

Guia docent

220109 - DECQ - Disseny d'Experiments i Control de Qualitat

Última modificació: 11/04/2025

Unitat responsable: Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2025

Crèdits ECTS: 4.5

Idiomes: Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: Algaba Joaquin, Ines M.

Altres: Fernández Martínez, Daniel
Rivera Fusalba, Oriol

CAPACITATS PRÈVIES

Es tracta d'una assignatura de caire indiscutiblement aplicat a l'exercici professional de l'enginyeria, que requereix bons coneixements teòrics i pràctics d'estadística. És recomanable haver cursat i superat l'assignatura bàsica de 6 ECTS "Estadística" impartida a segon curs.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CE01-INDUS. Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantejar-se a l'enginyeria. Aptitud per a aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria, geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i amb derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització. (Mòdul de formació bàsica)

CE24-GRETI. Coneixement aplicat de sistemes i processos de fabricació, metrologia i control de qualitat. (Mòdul de tecnologia específica)

Genèriques:

3. CAPACITAT D'ANÀLISI I SÍNTESI - Nivell 3: Ser capaç d'abstreure els conceptes fonamentals d'un text o exposició així com presentar de forma entenedora els resultats del seu treball

METODOLOGIES DOCENTS

Es tracta d'una assignatura de caire indiscutiblement aplicat a l'exercici professional de l'enginyeria, que requereix bons coneixements teòrics i pràctics d'estadística. Per tant, el requisit per poder seguir-la és haver cursat i superat l'assignatura bàsica de 6 ECTS "Estadística" impartida a segon curs.

A l'inici de cada tema es fa una introducció on es presenta el problema que cal afrontar, justificant les eines i metodologies necessàries per fer-ho i indicant els conceptes previs necessaris per al seu desenvolupament. En el decurs del tema es van presentant casos pràctics que, a més de motivar l'interès de l'estudiant, li serveixen per comprovar si ha assumit correctament els conceptes implicats. També hi ha una sessió setmanal d'exercicis i problemes.

Encara que hi ha molta bibliografia sobre aquests temes, és escassa la que els tracta amb el rigor i correcció necessaris, limitant-se en molts casos a una col·lecció de receptes i exemples d'aplicació sense explicar el perquè de cada tècnica, coneixement indispensable per a un enginyer, que li permet adaptar-se a les diferents situacions que se li puguin presentar i dissenyar la tècnica "a mida". És per assolir aquest objectiu que a les classes de teoria es presentaran les tècniques de control de qualitat i de disseny d'experiments amb el màxim rigor des de la perspectiva del seu tractament estadístic, encara que evitant la teoria abstracta. Tots els plantejaments teòrics s'il·lustren amb exemples reals d'aplicació. Les classes de teoria (activitat 1) es fan utilitzant material multimèdia, especialment creat pels professors de l'assignatura, que aprofundeix en els punts més importants o menys assequibles. Aquest material es posa a l'abast de tots els estudiants en documents amb format pdf a la plataforma digital.

Una forma de consolidar els conceptes adquirits és mitjançant el desenvolupament de problemes i exercicis numèrics. Per això es posa a disposició de l'estudiant una col·lecció de problemes resolts detalladament. Cada setmana s'avisava dels que es desenvoluparan la setmana següent a les classes de problemes perquè els puguin haver treballat prèviament i així establir una participació i una discussió sobre els conceptes implicats i la forma de resoldre cada situació. Tot i que hi ha una sessió setmanal de problemes (activitat 2), dins la teoria també es fan contínuament exemples numèrics i casos pràctics d'aplicació.

En acabar cadascuna de les lliçons que constitueixen el temari, s'obrirà a Atenea una col·lecció de 10 o 12 problemes, exercicis i qüestions teòriques que han de servir d'autoavaluació (activitat 3). Aquests exercicis no es resoldran a classe ni es facilitarà la seva solució detallada, únicament es publicaran els resultats numèrics. Si després de consultar els apunts propis i la bibliografia indicada en aquesta guia, algú no aconsegueix resoldre algun problema, se li donaran les indicacions oportunes per solucionar-lo.

