

Guia docent

320093 - C - Càlcul

Última modificació: 22/04/2021

Unitat responsable: Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AUDIOVISUALS (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: Julian Pfeifle

Altres: Julian Pfeifle

CAPACITATS PRÈVIES

Es considera molt convenient haver assimilat els continguts, els procediments i les normes i valors corresponents a les assignatures de matemàtiques previstes als plans d'estudi dels diferents tipus d'ensenyament secundari que donen accés als estudis del grau.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. AUD_BÀSICA: Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantejar-se a l'enginyeria. Aptitud per 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.

METODOLOGIES DOCENTS

- Sessions presencials d'exposició dels continguts.
- Sessions presencials de treball pràctic.
- Treball autònom d'estudi i realització d'exercicis.
- Preparació i realització d'activitats avaluable individualment i/o en grup.

En les sessions d'exposició dels continguts els professors introduiràn les bases teòriques de la matèria i els seus conceptes, mètodes i resultats il·lustrant-los amb exemples convenients per facilitar-ne la comprensió.

Els i les estudiants, de forma autònoma, hauran d'estudiar per tal d'assimilar els conceptes i resoldre els exercicis proposats ja sigui manualment o amb l'ajut de l'ordinador.

Es potenciarà l'ús d'eines informàtiques de suport: es familiaritzarà l'alumnat en l'ús de programari matemàtic adient amb la finalitat que l'utilitzin com a eina de càlcul numèric, simbòlic i gràfic.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

La persona estudiant haurà de dominar els conceptes fonamentals del càlcul diferencial i integral d'una i diverses variables, en les seves vessants analítica i numèrica. Caldrà que adquireixi un coneixement de les tècniques de manipulació i càlcul suficient per al maneig dels conceptes que es trobarà al llarg dels seus estudis. També podrà recolzar-se en tècniques informàtiques ja que de fet haurà de familiaritzar-se amb l'ús de programari matemàtic adient per a aplicacions de càlcul numèric, simbòlic i gràfic, que també li serà d'utilitat en matèries posteriors. En aquest sentit, es pretén que entri en contacte amb les tècniques de resolució numèrica de problemes, en aquest cas, en el context dels problemes del càlcul infinitesimal, que juguen un paper cada cop més fonamental en els seus estudis.



HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup mitjà	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	30,0	20.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

TEMA 1: CÀLCUL DIFERENCIAL D'UNA VARIABLE

Descripció:

- 1.1. Conceptes bàsics. Conjunt dels nombres reals, valor absolut, inequacions. Dominis.
- 1.2. Límits i continuïtat. Teorema de Bolzano.
- 1.3. Funció inversa.
- 1.4. Repàs de funcions elementals: polinòmiques, racionals, potencials, exponencials, logarítmiques, trigonomètriques, trigonomètriques inverses, hiperbòliques, part entera.
- 1.5. Definició de derivada d'una funció en un punt. Funció derivada. Regles de derivació.
- 1.6. Recta tangent a una funció a un punt. Aproximació lineal.
- 1.7. Derivades d'ordre superior. Teorema de Lagrange. Polinomi de Taylor. Teorema de Taylor. Regla de l'Hôpital.
- 1.8. Classificació de punts crítics d'una funció diferenciable. Càlcul d'extrems absoluts i relatius. Problemes d'optimització.
- 1.9. Representació gràfica de funcions al pla.
- 1.10. Corbes parametritzades al pla. Coordenades polars.
- 1.11. Funcions vectorials al pla. Camps vectorials al pla.

Objectius específics:

L'objectiu de la primera unitat és consolidar els conceptes i tècniques adquirits durant els estudis previs pel que fa al càlcul diferencial en una variable i que tothom adquireixi la confiança i soltesa necessaris en el tracte amb funcions i les seves gràfiques al pla.

- És essencial que cadascú avaluï quines són les seves eventuais mancances i hi posi remei des de bon començament seguint les indicacions de la professora i dedicant les hores d'aprenentatge autònom precises en el seu cas concret, que en aquesta unitat poden variar especialment entre les persones degut a les diverses condicions inicials possibles.

