuencias.

A las que añadimos:

- El coste económico de los procesos reales sea mayor que los simulados.
- El número de alumnos por práctica excede el número de equipos reales disponible.

Es por ello que la Universidad de Cádiz ha invertido una considerable cantidad de dinero en los simuladores de Navegación [2], Cámara de Máquinas [3], Planetario y Radionavegación.

Introducción:

Aunque pueda parecer obvio, para cualquier centro de enseñanza marítima es imprescindible la enseñanza de las radiocomunicaciones [4,5], no sólo para la Facultad de Ciencias Náuticas de la Universidad de Cádiz o el Centro Superior de Estudios del Mar de la Universidad de la Laguna, sino para todas las facultades de ciencias náuticas, institutos de formación profesional náutico-pesqueros y centros homologados de enseñanzas náutico-deportivas.

Llegar a disponer de un simulador de radiocomunicaciones no es tarea

fácil, sobre todo cuando no se dispone de subvenciones oficiales que cubran la totalidad de los objetivos a cumplir, que dependiendo del tipo de centro serán más o menos exigentes.

En nuestro caso, se imparten cuatro titulaciones implicadas con las radiocomunicaciones, como son las diplomatura y licenciatura en Radioelectrónica Naval [6,7], la diplomatura en Navegación Marítima y la licenciatura en Náutica y Transporte Marítimo, aparte de los cursos del Operador General del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima [8].

Punto de partida:

El punto de partida del actual simulador fue en 1992, cuando la Facultad de Ciencias Náuticas se traslada de Cádiz al nuevo centro de Puerto Real, debiendo reubicar el máximo número de equipos para impartir las enseñanzas desde el primer día, en nuestro caso era toda una estación de radio que cumplía con lo establecido en SEVIMAR 74 [9].

Ya en el C.A.S.E.M. se instaló también la consola GMDSS para poder cumplir con la normativa SEVIMAR 88 en su forma enmendada [10] y, posteriormente, con el STCW95 [11]. Lo que produjo que las titulaciones de puente se implicasen en el uso del citado simulador.

Aún así, el simulador estaba compuesto por estaciones de radiocomunicaciones exclusivamente marítimas y no permitía su uso fuera del ámbito puramente procedimental.

Desarrollo.

Nuestra idea fue hacer del simulador una verdadera herramienta de enseñanza, que fuera lo más multidisciplinar posible y que permitiera su uso no sólo para la docencia de los procedimientos radioeléctricos, sino también para el análisis de señales en radiofrecuencia y banda base y que pudiéramos realizar comunicaciones entre el alumnado sin tener la necesidad de emitir.

Para ello se solicitó de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional, convocatoria de 1994, una cantidad de dinero que permitió la adqui-



Consola de simulación del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima.

sición de dos equipos Yaesu VHF/UHF con sus respectivas antenas omnidireccionales y directivas, tres ordenadores, una tarjeta de procesado digital de la señal con compilador C, un rotor de antenas con giro en elevación y acimut y una fuente de alimentación. Este equipo sirvió para complementar a un transceptor de onda corta Yaesu 747GX, antena y fuente de alimentación que provino de una ayuda económica que otorgó la Universidad de Cádiz en 1990 para paliar las deficiencias instrumentales que tenía la antigua Escuela Superior de la Marina Civil en el momento de su integración en la anterior.

Gracias a pequeñas subvenciones del Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, Máquinas y Motores Térmicos y Teoría de la Señal y Comunicaciones, adquirimos los componentes para fabricar tres modems Hamcomm [12], valiosa herramienta que integra los transceptores y receptores de radio con los ordenadores [13] y finalmente, recibimos del presupuesto de inversiones 1998 de la Universidad de Cádiz la cantidad de un millón de pesetas que fueron compartidos para mejorar el instrumental del taller de radiotecnía y el simulador en su capítulo de antenas y obra para canalización de las líneas de transmisión de las mismas.

