

INDUSTRIAL AND REAL-TIME COMMUNICATIONS

Curso 2015/2016

(Código:28805020)

1.PRESENTACIÓN

Las comunicaciones industriales son una de las áreas en auge dentro del amplio mundo de las comunicaciones, al unirse en un mismo entorno, por un lado los temas empresariales y más concretamente, los temas de fabricación más ligados a la industria en su aspecto más amplio y básico a la vez y, por otro, las comunicaciones como soporte completo y complejo para la implantación tecnológica dentro de la empresa.

Esta asignatura abarca los sistemas en tiempo real aplicadas a entornos industriales, incluyendo la programación en Java y tecnologías para buses de campo y procesamiento distribuidos, con especial atención al enfoque básico de los principales buses de campo (Profibus, WorldFIP, CAN y Ethernet Industrial) y las áreas de aplicación de Comunicaciones Industriales .

Industrial communications is one of the booming areas within the wide world of communications because it joins in the same environment topics business (and in more detail, the issues related to manufacturing industry in its broadest and basic aspect) and communications, as complete (and complex) technological implementation support within the company.

This subject covers real time systems applied to industrial environment, including programming on Java and technologies for field buses and distribution processes, with special attention to basic approach to main field buses (Profibus, WorldFIP, CAN and Industrial Ethernet) and applications areas of Industrial Communications.

2.CONTEXTUALIZACIÓN

Comunicaciones Industriales y en Tiempo Real es una asignatura obligatoria de primer semestre. Se incluye en el primer módulo del Máster (Módulo Fundamental), que tiene como objetivo proporcionar una formación científica, profunda y exhaustiva.

Esta asignatura introduce los conceptos fundamentales que se desarrollarán en algunas asignaturas del segundo módulo, como *Comunicaciones Inalámbricas y por Satélite* y *Comunicaciones Móviles*.

Los estudiantes obtendrán 5 ECTS obligatorios al superar esta asignatura.

Industrial and Real-time Communications is a first semester compulsory subject in ICS Master. It belongs to first Master module (Fundamental Module) which aims to provide a deep and thorough scientific training.

This subject introduces fundamental concepts that will be developed in some subjects in Second Module, like *Wireless Communications and Satellite* and *Mobile Communications*.

Students get 5 compulsory ECTS with this subject after the positive grading.

3.REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

Para estudiar esta asignatura con éxito, dado su carácter técnico y final, se requiere tener conocimientos previos básicos de Electrónica Analógica y Electrónica Digital.

To study with exit this subject, given its technical and final character, you need to have previous knowledge of basic Analog Electronics and Digital Electronics.

4.RESULTADOS DE APRENDIZAJE

De acuerdo a los criterios de formación y orientación en el EEES, considerando los contenidos de la asignatura, los resultados de aprendizaje esperados son:

- Introducir los fundamentos de los sistemas en tiempo real y los mecanismos en que se apoyan. Conocer la programación de sistemas de tiempo real y sus problemas específicos.
- Conocimientos básicos de sistemas de tiempo real y las principales características de los sistemas de comunicación industrial en relación con conceptos como integración de la red, sincronización por tiempo y por eventos, planificación de mensajes y planificación de prioridades estáticas y dinámicas
- Acercamiento práctico a la programación de sistemas en tiempo real mediante gestión de interrupciones, entradas/salidas en las comunicaciones, sincronización y mensajes.
- Práctica de la programación Java para la implementación de sistemas de tiempo real .
- Introducir los fundamentos de las redes de comunicaciones basadas en Ethernet incluyendo la configuración básica de redes, transmisión y codificación, protocolos y enlace de datos, estándares OSI y TCP/IP, medios de acceso, redes LAN, WAN, PAN, redes IP y aplicaciones de los sistemas inalámbricos.
- Proporcionar conocimientos avanzados y específicos para Sistemas de Tiempo Real y Redes de Comunicaciones Industriales.
- Conocer los aspectos científicos y técnicos de las redes de comunicaciones industriales.
- Conocer los buses de campos, sistemas distribuidos, sistemas de mensajes, sincronización y configuración de estos sistemas.
- Conocer Profibus, WorldFIP, CAN and Industrial Ethernet. Permitirá comparar los buses de campo entre ellos, sus aplicaciones y orientaciones específicas en la industria.
- Desarrollar los principios de la seguridad y calidad en los sistemas de comunicaciones industriales.
- Conocer cómo establecer los mecanismos de seguridad, reconocimiento e implementación de parámetros y técnicas de seguridad y calidad de servicio en los sistemas de comunicaciones industriales.
- Introducción de otras áreas para los sistemas de comunicaciones industriales y aplicaciones de sistemas de control como: el hogar, el coche, la navegación, la aviación y los sistemas espaciales, así como sistemas de control, instrumentación, sensores y actuadores y sistemas SCADA.