- Un cop revisat i aprofundit l'estudi de les funcions en una variable pròpiament dites, la unitat acaba considerant l'estudi de les corbes parametritzades i els camps vectorials al pla que ja són conegudes d'estudis anteriors que donaran entrada al càlcul diferencial en diverses variables que es treballarà a la unitat següent.

La/el estudiant ha d'assolir les capacitats següents:

- donar els conjunts de nombres reals en notació de conjunts i d'interval i representar-los gràficament;
- determinar els dominis de les funcions elementals i representar gràficament aquestes i calcular-ne els valors; aplicar les transformacions elementals a aquestes funcions, i calcular-ne les inverses, quan sigui possible;
- entendre el concepte de límit d'una funció a un punt per l'esquerra i per la dreta i de límit a seques cas que aquests dos existeixin i coincideixin, i de continuïtat d'una funció a un punt, i als diferents tipus d'interval.
- ha de saber que si una funció és contínua a un interval tancat, aleshores ha d'assolir els seus valors màxim i mínim com a mínim un cop en aquest interval (teorema de Weierstrass), i com a conseqüència el ha de conèixer el teorema de Bolzano, segons el qual si una funció contínua en un interval tancat canvia de signe aleshores com a mínim a un punt val zero.
- ha de conèixer la definició de derivada d'una funció en un punt com a límit del quocient incremental de la funció a prop del punt si aquest existeix, i la interpretació d'aquesta com a pendent de la recta tangent de la funció al punt considerat, i saber utilitzar-la per donar una aproximació lineal del valor de la funció a prop del punt utilitzant la recta tangent.
- ha de saber determinar quan una funció és derivable a un punt, i calcular les funcions derivades de les funcions que ho siguin al seu domini utilitzant correctament les tècniques de derivació, incloent les regles del producte, el quocient, la regla de la cadena i la derivació implícita.
- ha de conèixer la definició de les derivades d'ordres superiors, dels polinomis de Taylor al voltant d'un punt, l'enunciat del Teorema de Taylor que dona el valor de la funció a un punt a prop del punt de desenvolupament com a suma del valor del polinomi més el valor del terme d'error i la forma del terme d'error, així com determinar una estimació per a aquest terme en casos senzills.
- ha de saber aplicar els criteris per al càlcul d'extrems relatius de funcions, i saber determinar i calcular els extrems absoluts i relatius de funcions contínues a intervals tancats.
- ha de saber determinar els intervals de concavitat i convexitat.
- ha de saber resoldre problemes pràctics d'optimització.
- ha de saber representar gràficament una funció a partir de la informació obtinguda d'ella (domini, talls amb els eixos, zeros de la derivada, intervals de creixement i decreixement).
- ha de saber calcular els punts d'una corba parametritzada al pla i representar-la gràficament.
- ha de saber calcular el vector tangent d'una corba parametritzada al pla i representar-lo gràficament.
- ha de saber representar camps vectorials al pla.

Dedicació: 27h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h



Aprenentatge autònom: 15h

TEMA 2: CÀLCUL DIFERENCIAL DE DIVERSES VARIABLES

Descripció:

- 2.1. Conjunts, dominis i geometria a l'espai.
- 2.2. Aplicacions amb diverses entrades i diverses sortides: funcions vectorials; funcions amb diverses entrades i una sortida: funcions escalars de diverses variables; camps vectorials.
- 2.3. Gràfiques i conjunts de nivell. Casos particulars: corbes, superfícies.
- 2.4. Límits i continuïtat de funcions de diverses variables.
- 2.5. Derivades parcials. Derivades direccionals. Vector gradient. Diferencial total.
- 2.6 Regla de la cadena. Coordenades curvilínies. Jacobians.
- 2.6. Varietats tangents (rectes, plans) . Aproximacions lineals.
- 2.7. Derivades d'ordre superior. Polinomis de Taylor. Superfícies quàdriques. Teorema de Taylor. Superfícies parametritzades.
- 2.8. Càlcul vectorial diferencial: camps vectorials, operadors diferencials.
- 2.9. Càlcul d'extrems per a funcions de diverses variables: criteri del Hessià. Extrems condicionats: multiplicadors de Lagrange.
- 2.10. Aplicaciones prácticas: Redes neuronales, etc

Objectius específics:

L'objectiu de la unitat 2 és que el/la estudiant entri en contacte, domini i manegi amb soltesa el càlcul diferencial en diverses variables emfasitzant la presa de contacte amb el repertori de conceptes i eines que per força es trobarà al llarg dels seus estudis, tot i que no sigui possible aprofundir-hi per la manca de temps.