A més, per tractar-se d'una assignatura amb una forta vessant de càlcul, cal fer a mans de l'estudiant les possibilitats de resoldre els problemes utilitzant les eines informàtiques escaients. Tot i la gran quantitat de programari estadístic existent, aquest no sempre estarà a l'abast de totes les empreses. En aquesta assignatura, mitjançant les dues pràctiques (activitats 4 i 5), es capacita l'estudiant per fer qualsevol estudi relatiu a l'assignatura amb un simple full de càlcul i els coneixements necessaris.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu de l'assignatura és donar a conèixer a l'estudiant les tècniques de control estadístic dels processos industrials i capacitar-lo per dur a terme la programació, realització i interpretació de l'experimentació necessària per modelitzar el comportament dels processos industrials que permeti la seva optimització, millorant rendiments, disminuint costos, assolint fites, reduint contaminació ambiental, acústica o de les aigües residuals, etc...

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	67,5	60.00
Hores grup mitjà	14,0	12.44
Hores grup gran	31,0	27.56

Dedicació total: 112.5 h

CONTINGUTS

Mòdul 1. Control de Qualitat - Introducció

Descripció:

- 1.1. Introducció al control estadístic de la qualitat
- 1.2. Eines gràfiques

Objectius específics:

L'objectiu d'aquest mòdul és introduir els conceptes de qualitat, toleràncies, peces defectuoses i degradacions d'un procés. Es presenten eines gràfiques per la gestió i el control estadístic de la qualitat.

Activitats vinculades:

Classes de teoria
Classes de problemes
Autoavaluacions
Examen parcial

Dedicació: 5h

Grup gran/Teoria: 2h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h
Aprenentatge autònom: 2h

Mòdul 2. Control de Qualitat - Estudi de la capacitat de qualitat

Descripció:

- 2.1. Capacitat de qualitat
- 2.2. Estudi de la capacitat del procés
- 2.3. Estudi de la capacitat de màquina

Objectius específics:

Recordant que tot procés industrial és un fenomen aleatori cal adquirir el criteri per avaluar els diferents índexs de qualitat i validar un procés industrial com capaç i estable.

Activitats vinculades:

Classes de teoria
Classes de problemes
Autoavaluacions
Pràctica de Control de Qualitat
Examen parcial

Dedicació: 10h 30m

Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h
Aprenentatge autònom: 6h 30m

Mòdul 3. Control de Qualitat - Tècniques de control

Descripció:

- 3.1. Control de fabricació: gràfics de control
- 3.2. Control de recepció

Objectius específics:

Emprant tècniques estadístiques relatives a proves d'hipòtesis i conceptes com decisions i riscos, es tracta d'exposar els diferents gràfics existents i d'aprendre a calcular els límits de control i establir les regles de decisió a seguir per decidir si un procés està sota control, si un material rebut és conforme, etc.

Activitats vinculades:

Classes de teoria
Classes de problemes
Autoavaluacions
Examen parcial

Dedicació: 23h

Grup gran/Teoria: 6h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h
Aprenentatge autònom: 14h

Mòdul 4. Disseny d'Experiments - Model lineal

Descripció:

- 4.1. Model lineal

Objectius específics:

L'estudi dels resultats d'una experimentació i la modelització de la característica d'interès d'un procés industrial requereixen d'un coneixement exhaustiu de les tècniques estadístiques de model lineal (regressió múltiple)

Activitats vinculades:

Classes de teoria
Classes de problemes
Autoavaluacions
Pràctica de Disseny d'Experiments
Examen parcial
Examen final

Dedicació: 22h

Grup gran/Teoria: 5h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h
Aprenentatge autònom: 15h

Mòdul 5. Disseny d'Experiments - Modelització de la mitjana amb variància constant

Descripció:

- 5.1. Dissenys factorials
- 5.2. Dissenys factorials fraccionats

Objectius específics:

L'objectiu del mòdul és posar de manifest la importància del disseny d'experiments quan es necessita optimitzar un procés. Cal capacitar a l'estudiant per identificar un problema, seleccionar els possibles factors de control del procés i endegar el disseny d'experiments més idoni per modelitzar les respostes d'interès, validar els supòsits i determinar les condicions de treball que portin a l'òptim.

Activitats vinculades:

Classes de teoria
Classes de problemes
Autoavaluacions
Examen final

Dedicació: 24h

Grup gran/Teoria: 6h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h
Aprenentatge autònom: 15h

Mòdul 6. Disseny d'Experiments - Modelització amb variància no constant

Descripció:

- 6.1. Model de dispersió
- 6.2. Model de la mitjana: Mínims quadrats ponderats

Objectius específics:

Quan hi ha factors que influeixen també sobre la variabilitat, fent que aquesta no es mantingui constant, cal ser capaç de conduir l'experimentació de forma que es puguin identificar per modelitzar la dispersió. Això obliga a conèixer la tècnica de mínims quadrats ponderats per poder modelitzar la mitjana, incorporant la informació disponible de la variabilitat no constant.