According to EHEA orientation training and considering subject contents, expected learning outcomes are:

- Introduce fundamentals on real time system and mechanisms where are supported. Having in mind the programming of real time systems and specific relative issues.
- Basic knowledge of real time systems and the main characteristics of the industrial communication systems regarding concepts as network integration, time and event synchronization, message scheduling and static and dynamic priorities scheduling.
- Practice approach to programming on real time systems managing interruptions, communication inputs/outputs, synchronization and messages.
- Practice approach to Java programming implementing real time systems.
- Introduce fundamentals on Ethernet based communications including basic networks configuration and approaches, transmission and codification, protocols and data-link, OSI and TCP/IP standards, media access, LAN, WAN, PAN, IP networks and wireless systems applications.
- Provide advanced knowledge and specific related Real Time Systems and Industrial Communications Networks
- Knowing the scientific and technical aspects of industrial data communications.
- Knowledge of field buses, distributed systems, message system, synchronization and configuration of those systems
- Knowledge of Profibus, Worldfip, CAN and Industrial Ethernet. Comparisons, applications, differences on applicability and market and industry orientations
- Development of principles of security and quality parameters in industrial communication systems.



- Know how to establish mechanisms for communication security, recognition and implementation of security and quality parameters and techniques inside industrial communication systems.
- Introduce other application areas of industrial communication systems and other control system application as: home, car, ship, flight and spatial systems; as well as control systems, instrumentation, sensors and actuators, SCADA systems.

5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

La asignatura se divide en siete módulos:

1. Fundamentos y Programación de Sistemas en Tiempo Real: introducción a los fundamentos de los sistemas de programación en tiempo real, mecanismos que los soportan y problemas específicos.
2. Real time Java como sistema abierto de programación. Extensiones e implementación de sistemas de tiempo real en Java.
3. Comunicaciones basadas en Ethernet, IP, protocolos y estándares.
4. Buses de campo y procesos distribuidos: principios de los buses de campo y sistemas distribuidos, con especial atención a la configuración y programación.
5. Principales buses de campo: Profibus, Worldfip, CAN e Industrial Ethernet: descripción, comparación, aplicaciones específicas, funcionalidades, etc.
6. Seguridad y Calidad de servicio: parámetros de seguridad y calidad de servicio en redes de comunicaciones industriales.
7. Otras áreas de aplicación de las comunicaciones industriales y aplicaciones de sistemas de control.

Subject is divided in seven modules:

1. Fundamentals & Programming on Real Time Systems: Introduce fundamentals on real time system and mechanisms where are supported. Having in mind the programming of real time systems and specific relative issues.
2. Real time Java as an open programming system: Real-time Java extensions. Implementation of real time systems in Java.
3. Ethernet based communications, IP and standards: Introduce fundamentals on Ethernet based communications including protocols, standards.
4. Field buses and distribution processes: Principles of field buses and distributed systems regarding main aspects on configuration and programming and messaging.
5. Basic approach to Profibus, Worldfip, CAN and Industrial Ethernet: basic characteristics and functionalities. Develop comparisons, applications, differences on applicability and market and industry orientations of the specified field buses.
6. Security and quality of service: principles of security and quality parameters in industrial communication systems.
7. Industrial communications and control system applications.