Començarem on va acabar la unitat anterior, però a l'espai tridimensional generalitzant a l'espai la geometria de corbes que es va desenvolupar per al pla a la primera unitat.

Caldrà familiaritzar-se amb el concepte d'aplicació d'un conjunt domini de punts donats per diverses entrades cadascú dels quals és enviat a un punt imatge que pot venir donat per diverses sortides, partint dels casos més senzills i generalitzant de mica en mica. Interessa sobretot l'adquisició dels nous conceptes i la seva comprensió a un nivell intuïtiu i el domini dels exemples bàsics i de la seva manipulació no només en paper sinó també amb programari simbòlic, gràfic i numèric, ja que això serà imprescindible per al desenvolupament ulterior dels estudis del grau que ens ocupa.

Les destresses que és desitjable que la persona estudiant adquireixi inclouen:

- La identificació i interpretació de conjunts de nivell, especialment corbes. La interpretació del vector gradient a una funció a un punt i la seva relació amb els conjunts de nivell.
- El càlcul i la interpretació del valor de la derivada direccional d'una funció a un punt en una direcció donada.
- Calcular derivades parcials i aplicar la regla de la cadena, en particular per a realitzar canvis de coordenades. Conèixer el lema de Schwarz i saber calcular derivades d'ordre superior d'una funció de diverses variables.
- Calcular l'equació del pla tangent a la gràfica d'una funció de dues variables a un punt donat i utilitzar-la per donar el valor de l'aproximació lineal de la funció a un punt proper a aquest. Generalitzar la comprensió d'aquest cas particular del Teorema de Taylor a ordres superiors (en la pràctica, ordre 2) i servir-se'n per introduir eines geomètriques usuals (quàdriques, superfícies parametritzades).
- Conèixer el concepte de camp vectorial a un domini de l'espai, i els operadors bàsics del càlcul diferencial vectorial i les relacions entre ells.
- Calcular i classificar els punts crítics de funcions de diverses variables, especialment de funcions de dues i tres variables, utilitzant el criteri del determinant de la matriu hessiana.
- Calcular i classificar els punts crítics de funcions de diverses variables amb condicions en casos senzills pel mètode dels multiplicadors de Lagrange.
- Identificar i aplicar casos clàssics d'aplicació dels teoremes de Stokes i de la divergència en la seva forma diferencial relacionats amb els estudis del grau.

Dedicació: 48h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup mitjà/Pràctiques: 8h

Aprenentatge autònom: 30h



TEMA 3: Càlcul Integral

Descripció:

- 3.1. Integració indefinida. Càlcul de primitives: integrals elementals; integració per substitució; integració per parts; integració de funcions racionals; substitucions trigonomètriques.
- 3.2. Integració definida: idea d'àrea; sumes de Riemann; definició d'integral definida.
- 3.3 Relació entre integració definida i integració indefinida: Teorema fonamental del Càlcul. Regla de Barrow.
- 3.4. Aplicacions de la integració definida, incloent: treball, càlcul d'àrees, volums, longitud d'arc, superfícies de revolució, moments.
- 3.5. Integrals impròpies: integrals definides amb límits d'integració a l'infinit, integrals definides amb valors límits infinits, integrals definides amb singularitats i combinacions.
- 3.6. Integrals iterades i àrea al pla. Integrals dobles i volum. Canvi de variable al pla. Àrea d'una superfície. Integrals triples i aplicacions. Canvi de variable a l'espai.
- 3.7. Teoremes integrals del càlcul vectorial. Teorema de Stokes. Teorema de la divergència.