También es de mencionar la aportación desinteresada de equipos y antenas por particulares y empresas del sector marítimo, como Unicaja con diez ordenadores IBM PSII, la E.N.Bazán de C.N.M.S.A. con un analizador de espectros analógico de 500 kHz a 18 GHz y la empresa Cádiz Electrónica con 15 PCs clónicos.

Objetivos propuestos:

Como anteriormente hemos descrito, la Facultad de Ciencias Náuticas dispone de cuatro titulaciones que se encuentran implicadas en el uso del simulador, lo que condiciona la multidisciplinariedad del mismo.

En este taller se puede:

- Impartir los cursos GMDSS a los alumnos de las dos carreras de puente. Esto se realiza a través del Secretariado de Postgrado y títulos propios de la UCA mediante, al menos, dos cursos al año.
- Impartir los cursos GMDSS a los profesionales del sector que lo soliciten. Normalmente a través de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación de la UCA.
- Impartir éste u otros cursos sobre GMDSS a empresas que los contraten. Normalmente a través de la Fundación Universidad-Empresa de la provincia de Cádiz.
- Impartir las prácticas de las asignaturas de las dos carreras de Radioelectrónica Naval, entre otras: Transmisores y Receptores Marítimos, Propagación y Sistemas de Antena, Estaciones Radioelectrónicas, Instalaciones Radioelectrónicas Marítimas, Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima, Telemática Marítima, Radiotecnía, Sistemas de Banda Ancha, Sistemas Avanzados de Comunicaciones, Análisis Espectral, etc.
- Permitir que los alumnos de radioelectrónica, en sus horas libres, puedan investigar en las bandas de radiofrecuencia o repetir aquellas prácticas que necesiten.

- Permitir las comunicaciones por radio entre la Facultad y las embarcaciones del Servicio Centralizado de Embarcaciones de la UCA, con el fin de realización de prácticas reales.
- Permitir la investigación en procesado digital de la señal en banda base a aquellos doctores y doctorandos que elijan esta línea de investigación.
- Impartir cursos de aficionado a la comunidad universitaria y foránea, que en el caso de nuestros alumnos de radio es una manera de incentivar el aprendizaje y estimular el estudio.
- Realizar cursos de verano exclusivos del mundo de la radioafición.
- Participar en ejercicios de radiolocalización en la mar en banda de aficionado.
- Poner a la disposición de la Administración una estación de radiocomunicaciones que permita su utilización en casos de naufragio, accidente o catástrofes.

Descripción y funciones del simulador:

El simulador está instalado en el Taller 26 del CASEM, campus del Río San Pedro, Puerto Real, Cádiz, en un aula de 30 metros cuadrados y está dispuesto en tres consolas bien diferenciadas:

- Consola del simulador GMDSS.
- Consola de radiofrecuencia, y
- Consola de simulación de radiocomunicaciones digitales y análisis de señales de televisión.

Disponiendo así mismo de cuatro talleres que la complementan, el Taller 27 o de Radiotecnía, el Taller 28 o de Comunicaciones Interiores, el Taller 33 o de Comunicaciones Radiotelegráficas y el Taller 34 o Simulador de Comunicaciones Satelitarias.

Consola del simulador GMDSS.

Esta consola está compuesta por [10]:

- Un transceptor de onda media y onda corta Skanti TRP8250.
 - Un terminal de radiotélex Sait integrado con impresora.
 - Un receptor y controlador de llamada selectiva digital Skanti 8006.
 - Un transceptor Inmarsat C Saturn C integrado con una impresora y un PC286.
 - Un receptor Navtex Sait.
 - Un receptor vigilante de 2182 kHz Skanti WR6000
 - Un transceptor VHF D73 Sait.
 - Un transceptor de VHF con controlador de llamada selectiva digital Skanti XH5141.
 - Una radiobaliza indicadora de posición de siniestros Jotron Cospas-Sarsat de 406 MHz.
 - Antenas, líneas de transmisión y fuente de alimentación para cada equipo.
- La función de esta consola es proporcionar al alumno la destreza necesaria para la operación de los equipos GMDSS que encontrará en los buques durante su carrera profesional, así como dar una visión particularizada sobre los sistemas de instalación, integración, manteni-