Activitats vinculades:

Classes de teoria
Classes de problemes
Autoavaluacions
Examen final

Dedicació: 10h 30m

Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h
Aprenentatge autònom: 6h 30m

Mòdul 7. Disseny d'Experiments - Disseny seqüencial

Descripció:

7.1. Seqüenciació

Objectius específics:

Es posarà a l'abast la sistemàtica operativa de realitzar els experiments de forma seqüencial i avançar segons els resultats que s'obtinguin. S'il·lustraran els procediments amb diferents casos reals.

Activitats vinculades:

Classes de teoria

Classes de problemes

Autoavaluacions

Examen final

Dedicació: 17h 30m

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Aprenentatge autònom: 8h 30m

ACTIVITATS

ACTIVITAT 1. CLASSES DE TEORIA

Descripció:

Preparació prèvia i posterior de les sessions de teoria i assistència a aquestes. Es desenvoluparan casos pràctics per fomentar l'adquisició de les competències genèriques i específiques.

Objectius específics:

Transferir els coneixements i facilitar l'adquisició de les competències necessàries per a una correcta utilització dels continguts de l'assignatura.

Material:

Transparències a la plataforma Atenea.

Bibliografia general de l'assignatura.

Lliurament:

Aquesta activitat s'avalua, conjuntament amb l'activitat 2, amb la realització de les pràctiques (activitats 4 i 5) i dues proves escrites: parcial (activitat 6) i final (activitat 7)

Competències relacionades:

08 CAS N3. CAPACITAT D'ANÀLISI I SÍNTESI - Nivell 3: Ser capaç d'abstreure els conceptes fonamentals d'un text o exposició així com presentar de forma entenedora els resultats del seu treball

CE24-GRETI. Coneixement aplicat de sistemes i processos de fabricació, metrologia i control de qualitat. (Mòdul de tecnologia específica)

CE01-INDUS. Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantejar-se a l'enginyeria. Aptitud per a aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria, geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i amb derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització. (Mòdul de formació bàsica)

Dedicació: 47h

Grup gran/Teoria: 27h

Aprenentatge autònom: 20h

ACTIVITAT 2. CLASSES DE PROBLEMES

Descripció:

Preparació prèvia i posterior de les sessions de problemes i assistència a aquestes. Aquesta activitat està enfocada a complementar els coneixements teòrics per a la correcta interpretació i aplicació de les tècniques estadístiques per al control de qualitat i el disseny d'experiments al camp de l'enginyeria.

Objectius específics:

Adquirir les habilitats necessàries per a una correcta interpretació i resolució de problemes de control de qualitat i disseny d'experiments en l'àmbit de l'enginyeria.

Material:

Transparències a la plataforma Atenea.

Col·lecció de problemes amb la seva resolució detallada a la plataforma Atenea.

Bibliografia general de l'assignatura.

Lliurament:

Aquesta activitat s'avalua, conjuntament amb l'activitat 1, amb la realització de les pràctiques (activitats 4 i 5) i dues proves escrites: parcial (activitat 6) i final (activitat 7)

Competències relacionades:

08 CAS N3. CAPACITAT D'ANÀLISI I SÍNTESI - Nivell 3: Ser capaç d'abstreure els conceptes fonamentals d'un text o exposició així com presentar de forma entenedora els resultats del seu treball

CE01-INDUS. Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantejar-se a l'enginyeria. Aptitud per a aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria, geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i amb derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització. (Mòdul de formació bàsica)

CE24-GRETI. Coneixement aplicat de sistemes i processos de fabricació, metrologia i control de qualitat. (Mòdul de tecnologia específica)

Dedicació: 28h

Grup mitjà/Pràctiques: 14h

Aprenentatge autònom: 14h

ACTIVITAT 3. AUTOAVALUACIONS

Descripció:

Es lliuraran llistats d'exercicis ordenats d'acord amb les unitats didàctiques de la teoria i amb les respectives solucions numèriques per tal que l'estudiant treballi de forma autònoma i pugui validar els seus resultats.

Els dubtes que sorgeixin es podran discutir amb el professorat durant un període de temps establert en el llistat, amb l'objectiu de marcar el ritme de treball de l'estudiant adequant-lo al desenvolupament temporal de l'assignatura.