Objectius específics:

L'objectiu de la unitat 3 és assolir el domini del càlcul integral en una i diverses variables que serà necessari per a la continuació reeixida dels estudis del grau, on el tractament del senyal juga un paper importantíssim i en particular per a l'assignatura d'Anàlisi de Fourier i Equacions diferencials. L'èmfasi es posarà en el domini sòlid de la part bàsica d'una variable i en l'exposició als conceptes nous en diverses variables de manera que l'estudiant sigui capaç d'enfrontar-se a les eines tècniques allà on s'assumeixin en el futur. En tots els casos el treball inclourà la interacció entre el càlcul manual i l'ús del programari matemàtic per a la comprovació, el suport, la representació gràfica dels dominis d'integració i de les funcions integrades a ells. La definició de la integral a partir de les sumes de Riemann permetrà també enllaçar amb el punt de vista del càlcul numèric que es desenvoluparà amb més profunditat al capítol posterior.

Les habilitats que és desitjable adquirir inclouen:

- Calcular les primitives de les funcions en el cas que siguin gairebé immediates amb soltesa, ajustant amb precisió els paràmetres requerits.
- Comprendre la relació entre la determinació de primitives i les equacions diferencials més senzilles.
- Calcular les primitives d'una funció on calgui aplicar substitucions senzilles amb eficàcia i fiabilitat, emprant correctament la diferencial i el canvi de variable.
- Aplicar correctament la fórmula d'integració per parts quan escaigui, reiteradament si convé.
- Tenir una comprensió global de la integració de funcions racionals i ésser capaç de desenvolupar-la en diversos contextos.
- Calcular integrals definides aplicant la Regla de Barrow.
- Calcular àrees determinades per gràfiques de funcions.
- Calcular àrees determinades per corbes més generals al pla.
- Calcular volums, longituds d'arc de corba i superfícies (com ara de revolució) accessibles amb els mètodes estudiats.
- Calcular integrals impròpies senzilles dels diversos tipus estudiats.
- Calcular integrals dobles senzilles: establiment del domini d'integració, dels límits d'integració i aplicació del Teorema de Fubini.
- Calcular integrals triples senzilles: establiment del domini d'integració, dels límits d'integració i aplicació del Teorema de Fubini.
- Aplicar els teoremes integrals del càlcul vectorial a casos essencials relacionats amb els estudis del grau.

Dedicació: 50h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup mitjà/Pràctiques: 10h

Aprenentatge autònom: 30h

TEMA 4: CÀLCUL NUMÈRIC

Descripció:

- 4.1. Models matemàtics en enginyeria. Solució exacta i aproximada d'un problema. Valor exacte i valor aproximat d'una magnitud. Error absolut i error relatiu. Fonts d'error. Estimació i fitació d'error. Propagació dels errors.
- 4.2. Resolució aproximada d'equacions no lineals en una variable per mètodes iteratius: mètode de bisecció; mètode de Newton; ordre de convergència; constant asimptòtica de l'error.
- 4.3. Concepte d'interpolació. Interpolació polinòmica. Mètode de Lagrange. Mètode de diferències dividides de Newton. Error d'interpolació.
- 4.4. Aproximació de funcions. Aproximació per mínims quadrats. Error d'aproximació. Fenomen de Runge.
- 4.5. Integració numèrica. Regla dels trapezis. Regla de Simpson. Fórmules d'error en integració numèrica.

Objectius específics:

L'objectiu de la unitat 4 és fixar l'atenció de la persona estudiant en la importància dels mètodes numèrics en l'enginyeria. És important que entengui els conceptes teòrics que conformen el primer punt de la llista de continguts de la unitat d'una manera reflexiva, vist que sense l'assimilació d'aquests de poc li serviran els càlculs concrets que sigui capaç de fer. En aquest sentit, els procediments concrets que es detallen a les darreres quatre seccions tenen la funció de mostrar a l'estudiant com funciona la filosofia dels mètodes numèrics en l'entorn de continguts coneguts per les unitats anteriors, més que no pas emfasitzar el càlcul manual. En aquesta unitat el paper del programari matemàtic serà principal i el treball autònom de l'estudiant amb aquest en el context de les tasques serà l'ingredient principal.