miento y reparación de los mismos en el caso de los alumnos de radioelectrónica. Esta consola se utiliza sólo y exclusivamente para la banda marina y gracias a la colaboración de la Secretaría General de Telecomunicaciones y a la Dirección General de la Marina Mercante hemos conseguido la licencia temporal de estación de operaciones portuarias Universidad de Cádiz Radio (MMSI 002241015), permitiéndonos la comunicación directa con los buques de la UCA y que nuestros alumnos puedan realizar prácticas de procedimientos de radiocomunicaciones navales, siendo el primer centro de enseñanza que dispone de la citada estación.

Consola de radiofrecuencia:

Esta consola está compuesta por:

Un receptor de onda media y corta Eddystone Modelo 830.

Un receptor de onda media y corta Eddystone Modelo 4001.

Un transceptor de onda corta Yaesu FT747GX con acoplador de antenas.

Dos transceptores VHF/UHF Yaesu FT8000.

Un transceptor de onda media Crame MF400.

Un transceptor VHF/SMM Crame 5000S.

Dos fuentes de alimentación de 12Vcc 30 A.

Tres ordenadores de enseñanza.

Un ordenador de investigación Pentium con tarjeta sound-blaster.

Una tarjeta de procesado digital de la señal TI TMS320 C30.

Un analizador de espectros portable de 500kHz a 500 MHz Hammeg.

Un analizador de espectros portable de 4 MHz a 18 GHz Hewlett-Packard.

Tres modems Hamcomm [12].

Una impresora.

Software de análisis y recepción de radiocomunicaciones digitales y analógicas.

Una red de distribución de audio con amplificador.

10 antenas resonantes a distintas frecuencias y

Un rotor Yaesu con giro en acimut y elevación.

La función de esta consola es permitir al alumno la recepción de señales de radiofrecuencia en tiempo y situación real para poder analizarlas 'in situ' o en diferido, logrando asimilar mejor los conceptos teóricos que anteriormente se le han explicado, permitiendo la decodificación de señales Baudot, ARQ, FEC [13], SSTV y radiofacésimil [14] y la escucha y visualización de señales analógicas, Clover y MFSK, realizar el análisis espectral de todo tipo de señales y el diseño de los filtros adaptativos contra el ruido y la deriva en frecuencia o el cambio de codificación del mensaje.

Así mismo es posible trabajar con satélites de órbita polar baja en banda de aficionado, seguimiento de estaciones móviles, estudios de diagramas de radiación de antenas y construcción de las mismas, estudios de repetidores y trabajo con estaciones de aficionado siempre que se disponga de indicativo de aficionado y solicitando autorización temporal a la Secretaría General de Telecomunicaciones.

La red de distribución de audio permite la recepción simultánea de las señales radiotelefónicas y radiotelegráficas a 14 alumnos provistos de auriculares y al resto del grupo de prácticas mediante dos altavoces de 150 vatios lo que permite monitorizar los QSOs entre estaciones de aficionado o la práctica de recepción de radiotelefonía en inglés u otros idiomas foráneos.

Los analizadores de espectros son susceptibles de conectarse a cualquiera de las antenas para analizar las radiocomunicaciones recibidas en las bandas de onda media a UHF (de 500 kHz a 1700 MHz), no utilizándolos en frecuencias superiores debido a la gran atenuación presentada por las líneas de alimentación.

Consola de análisis de señales de televisión.

Esta consola, instalada en la misma estantería que la de simulación de radiocomunicaciones digitales, está dotada de:



Consola de radiofrecuencia.

Un receptor de televisión Daewoo de 21 pulgadas.