6.EQUIPO DOCENTE

- [NURIA OLIVA ALONSO](#)
- [ELIO SAN CRISTOBAL RUIZ](#)
- [GABRIEL DIAZ ORUETA](#)

7.METODOLOGÍA

La asignatura se impartirá siguiendo el modelo de formación a distancia que incorpora sistemas para apoyar el aprendizaje autónomo del estudiante, de acuerdo a las normas y estructuras que apoyan la enseñanza virtualizada en la UNED.

La plataforma virtual ofrecida por la UNED tiene los siguientes módulos básicos: Guía de la Asignatura, Módulos de Contenidos, Programación, Bibliografía y Material Adicional, Foros de discusión, e-mail, Herramientas de comunicación



síncrona, Consejos, Grupos de trabajo y Actividades de autoevaluación.

El estudio autónomo es muy importante ya que la carga de la asignatura depende mucho de las circunstancias personales de cada estudiante, pero la plataforma virtual, especialmente los foros y el contacto personal vía e-mail, suponen una ayuda importante para el seguimiento consistente y regular de la asignatura.

La asignatura es principalmente teórica, sin embargo, durante su estudio, se prestará especial atención a los aspectos prácticos. De esta manera los estudiantes serán capaces de practicar con algoritmos cortos, Java y aspectos prácticos de las redes de comunicaciones y los buses de campo.

Cronológicamente, el estudiante deberá preparar cada módulo en el orden propuesto ya que el seguimiento de la asignatura es secuencial.

En cada módulo se tendrán que realizar las siguientes actividades:

- Lectura de la documentación.
- Completar las actividades de autoevaluación y los ejercicios (teóricos y prácticos)
- Practicar con simuladores y laboratorios virtuales (e-labs), si se plantean por el Equipo Docente.

Subject will be held following distance learning model with systems to support student independent learning, according to the rules and structures that support teaching UNED virtualized.

The Virtual Platform offered by UNED has the following basic modules: Subject Guide, module content, timetable, bibliography and supplementary material, discussion forum, email, synchronous communication tools, tips, workshops for students, self-assessment and evaluation activities.

Student independent learning is very important, so subject workload depends on each personal circumstances, but virtual platform, specially discussion forum and personal contact by email, will help them to follow the subject with regular and consistent work rate.

Subject is mainly theoretical, however, their development will receive special attention to the practical aspects. So students have to be able to experiment with some sort of algorithm training, JAVA language and practical aspects in communications networks and field buses.

Chronologically the student must study and prepare each item in the order given to contents, as each builds on the previous.

Following training activities must be developed in each module:

- Reading documentation
- Complete auto-assessment questions and exercises (practical and theoretical)
- Practice with simulators and e-labs (if teaching staff propose it)

8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9780133506488
Título: DATA AND COMPUTER COMMUNICATIONS (2013)
Autor /es: Stallings, William ;
Editorial: PRENTICE HALL PTR

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación



Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780137142989

Título: REAL-TIME JAVA PROGRAMMING: WITH JAVA RTS (Primera edición)

Autor/es: Greg Bollella ; Eric J. Bruno ;

Editorial: Ed. Prentice-Hall

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780201634662

Título: FIREWALLS AND INTERNET SECURITY: REPELLING THE WILY HACKER (2ND EDITION) (2º)

Autor/es: Steven M. Bellovin ; William Cheswick ;

Editorial: Addison-Wesley

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780321417459

Título: REAL-TIME SYSTEMS AND PROGRAMMING LANGUAGES (4)

Autor/es: Andrew J Wellings ; Burns, Alan ;

Editorial: ADDISON-WESLEY

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780849330773

Título: THE INDUSTRIAL COMMUNICATION TECHNOLOGY HANDBOOK (2005)

Autor/es: Zurawski, R. ;

Editorial: : CRC PRESS

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación



Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

Comentarios y anexos:

- Module 1 and 2:
 - Real-Time Systems and Programming Languages (Third Edition). Ada 95
 - Real-Time Java and Real-Time POSIX [Alan Burns](#) and [Andy Wellings](#) Hardback - 611 pages. March 2001. Addison Wesley Longmain.
 - Eric J. Bruno. Real-Time Java Programming: With Java RTS. Ed. Prentice Hall PTR, 2009.
 - Peter C. Dibble. Real-Time Java Platform Programming: Second Edition. Ed. BookSurge Publishing, 2008.
- Module 3:
 - Data and Computer Communications. W. Stalling. Mc Graw Hill.
 - Computer Networks. A. Tanenbaum. Prentice Hall.
 - Data Communications and Networking, 4/e. B.A. Fourouzan. Mc Graw Hill.
 - William Stallings. Data & Computer Communications. Ed. Pearson-Prentice Hall, 2004.
 - Douglas E. Comer. Internetworking with TCP/IP, vol. 1: Principles, protocols and architectures. Ed. Prentice Hall, 2000.
- Module 4:
 - R. Zurawski. The industrial communication technology handbook. Ed. CRC Press, 2005.
 - N.P. Mahalik. Fieldbus technology: Industrial network standards for real-time distributed control. Ed. Springer, 2003.
- Module 5:
 - CENELEC EN 50170. General purpose field communication system. Volume 2/3 (PROFIBUS), December, 1996.
 - CENELEC EN 50170. General purpose field communication system. Volumen 3/3 (WorldFIP), December 1996.
 - <http://www.semiconductors.bosch.de/en/20/can/index.asp/>
 - <http://www.bosch.com/>
 - GGH Marketing Communications. The industrial Ethernet book. Magazines 2002, 2003, 2004.
 - <http://ethernet.industrial-networking.com/>
 - <http://ethernet.for-industry.com/>
- Module 6:
 - W. Cheswick y W. Bellovin. Firewalls and Internet security. Ed. Addison-Wesley, 2003.
 - M. Liotine. Mission-critical network planning. Ed. Artech House, 2003.
 - W. Stallings. Cryptography and network security: Principles and practice, Ed. Prentice Hall, 2003.
- Module 7:
 - R. Horak, H. Newton y M.A. Miller. Communications Systems and Networks. Wiley, 2002.
 - R. Zurawsky. The Industrial Communication Technology. Ed. Taylor & Francis, CRC Press, 2005.

9.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9788436265972
Título: REDES DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES (2013)
Autor/es: Castro Gil, Manuel-Alonso ;
Editorial: Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación



Comentarios y anexos:

Major complementary bibliography (in Spanish) from:

- N. Oliva et al. Redes de Comunicaciones Industriales, Ed. UNED, 2013.
- M. Castro et al. Comunicaciones Industriales: Principios básicos, Ed. UNED, 2007.
- M. Castro et al. Comunicaciones Industriales: Sistemas distribuidos y aplicaciones, Ed. UNED, 2007.
- Module 1 and 2:
 - Brian Goetz. Java Concurrency in Practice. Ed. Addison-Wesley Professional, 2006.
 - <http://java.sun.com/javase/technologies/realtime/index.jsp>
 - <http://jcp.org/aboutJava/communityprocess/mrel/jsr001/index2.html>
 - <http://www.timesys.com/java/>
- Module 3:
 - <http://williamstallings.com>
 - <http://ocw.innova.uned.es/ocwuniversia/ingenieria-industrial/redes-de-comunicaciones-industriales>
 - <http://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
 - <http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
 - <http://www.ieee802.org/3/>
 - <http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/Ethernet.html>
 - <http://www.mhhe.com/engcs/compsci/forouzan/>
 - <http://authors.phptr.com/tanenbaumcn4/>
 - <http://paws.wcu.edu/holliday/cware/Ether/indexEther.html>
 - <http://www.youtube.com/watch?v=yGJGUa-xWE&feature=related>
 - <http://www.warriorsofthe.net/>
 - http://www.youtube.com/watch?v=wI5_J0UtINg
 - http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
 - http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15
- Module 4:
 - MAP/TOP 3.0. Manufacturing Automation Protocol/Technical and office protocol specifications, General Motors/Boeing Co, August. ISO DIS 9506 Manufacturing Message Specification Part 1 & 2 December 1988; Parts 3 - 7: MMS Companion Standards, 1991.
 - <http://www.isa.org/>
- Module 5:
 - G. Cena, C. Demartini, y A. Valenza. "On the performance of two popular fieldbuses". Proceedings of the 2nd IEEE Workshop on Factory Communications Systems, WFCS97, pp. 177-186, Barcelona (Spain), October, 1997.
 - IEC 1158-2. Fieldbus standard for use in industrial control system – part 2. 1993.
 - ISO IS 7498. Information processing systems – Basic reference model for Open Systems Interconnection. 1983.
 - WorldFIP Organisation (France). The WorldFIP protocol. WF/IRW/003/02, November, 1996.
 - <http://www.anybus.com/eng/technologies/ethernet.shtml>
- Module 6:
 - S. Garfinkel y G. Spafford. Practical UNIX and Internet security. Ed. O'Reilly, 1999.
 - B. Schneier. Applied cryptography. Ed. Wiley, 1996.
 - B. Schneier. Secrets and lies. Ed. Wiley, 2000.
 - D. Dzung, M. Naedele, T.P. Von Hoff y M. Crevatin, Security for Industrial Communication Systems, Proceedings of the IEEE, vol. 93, nº 6, Junio de 2005
- Module 7:
 - Mindshare, Inc. y D. Anderson. Universal Serial Bus System Architecture. Addison-Wesley Professional, 2001.
 - J. Mark, Kistler Instrument Corporation; Paul Hufnagel, Kistler Instrument Corporation Secretary, IEEE 1451.4 Standard Working Group: "The IEEE 1451.4 Standard for Smart Transducers".



- R. Zurawsky. Special Issue on Industrial Communication Systems, Proceedings of the IEEE, vol.93, nº6, Junio de 2005.

10.RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

Plataforma Virtual

aLF es la Plataforma virtual de e-learning ofrecida por UNED. Proporciona una adecuada interfaz para la interacción entre los estudiantes y sus profesores. aLF permite realizar actividades de aprendizaje, gestionar y compartir documentos, crear y participar en comunidades temáticas y desarrollar proyectos on-line. Proporciona las herramientas necesarias para que tanto los profesores como los estudiantes encuentren la combinación perfecta entre el trabajo individual y los métodos de aprendizaje cooperativo.

Videoconferencias

Las videoconferencias proporcionan una comunicación síncrona bidireccional con los estudiantes dentro del modelo de educación a distancia de la UNED.

Las videoconferencias se anunciarán en el curso virtual.

Software para prácticas

Cualquier entorno de programación, en su versión educacional o de libre distribución en Internet, puede ser descargado como material apropiado para las prácticas.

El Equipo Docente indicará en el curso virtual el software a utilizar.

Virtual Platform

aLF is the e-learning virtual Platform offered by UNED. It provides adequate interaction interface between students and their teachers. aLF allows training activities, manage and share documents, create and participate in thematic communities and perform online projects. It provides the necessary tools for both the teaching staff as students, find the way to combine individual work and learning cooperative method.

Videoconferencing

Videoconferencing gets a synchronous bidirectional communication with students in UNED methodological model of distance learning.

The videoconferencing is announced to students in time in the virtual course of the subject.

Software for practices

Any programming environment, in its educational version or with free distribution in Internet, can be downloaded as suitable material for practices.

Teaching staff will indicate in virtual course the software to use.

11.TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO



La comunicación entre el equipo docente y los estudiantes será fundamental y principalmente a través de la plataforma virtual aLF. Adicionalmente se podrá contactar con los profesores de la asignatura por correo electrónico:

Nuria Oliva noliva@ieec.uned.es

Elio San Cristóbal elio@ieec.uned.es

Gabriel Díaz gdiaz@ieec.uned.es

Manuel Castro mcastro@ieec.uned.es

Communication between teaching staff and students will be through aLF virtual platform or by e-mail with teachers.