Les habilitats que es desitja que siguin assolides són:

- Comprendre la noció de model matemàtic.
- Comprendre la diferència entre solució exacta i solució aproximada d'un problema.
- Comprendre la diferència entre valor exacte i valor aproximat d'una magnitud.
- Diferenciar els diversos tipus d'error absolut i relatiu, exacte i aproximat, i ésser conscient de les seves fonts dependent del problema considerat.
- Comprendre els conceptes d'estimació i fitació de l'error.
- Conèixer els principals mecanismes de propagació dels errors.
- Saber plantejar un problema de resolució aproximada d'una equació no lineal en una variable per un mètode iteratiu donat amb unes condicions prefixades pel que fa a l'error permès. Ésser capaç d'aplicar-lo en casos concrets per al mètode de bisecció i per al mètode Newton.
- Comprendre el concepte d'interpolació d'una funció per a un conjunt de punts mitjançant un tipus de funcions. Saber fer-ne el càlcul per al cas particular de les funcions polinòmiques mitjançant el mètode de Lagrange i mitjançant el mètode de les diferències dividides de Newton. Conèixer el comportament de l'error d'interpolació i el fenomen de Runge.
- Comprendre el concepte d'aproximació d'una funció per a un conjunt de punts mitjançant un tipus de funció. Saber fer-ne el càlcul en el cas particular de l'aproximació per mínims quadrats. Conèixer el comportament de l'error d'aproximació.
- Entendre el concepte de mètode numèric d'integració per al càlcul d'una integral definida, i de la seva fórmula d'error. Saber aplicar-ho en els casos de la regla dels trapezis i de la regla de Simpson.

Dedicació: 25h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

Aprenentatge autònom: 15h



ACTIVITATS

SESSIONS TEÒRIQUES EN GRUP GRAN

Descripció:

Sessions presencials on la professora introduirà les bases teòriques del càlcul i l'estudiantat es familiaritzarà amb aquestes mitjançant l'observació atenta i la realització dels primers exemples.

Material:

Arxius PDF de les Presentacions Teòriques en Beamer preparades per la professora disponibles al campus virtual.
Arxius d'exemple de programari preparats per la professora disponibles al campus virtual.
Apunts de classe presos per la persona estudiant.
Calculadora científica, llapis, goma d'esborrar, regle, paper quadriculat, colors.
Capítols de la bibliografia bàsica indicats per la professora.

Dedicació: 24h

Grup gran/Teoria: 24h

SESSIONS PRÀCTIQUES EN GRUP MITJÀ EN AULA AMB PISSARRA

Descripció:

Sessions presencials en les quals i sota la direcció de la professora els i les estudiants resoldran i posaran en comú en paper i pissarra els exercicis de les llistes de problemes bàsiques i addicionals facilitades per la professora al campus virtual amb antelació suficient per tal que les hagin treballat pel seu compte prèviament. Es podran ajudar d'ordinador o d'altres mitjans si escau. Es treballarà individualment i en grup

Material:

Llistes de problemes bàsiques de classe disponibles al campus virtual.
Llistes de problemes addicionals disponibles al campus virtual.
Arxius PDF de les Presentacions en Beamer preparades per la professora disponibles al campus virtual.
Arxius d'exemple de programari preparats per la professora disponibles al campus virtual.
Fulls de problemes preparats per la persona estudiant prèviament a la sessió de classe.
Apunts de classe presos per la persona estudiant.
Calculadora científica, llapis, goma d'esborrar, regle, paper quadriculat, colors.
Capítols de la bibliografia bàsica indicats per la professora.

Dedicació: 22h

Grup mitjà/Pràctiques: 22h

RESOLUCIÓ DE PROBLEMES

Descripció:

Resolució de problemes de les llistes de classe, ja siguin bàsiques o addicionals, o d'altres que la professora pugui especificar arran de les consultes de tutoria.