Un medidor de campo de señales de televisión y radio Promax (50-900 MHz).

Un rotor de antenas Televés y controlador (sólo acimut), y

Una antena multibanda Televés instalada con polarización horizontal sobre el rotor.

La función de esta consola es la de realizar estudios sobre propagación y calidad de señales de televisión y directividad de antenas receptoras, la realización de las prácticas de las asignaturas: Propagación y Sistemas de Antenas y Sistemas de Banda Ancha y la evaluación de los transmisores de televisión construidos por ellos en las prácticas.

Consola de simulación de radiocomunicaciones digitales.

Esta consola está compuesta por:

Siete ordenadores PSII, y

Un ordenador PC O86.

Un ordenador Macintosh Plus.

Cuatro modems nulos RS232C, y

Cuatro modems nulos Hamcomm.

Tres pletinas dobles estéreo Sony.

Una mesa de mezclas de audio de 8 entradas y dos salidas.

El número de PCs agrupados posibilita tres funciones a esta consola:

Simulación de radiocomunicaciones digitales punto-a-punto en las modalidades de señales ARQ, FEC y radiofacésimil buque-buque o costera-buque, aprendizaje del uso de los programas de radiocomunicaciones marítimas más usuales para radiotélex e Inmarsat C, procedimientos télex Inmarsat A [15,16], tratamiento numérico simultáneo - en diferido- de las señales captadas a través de la tarjeta de procesado digital de la señal de que está provista la consola de radiofrecuencia antes aludida y realización de las prácticas de la asignatura Telemática Marítima.

Utilización independiente de los ordenadores para su aprovechamiento en otras asignaturas del departamento mediante la utilización de programas de cálculo de antenas, bobinas, circuitos resonantes y micro-pistas, adaptación de impedancias, diseño y análisis electrónico asis-



tidos por computador, seguimiento de satélites, simulación de servosistemas, modelado y simulación de autopilotos, compases giroscópicos, sensores, servotimones y análisis de la dinámica del buque [2], diseño asistido de placas de circuitos impresos, etc. así como la búsqueda de datos a través de la red Internet o el desarrollo de nuevos interfaces hombre-máquina mediante programación con intérpretes.

Simulación y análisis de comunicaciones digitales en banda de aficionado mediante un sistema punto-a-punto con las modalidades Baudot, SSTV, FEC y ARQ.

El equipo de mezcla de audio permite:

Generación de señales puras en banda base, grabación de las mismas y mezcla con otras señales o con ruido aleatorio o coloreado para su posterior decodificación en banda base.

Registro y reproducción de aquellas comunicaciones analógicas o digitales que sean de interés para la docencia o la investigación y que sea necesario reproducirla varias veces o trabajar con ellas en tiempo diferido.

El Taller de Radiotecnía dispone de 5 puestos completos de alumnos e instrumental de análisis y mantenimiento de equipos electrónicos y de radiocomunicaciones, así como de pequeños entrenadores de comunicaciones analógicas y digitales tanto para banda base como



Antena Jpolo construida en cobre por miembros del radioclub antes de su pintado.

para radiofrecuencia.

El Taller de Comunicaciones Interiores dispone de una completa consola de generación, mezcla y reproducción de señales de video y audio así como de simuladores de centralitas telefónicas y comunicaciones interiores de buques.

El Taller Simulador de Comunicaciones Radiotelegráficas dispone de 20 puestos de alumno para entrenamiento de radiooperadores en grafía y fonía, utilizándose para ello una red de audio de dos canales integrada con un magnífico receptor profesional Skanti y un sistema de audio de alta fidelidad.

El Taller Simulador de Comunicaciones Satelitarias dispone de cinco puestos de alumno y uno de instructor para la enseñanza y adiestramiento en comunicaciones vía satélite Inmarsat normas A y C.