Objectius específics:

L'objectiu d'aquest sistema autoavaluatiu és motivar a l'estudiant a "portar al dia" l'assignatura com a sistema per consolidar coneixements i assumir els conceptes de forma clara i sòlida que li permetin adquirir un nivell satisfactori. L'estudiant ha de ser capaç d'analitzar la situació plantejada a l'enunciat, estructurar la informació disponible per formular el problema en termes estadístics i resoldre'l a partir dels coneixements adquirits, fet que l'ajudarà a desenvolupar la seva capacitat d'anàlisi i síntesi.

Material:

Els llistats d'exercicis, per cada unitat didàctica de teoria, estaran disponibles a la intranet docent de l'assignatura durant el període establert per a cadascuna d'elles.

Per facilitar la resolució d'aquests exercicis, l'estudiant disposarà d'altre material com apunts de teoria, col·leccions de problemes amb les respectives resolucions detallades i taules d'estadística.

Lliurament:

Aquesta és una activitat estrictament formativa, sense lliurables i sense repercussió directa a la qualificació final.

Competències relacionades:

08 CAS N3. CAPACITAT D'ANÀLISI I SÍNTESI - Nivell 3: Ser capaç d'abstreure els conceptes fonamentals d'un text o exposició així com presentar de forma entenedora els resultats del seu treball

CE24-GRETI. Coneixement aplicat de sistemes i processos de fabricació, metrologia i control de qualitat. (Mòdul de tecnologia específica)

CE01-INDUS. Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantejar-se a l'enginyeria. Aptitud per a aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria, geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i amb derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització. (Mòdul de formació bàsica)

Dedicació: 13h

Aprenentatge autònom: 13h

ACTIVITAT 4. PRÀCTICA DE CONTROL DE QUALITAT

Descripció:

A partir d'unes dades que simulen una situació d'un procés industrial, l'estudiant haurà de fer l'anàlisi de la capacitat de qualitat del procés, utilitzant un full de càlcul.

Objectius específics:

L'estudiant ha de ser capaç d'analitzar la situació plantejada per les dades, estructurar la informació disponible i aplicar els procediments necessaris per prendre decisions.

Material:

Arxiu de dades personalitzat i plantilla de l'informe a Atenea

Material addicional per facilitar la utilització del programari necessari pels càlculs (manuals, vídeos, apunts, etc.)

Lliurament:

L'estudiant ha de lliurar un informe personal d'acord amb la plantilla dins el termini establert.

L'informe es qualifica amb una nota numèrica que representa el 10% de la qualificació final

Es valora la competència "Capacitat d'Anàlisi i Síntesi"

Competències relacionades:

08 CAS N3. CAPACITAT D'ANÀLISI I SÍNTESI - Nivell 3: Ser capaç d'abstreure els conceptes fonamentals d'un text o exposició així com presentar de forma entenedora els resultats del seu treball

CE01-INDUS. Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantejar-se a l'enginyeria. Aptitud per a aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria, geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i amb derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització. (Mòdul de formació bàsica)

CE24-GRETI. Coneixement aplicat de sistemes i processos de fabricació, metrologia i control de qualitat. (Mòdul de tecnologia específica)

Dedicació: 5h

Aprenentatge autònom: 5h

ACTIVITAT 5. PRÀCTICA DE DISSENY D'EXPERIMENTS

Descripció:

A partir d'unes dades que simulen una situació d'una experimentació, l'estudiant haurà de fer l'estimació del model que relacioni la resposta amb els factors de control del procés, utilitzant un full de càlcul, i l'anàlisi dels resultats obtinguts.

Objectius específics:

L'estudiant ha de ser capaç d'analitzar la situació plantejada per les dades, estructurar la informació disponible i aplicar els procediments necessaris per prendre decisions.

Material:

Arxiu de dades personalitzat i plantilla de l'informe a Atenea

Material addicional per facilitar la utilització del programari necessari pels càlculs (manuais, vídeos, apunts, etc.)

Lliurament:

L'estudiant ha de lliurar un informe personal d'acord amb la plantilla dins el termini establert.

