

## 340602 - SIOP-R1043 - Simulació i Optimització

Unitat responsable: 340 - EPSEVG - Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2016  
Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE SISTEMES AUTOMÀTICS I ELECTRÒNICA INDUSTRIAL (Pla 2012). (Unitat docent Obligatoria)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà, Anglès

### Professorat

Responsable: IMMACULADA MASSANA HUGAS  
Altres: Carles Batlle Arnau

### Capacitats prèvies

Coneixements de càlcul de vàries variables i d'equacions diferencials.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

1. CG04 -Capacitat per investigar, dissenyar i desenvolupar i implementar els metodes de simulacio pel control de sistemes electronics, automatics i robotics
2. CB9 - Que els estudiants sapiguen comunicar les seves conclusions , coneixements i les raons ultimes que les sustenten a publics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambiguitats
3. CB7 - Que els estudiant sapiguen aplicar els coneixement adquirits i la seva capacitat de resolució de problmes en nous entorns o poc coneguts dins de contextes mes amplis (o multidisciplinars) relacionats amb el seu ambit d'estudi

### Metodologies docents

Les classes de teoria consisteixen en explicacions teòriques, descripció d'exemples i solució de problemes seleccionats, emprant diversos mitjans tradicionals i digitals.

En les classes de laboratori els estudiants solucionaran, usant el MATLAB, els problemes enunciats en cada pràctica. Cada setmana, la segona sessió serà avaluable.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

1. Conèixer i saber aplicar el Càlcul de Variacions, és a dir, saber trobar la corba (funció) que maximitza o minimitza una integral (funcional).
2. Conèixer si un sistema descrit per EDO (l'espai d'estats) pot ser controlable per una entrada externa (funció de control).
3. Determinar el control òptim per a sistemes controlables.
4. Conèixer i utilitzar el MATLAB per resoldre numèricament EDO.
5. Utilitzar el MATLAB per resoldre diferents tipus de problemes de l'enginyeria i de la ciència.



## 340602 - SIOP-R1043 - Simulació i Optimització

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 125h	Hores grup gran:	22h 30m	18.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	22h 30m	18.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	80h	64.00%

## 340602 - SIOP-R1043 - Simulació i Optimització

### Continguts

<p>1. Introducció</p>	<p>Dedicació: 2h Grup gran: 1h Aprentatge autònom: 1h</p>
<p>Descripció: S'explicarà amb exemples històrics quins seran els diferents problemes que es tractaran en aquest curs: problemes d'optimització de funcions, càlcul de variacions i problemes de control òptim.</p> <p>Objectius específics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conèixer els orígens dels problemes d'optimització.</li> <li>2. Tenir una visió global dels diferents problemes que es tractaran a l'assignatura.</li> </ol>	
<p>2. Càlcul de variacions</p>	<p>Dedicació: 16h Grup gran: 5h Aprentatge autònom: 11h</p>
<p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Plantejament del problema.</li> <li>2.2 Teoria bàsica: condició necessària per ser solució, equació d'Euler-Lagrange.</li> <li>2.3 Casos particulars.</li> <li>2.4 Generalitzacions de l'equació Euler-Lagrange.</li> <li>2.5 Punts finals variables.</li> </ol> <p>Objectius específics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconèixer un problema de càlcul de variacions.</li> <li>2. Conèixer les equacions d'Euler-Lagrange.</li> <li>3. Saber trobar les funcions que compleixen les condicions necessàries per ser una solució.</li> <li>4. Resolució d'equacions diferencials.</li> </ol>	
<p>3. Multiplicadors de Lagrange</p>	<p>Dedicació: 6h Grup gran: 2h Aprentatge autònom: 4h</p>
<p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Optimització de funcions amb restriccions: mètode dels multiplicadors de Lagrange.</li> <li>3.2 Càlcul de variacions amb diferents tipus de restriccions.</li> </ol> <p>Objectius específics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Saber diferenciar un problema d'optimització amb restriccions d'un que no ho és.</li> <li>2. Saber trobar les solucions usant el mètode dels multiplicadors de Lagrange i comparar-lo amb altres mètodes si és possible.</li> <li>3. Saber resoldre problemes de càlcul de variacions amb diferents tipus de restriccions.</li> </ol>	