Nuria Oliva noliva@ieec.uned.es

Elio San Cristóbal elio@ieec.uned.es

Gabriel Díaz gdiaz@ieec.uned.es

Manuel Castro mcastro@ieec.uned.es

12.EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

De acuerdo con el EEES, el proceso de evaluación es continuo durante el curso y coherente con la carga docente, la organización de contenidos y la programación de la guía didáctica.

Los estudiantes deben realizar las siguientes actividades OBLIGATORIAS:

PRUEBAS DE EVALUACIÓN A DISTANCIA (PEDs): se plantearán al finalizar cada módulo una serie ejercicios que se tendrán que enviar al Equipo Docente para su corrección. En total, 7 pruebas cuya solución tendrá que remitirse al Equipo Docente durante el cuatrimestre, antes de la realización del examen presencial. Para poder aprobar la asignatura se requiere haber entregado al menos 5 de las 7 pruebas y tener una media superior a 5.

La asignatura se cursa en el primer cuatrimestre y las soluciones a estas pruebas deben remitirse en este período, NO CONTEMPLÁNDOSE PERÍODO DE ENTREGA ADICIONAL PARA LA CONVOCATORIA DE SEPTIEMBRE.

PRUEBA PERSONAL PRESENCIAL (PPP): existirá una convocatoria ordinaria en febrero y otra extraordinaria en septiembre, para aquellos que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria. Para aprobar la asignatura se requiere una nota superior a 5 en la PPP.

La ponderación de los elementos de evaluación es el siguiente: 60 % PEDs + 40 % PPP

Además se podrán realizar actividades VOLUNTARIAS. Entre estas se considera el desarrollo de un Trabajo Final de la Asignatura para profundizar en algún contenido teórico de los estudiados a lo largo de la misma, algún planteamiento más práctico de estudio de herramientas de simulación de redes de comunicaciones industriales, la participación en proyectos de trabajo colaborativo con otros estudiantes de otras disciplinas que pueda proponer el Equipo Docente, etc.

Estas actividades no tienen ponderación directa en la nota, pero se tendrán en cuenta en la calificación final.

No se podrá obtener Matrícula de Honor en la asignatura sin realizar el Trabajo Final.

According to EHEA, the evaluation process is continuous throughout the course and agrees with the workload, the organization of content and schedule given in the specific didactic guide.



Students must perform exercises in each module, on-line and/or on-site evaluation exams and a final work (practical or theoretical). Student participation in the subject virtual platform (forums, questions, opinions, etc.) will be also considered.

Students must perform the following MANDATORY activities:

DISTANCE EVALUATION TESTS (DETs): students will arise at the end of each module a series of exercises that will be sent to the teaching staff for correction. In total, 7 tests which solutions will be referred to the teaching staff before the on-site exam. Students have to send at least 5 of the 7 DETs to pass the subject and get an average mark greater than 5.

The subject is offered during the first semester and the solutions to these DETs have to be submitted at this time. It is not considered ANY ADDITIONAL DELIVERY PERIOD FOR THE SEPTEMBER ON SITE EXAM.

PERSONAL PRESENCE EXAM (PPE) there will be an on site ordinary exam in February and another extraordinary exam in September, for those who have not passed the subject in the ordinary exam. To pass the subject, a mark greater than 5 is required in the PPE.

The weighting of these assessment elements is as follows: 60 % DETs + 40 % PPE

Also can be made VOLUNTARY activities as the development of a Final Work Subject to deepen some theoretical content, a more practical approach to study simulation tools for industrial communication networks, participation in projects of collaborative work with other students from other disciplines who can propose the teaching staff, etc.

These activities have no direct weighting, but will be considered in the final mark.

No person may obtain distinction in the subject without making the final work.

13.COLABORADORES DOCENTES

- NADEZHDA MITEVA KAFADAROVA
- ANTONIO MENACHO VILLA