Efectos colaterales:

El hecho de poder disponer de un equipamiento tan diverso en un único simulador ha producido una serie de efectos colaterales

que redundan en el mismo, casi siempre positivamente, como son:

- Gestión para la consecución de una licencia de estación de operaciones portuarias para la emisión en las bandas marinas de VHF



con el fin de: realizar prácticas de comunicaciones entre la Facultad y buques de la UCA u otros buques, control de regatas locales y realización de ejercicios de salvamento propios.

- Concesión de licencia de estación de operaciones portuarias para la emisión y asignación de frecuencias en las bandas marinas de onda media y onda corta con el fin de: realización de prácticas de comunicaciones con las estaciones de buque en las que se embarcan nuestros alumnos (mediante convenio Universidad-Empresa), control de regatas de altura y prueba de nuevos sistemas de radiocomunicaciones digitales en las bandas del Servicio Móvil Marítimo.
- Creación de la asociación de aficionados "Radioclub de la Universidad de Cádiz, RCUCA".
- Gestión para la concesión de licencia de estación colectiva de aficionado e indicativos especiales con motivo de cursillos, cursos de verano, cursos monográficos y eventos trascendentes, como pueda ser la Gran Regata 2000 que partirá de Cádiz en el próximo mayo o la puesta en el aire de una estación especial de aficionado con motivo del 500 aniversario de la creación en Cádiz del Colegio de Pilotos Vizcaínos.
- Gestión, ante diversas empresas de la Bahía, para la consecución de equipamiento informático y de radiocomunicaciones.
- Realización de cursos de Ingeniería de Sistemas GMDSS.
- Incremento del uso del simulador por parte de los alumnos.
- Mejora del rendimiento de la capacidad de asimilación del alumnado a la hora de poder "ver" las señales sobre una pantalla y no quedarse exclusivamente con el concepto teórico.
- Incremento del interés del rectorado de la Universidad de Cádiz sobre el simulador y sus labores investigadora, docente y social proporcionando el apoyo institucional cada vez que se le ha requerido.

Quedando por realizar otras posibles gestiones para la firma de convenios de colaboración con ayuntamientos, Protección Civil, el Servicio Marítimo de Telefónica y SASEMAR, así como con empresas del sector en materia de investigación.

Conclusiones:

Durante siete años se ha ido avanzando, poco a poco, en la consecución de equipamiento radioelectrónico e informático hasta que se ha logrado obtener un simulador de radiocomunicaciones multidisciplinar, tanto para docencia como para investigación u ocio, y se ha dotado al alumnado y a los investigadores de unas herramientas básicas, pero muy efectivas, para el aprendizaje y el tratamiento de las señales radioeléctricas.

Nuestros objetivos se amplían cada vez más y no cejamos en nuestro empeño para conseguir adaptarnos a los nuevos sistemas de radiocomunicaciones navales y terrestres (comunicaciones empaquetadas, CLOVER 2K [17]), utilizando nuevas herramientas y mejores métodos de preparación de los futuros profesionales e investigadores.

Desde estas páginas animamos tanto a las secciones locales de URE como a los radioclubs de la zona a que nos visiten y puedan participar con nosotros en aquellos eventos que ensalcen la radioafición española.

Agradecimientos:

El autor de este artículo desea agradecer a las entidades que a continuación se citan la colaboración económica o material aportada para la consecución de este simulador: Rectorado de la Universidad de Cádiz, Unión Europea (FEDER II), Unicaja, Compañía Trasmediterránea S.A., Fábrica de Artillería de la E.N. Bazán de C.N.M.S.A. y empresa Cádiz Electrónica.