L'informe es qualifica amb una nota numèrica que representa el 10% de la qualificació final

Es valora la competència "Capacitat d'Anàlisi i Síntesi"

Competències relacionades:

08 CAS N3. CAPACITAT D'ANÀLISI I SÍNTESI - Nivell 3: Ser capaç d'abstreure els conceptes fonamentals d'un text o exposició així com presentar de forma entenedora els resultats del seu treball

CE24-GRETI. Coneixement aplicat de sistemes i processos de fabricació, metrologia i control de qualitat. (Mòdul de tecnologia específica)

CE01-INDUS. Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantejar-se a l'enginyeria. Aptitud per a aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria, geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i amb derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització. (Mòdul de formació bàsica)

Dedicació: 5h

Aprenentatge autònom: 5h

ACTIVITAT 6. EXAMEN PARCIAL

Descripció:

Prova individual tipus test amb preguntes d'opció múltiple sobre els continguts de la matèria desenvolupada fins el moment.

Objectius específics:

L'estudiant ha de demostrar, mitjançant aquesta prova, que ha adquirit i assimilat els conceptes estadístics dels primers mòduls i és capaç d'utilitzar-los satisfactòriament.

Material:

Enunciat de l'examen

Llibres, material publicat a Atenea i apunts manuscrits propis.

Lliurament:

L'estudiant ha de lliurar únicament el full d'examen amb les respostes marcades.

La qualificació obtinguda representa el 40% de la qualificació final.

Competències relacionades:

08 CAS N3. CAPACITAT D'ANÀLISI I SÍNTESI - Nivell 3: Ser capaç d'abstreure els conceptes fonamentals d'un text o exposició així com presentar de forma entenedora els resultats del seu treball

CE01-INDUS. Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantejar-se a l'enginyeria. Aptitud per a aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria, geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i amb derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització. (Mòdul de formació bàsica)

CE24-GRETI. Coneixement aplicat de sistemes i processos de fabricació, metrologia i control de qualitat. (Mòdul de tecnologia específica)

Dedicació: 6h 30m

Grup gran/Teoria: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 5h

ACTIVITAT 7. EXAMEN FINAL

Descripció:

Prova individual tipus test amb preguntes d'opció múltiple sobre els continguts de la matèria no avaluada en l'examen parcial.

Objectius específics:

L'estudiant ha de demostrar, mitjançant aquesta prova, que ha adquirit i assimilat els conceptes estadístics dels últims mòduls i és capaç d'utilitzar-los satisfactòriament.

Material:

Enunciat de l'examen

Llibres, material publicat a Atenea i apunts manuscrits propis.

Lliurament:

L'estudiant ha de lliurar únicament el full d'examen amb les respostes marcades.

La qualificació obtinguda representa el 40% de la qualificació final.

Competències relacionades:

08 CAS N3. CAPACITAT D'ANÀLISI I SÍNTESI - Nivell 3: Ser capaç d'abstreure els conceptes fonamentals d'un text o exposició així com presentar de forma entenedora els resultats del seu treball

CE24-GRETI. Coneixement aplicat de sistemes i processos de fabricació, metrologia i control de qualitat. (Mòdul de tecnologia específica)

CE01-INDUS. Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantejar-se a l'enginyeria. Aptitud per a aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria, geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i amb derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització. (Mòdul de formació bàsica)

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 2h 30m

Aprenentatge autònom: 5h 30m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La nota final del curs depèn de quatre actes avaluatius:

- Activitat 4 (pràctica de control de qualitat), pes: 10%
- Activitat 5 (pràctica de disseny d'experiments), pes: 10%
- Activitat 6 (examen parcial), pes: 40%
- Activitat 7 (examen final), pes: 40%

Tots aquells estudiants que no puguin assistir a l'examen parcial (activitat 6), o que vulguin millorar la qualificació obtinguda, tindran l'opció de recuperar-la mitjançant una prova escrita addicional que es farà el mateix dia fixat per la realització de l'examen final (activitat 7). La qualificació d'aquesta prova de reconducció estarà entre 0 i 10 i substituirà la de l'examen parcial sempre i quan sigui superior.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Montgomery, D. C. Introduction to statistical quality control. 5th ed. New York: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 9780471656319.
- Montgomery, D. C. Diseño y análisis de experimentos. 2ª ed. México: Limusa-Wiley, 2002. ISBN 9789681861568.

Complementària:

- Myers, R. H.; Montgomery, D. C. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. New York: John Wiley & Sons, 1995. ISBN 0471581003.

RECURSOS

Altres recursos:

Material docent, apunts, problemes i guions de les pràctiques publicat en Atenea