Material:

Llistes de problemes bàsics de classe disponibles al campus virtual.
Llistes de problemes addicionals disponibles al campus virtual.
Arxius PDF de les Presentacions en Beamer preparades per la professora disponibles al campus virtual.
Arxius d'exemple de programari preparats per la professora disponibles al campus virtual.
Apunts de classe presos per la persona estudiant.
Calculadora científica, llapis, goma d'esborrar, regle, paper quadriculat, colors.
Capítols de la bibliografia bàsica indicats per la professora.

Dedicació: 22h

Aprenentatge autònom: 22h



SESSIONS PRÀCTIQUES AMB PROGRAMARI MATEMÀTIC

Descripció:

Es realitzarà una sessió pràctica amb programari matemàtic corresponent a cadascuna de les unitats.

Objectius específics:

Aquells detallats en els continguts que hagin format part de les corresponents activitats.

Material:

Tot el programari està disponible a les aules d'informàtica de l'Escola.

Els guions i llistes de problemes estan disponibles a ATENEA i/o servei de reprografia.

A més, a la secció de recursos de la guia docent es faciliten enllaços a programari lliure d'interès i altres eines útils.

Lliurament:

Com a resultat de la sessió cada persona haurà de lliurar mitjançant el campus virtual uns exercicis realitzats utilitzant el programari que caldrà. Cada pràctica contribueix un 1.25% de la nota final.

Dedicació: 12h

Grup mitjà/Pràctiques: 8h

Aprenentatge autònom: 4h

TASQUES INDIVIDUALS LLIURABLES

Descripció:

Tasques individuals que la persona estudiant realitzarà autonomament i que haurà de lliurar en el format especificat per la professora al campus virtual.

Material:

Enunciats de les tasques disponible al campus virtual.

Arxius PDF de les Presentacions en Beamer preparades per la professora disponibles al campus virtual.

Arxius d'exemple de programari preparats per la professora disponibles al campus virtual.

Apunts de classe presos per la persona estudiant.

Calculadora científica, llapis, goma d'esborrar, regle, paper quadriculat, colors.

Capítols de la bibliografia bàsica indicats per la professora.

Lliurament:

Cada unitat comptarà amb una tasca individual lliurable que comptarà un 5% de la nota final.

Dedicació: 50h

Aprenentatge autònom: 50h

REPÀS

Descripció:

Cada estudiant ha de revisar de manera organitzada els continguts teòrics i pràctics i les activitats realitzades prèviament a la celebració dels exàmens d'avaluació i concertar amb la professora sessions de tutoria amb temps suficient per aclarir els possibles dubtes i per treballar els seus possibles punts febles.

Material:

Arxius PDF de les Presentacions en Beamer preparades per la professora disponibles al campus virtual.

Arxius d'exemple de programari preparats per la professora disponibles al campus virtual.

Apunts de classe presos per la persona estudiant.

Calculadora científica, llapis, goma d'esborrar, regle, paper quadriculat, colors.

Capítols de la bibliografia bàsica indicats per la professora.

Dedicació: 14h

Aprenentatge autònom: 14h



EXÀMENS D'AVUACIÓ

Material:

Enunciats de les proves i/o altre material indicat per les professors.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 6h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'avaluació de l'assignatura serà per avaluacions presencials parcials amb els següents pesos:

- 1a avaluació: 45% (Primer examen parcial: 40% + Tasques: 5%)
- 2a avaluació: 55% (Segon examen parcial: 45% + Tasques: 10%)

Els resultats poc satisfactoris de la primera avaluació es podran reconduir mitjançant una prova escrita a realitzar-se el dia fixat per la segona avaluació. A aquesta prova hi poden accedir els estudiants amb una nota inferior a 5 en la primera avaluació. Aquesta prova escrita de reconducció es qualifica entre 0 i 5, i aquesta qualificació substituirà a la qualificació inicial sempre i quan sigui superior.

Per aquells estudiants que compleixin els requisits i es presentin a l'examen de re-avaluació, la qualificació de l'examen de re-avaluació substituirà les notes de tots els actes d'avaluació durant el curs.