Bibliografía:

- [1] POPPER; J. *La Dynamique des Systèmes*. Les editions d'Organization. París. 1973.
- [2] MASCAREÑAS PÉREZ-IÑIGO, CARLOS. *Aportaciones al análisis de la dinámica de un buque y sus sistemas de gobierno mediante un simulador de navegación*. Tesis doctoral. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Cádiz. Libro electrónico. CD-ROM. 1998.
- [3] BENITEZ DOMINGUEZ; R. *Metodologías de entrenamiento en simuladores de cámara de máquinas*. Tesis Doctoral. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Cádiz. 1995.
- [4] *Reglamento de Radiocomunicaciones. Artículo 55*. Certificado para el personal de estación de barco y estación terrena de barco. Parágrafos 3860 - 3953. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Ginebra. 1994.
- [5] *Resolución A.703 (17)*. Aprobada el 6 de noviembre de 1991. Punto 10 del orden del día. *Formación del personal de radiocomunicaciones del sistema mundial de socorro y seguridad marítima (SMSSM)*. Asamblea de la Organización Marítima Internacional. Resoluciones y otras decisiones. Resoluciones 680-732. Organización Marítima Internacional. Londres. 1992. pp 197-209.
- [6] *Resolución de 1 de septiembre de 1994 por la que se regula el Plan de Estudios de la Diplomatura en Radioelectrónica Naval* Boletín Oficial del Estado. Madrid. 17 de septiembre de 1994. p.28688
- [7] *Resolución de 30 de enero de 1995 por la que se regula el Plan de Estudios de la Licenciatura en Radioelectrónica Naval* Boletín Oficial del Estado. Madrid. 2 de marzo de 1995. p.3.
- [8] *Programa para el curso de Operador General del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM)*. Boletín Oficial del Estado. Madrid. Nº 300. 16 de diciembre de 1993. pp. 13023-13027
- [9] *Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar*. Organización Marítima Internacional. Capítulo IV. Londres. 1974.
- [10] SOLAS. Edición refundida 1992. Capítulo IV. Organización Marítima Internacional. Londres. 1994.
- [11] *Enmiendas 1995 al anexo del convenio internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar, 1978*. Boletín Oficial del Estado. Madrid. 10 de marzo de 1997. P.15536.
- [12] CANTERO; B. *PC Interfaz Programas Fax/SSTV/RTTY/CW/Packet*. URE. Unión de Radioaficionados Españoles. Madrid. Abril 1994.
- [13] MASCAREÑAS PÉREZ-IÑIGO, CARLOS. *Aplicación docente del Programa Hamcomm en la Enseñanza de las Radiocomunicaciones Navales*. Colegio de Oficiales de la Marina Mercante Española. Madrid 1997. 3er trimestre de 1997. pp 36-40.
- [14] MASCAREÑAS PÉREZ-IÑIGO, CARLOS. *Aplicación docente de los programas de facsímil meteorológico en la enseñanza de las Radiocomunicaciones Navales*. Colegio de Oficiales de la Marina Mercante Española. Madrid 1998. 2º trimestre de 1998.
- [15] MASCAREÑAS PÉREZ-IÑIGO, CARLOS. *Sistemas Avanzados de Comunicaciones Navales*. Servicio de Publicaciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cádiz. Depósito Legal: CA-227/92.
- [16] MASCAREÑAS PÉREZ-IÑIGO, CARLOS. *Programa docente de Simulación de Comunicación Vía Satélite*. Colegio de Oficiales de la Marina Mercante Española. Madrid. Marzo-abril 1994. pp 51-56.
- [17] ETXEBARRÍA; B, HERNÁEZ; I, MARTÍNEZ; I y GÁNDARA; R. *El modem G3RUH*. Grupo de Tratamiento de la Señal y Radiocomunicaciones. ETSI Telecomunicación de Bilbao. Radioaficionados. Unión de Radioaficionados Españoles. Madrid. Abril 1998. pp 16-18.

Carlos Mascareñas y Pérez-Iñigo (EA7GWJ)

Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, Máquinas y Motores Térmicos y Teoría de la Señal y Comunicaciones. Universidad de Cádiz. Campus Río San Pedro. 11510 Puerto Real, Cádiz.
e-mail: carlos.mascarenas@uca.es