Si la nota final després de la re-avaluació és inferior a 5.0 substituirà la inicial únicament en el cas que sigui superior. Si la nota final després de la re-avaluació és superior o igual a 5.0, la nota final de l'assignatura serà aprovat 5.0.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Gibergans Báguena, J. [et al.]. Matemáticas para la ingeniería con Maple. Barcelona: Edicions UPC, 2008. ISBN 9788483019672.
- Strang, Gilbert. Calculus [en línia]. Wellesley: Wellesley-Cambridge Press, 1991 [Consulta: 14/05/2020]. Disponible a: <http://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/index.htm>. ISBN 0961408820.
- Chapra, Steven C.; Canale, Raymond P. Métodos numéricos para ingenieros. 6ª ed. México [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2011. ISBN 9786071504999.
- Larson, Ron; Edwards, Bruce H.; Ibarra Escutia, Joel. Cálculo. Vol. 1, Cálculo 1, de una variable [en línia]. 9a ed. México [etc.]: McGraw-Hill, 2010 [Consulta: 07/05/2021]. Disponible a: https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=5686. ISBN 9786071502735.
- Larson, Ron; Edwards, Bruce H.; Ibarra Escutia, Joel. Cálculo. Vol. 2, Cálculo 2, de varias variables. 9a ed. México [etc.]: McGraw-Hill, 2010. ISBN 9789701071342.

Complementària:

- Burden R.L.; Faires J.D. Análisis numérico. 6ª ed. México D.F: International Thomson, 1998. ISBN 968-7529-46-6.
- Yasskin, Philip B. [et al.]. CalcLabs with Maple: single variable calculus. Belmont: Brooks/Cole, Cengage Learning, cop. 2010. ISBN 9780495560623.
- Puig i Sadurní, J. Taller de matemàtiques: pràctiques en Matlab/Octave, amb un apèndix en Python [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2011 [Consulta: 14/05/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36550>. ISBN 9788476536568.
- Quarteroni, A.; Saleri, F. Cálculo científico con MATLAB y Octave [en línia]. Milano: Springer, 2006 [Consulta: 14/05/2020]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/978-88-470-0504-4>. ISBN 9788847005037.
- Schmidt Hansen, J. GNU Octave: beginner's guide: become a proficient Octave user by learning this high-level scientific numerical tool from the ground up. Birmingham: Packt Publishing, cop. 2011. ISBN 9781849513326.
- Arias, Irene [et al.]. Cálculo avanzado para ingeniería: teoría, problemas resueltos y aplicaciones [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2008 [Consulta: 14/05/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36849>. ISBN 9788483017609.
- Perelló, Carles. Càlcul infinitesimal amb mètodes numèrics i aplicacions. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, 1994. ISBN 8477395187.
- Leseduarte, M. C.; Llongueras, M. D.; Magaña, A. Càlcul I: teoria i exercicis [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2011 [Consulta: 14/05/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36651>. ISBN 9788476537312.
- Salas, Saturnino L.; Hille, Einar; Etgen, Garret J. Calculus: una y varias variables [en línia]. 4ª ed. Barcelona [etc.]: Reverté, 2002 [Consulta: 16/07/2019]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=7715. ISBN 8429151567.
- Chavarriga, Javier; García, I. A.; Giné, Jaume. Manual de métodos numéricos. Lleida: Universitat de Lleida, 1999. ISBN 8484099989.



RECURSOS

Material informàtic:

- MAPLE. Programari matemàtic amb èmfasi en el càlcul simbòlic instal·lat a les aules d'informàtica.
- Matlab. Programari matemàtic amb èmfasi en el càlcul numèric, instal·lat a les aules d'informàtica.

Enllaç web:

- <http://sage.math.washington.edu/home/wdj/teaching/calc1-sage/>. Differential Calculus with SAGE
- <http://www.gnu.org/software/octave/>. GNU Octave

Altres recursos:

- Llistes d'exercicis bàsiques.
- Llistes d'exercicis addicionals.
- Guions de les presentacions de les pràctiques de software.
- Enunciats de les qüestions de les pràctiques de software.