## 340602 - SIOP-R1043 - Simulació i Optimització

<p>4. Controlabilitat</p>	<p>Dedicació: 6h Grup gran: 2h Aprentatge autònom: 4h</p>
<p>Descripció: 4.1 Controlabilitat de sistemes de control lineals. 4.2 Exemples.</p> <p>Objectius específics: 1. Recordar l'expressió general d'un sistema de control lineal. 2. Donar la definició de controlabilitat. 3. Donar la condició de controlabilitat per a sistemes de control lineal invariants en el temps. 4. Veure diferents exemples.</p>	
<p>5. Control Òptim</p>	<p>Dedicació: 8h Grup gran: 3h Aprentatge autònom: 5h</p>
<p>Descripció: 5.1 Plantejament del problema. 5.2 El Hamiltonià. 5.3 El principi del mínim de Pontryagin (PMP). 5.4 Una propietat del Hamiltonià.</p> <p>Objectius específics: 1. Diferenciar un problema de càlcul de variacions d'un de control òptim. 2. Saber trobar el Hamiltonià d'un problema de control òptim. 3. Saber aplicar el principi del mínim de Pontryagin per trobar possibles solucions del problema de control òptim. 4. Conèixer uns de les propietats del Hamiltonià en la solució òptima i comprovar-la en cada exercici.</p>	
<p>6. El problema lineal quadràtic</p>	<p>Dedicació: 6h Grup gran: 2h Aprentatge autònom: 4h</p>
<p>Descripció: 6.1 Problemes de control òptim de sistemes lineals amb objectiu quadràtic. 6.2 Equació de Riccati. 6.3 Exemples.</p> <p>Objectius específics: 1. Saber distingir problemes de control òptim de sistemes lineals amb funció objectiu quadràtic dels que no ho són. 2. Saber trobar l'equació de Riccati i saber resoldre-la per trobar la solució òptima. 3. Aplicar-ho a diferents exemples.</p>	

## 340602 - SIOP-R1043 - Simulació i Optimització

<p>7. Principi del mínim de Pontryagin. Control continu a trossos</p>	<p>Dedicació: 8h Grup gran: 3h Aprentatge autònom: 5h</p>
<p>Descripció: Problemes de control òptim lineal en que cal minimitzar el temps.</p> <p>Objectius específics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Saber que el principi del mínim de Pontryagin canvia quan la funció control és una funció acotada.</li> <li>2. Resoldre-ho pel cas en que la funció objectiu és el temps.</li> <li>3. Reconèixer que el control que optimitza és una funció contínua a trossos.</li> </ol>	
<p>8. Simulació en MATLAB (primera part)</p>	<p>Dedicació: 24h Grup petit: 16h Aprentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8.1 Introducció al MATLAB.</li> <li>8.2 Utilització del MATLAB com a calculadora científica.</li> <li>8.3 Vectors i matrius. S</li> <li>8.4 Scripts i funcions.</li> <li>8.5 Resolució numèrica d'equacions diferencials: ode45.</li> <li>8.6 Optimització.</li> </ol> <p>Objectius específics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conèixer i familiaritzar-se amb l'entorn del MATLAB.</li> <li>2. Saber-lo usar com a calculadora científica.</li> <li>3. Saber crear scripts i funcions en MATLAB i saber diferenciar-los.</li> <li>4. Usar el MATLAB per simular diferents problemes físics o d'altres tipus.</li> <li>5. Interpretar resultats.</li> <li>6. Usar el MATLAB per trobar les solucions exactes d'equacions diferencials.</li> <li>7. Conèixer diferents mètodes numèrics que té implementats el MATLAB per resoldre equacions algebraiques i diferencials.</li> <li>8. Conèixer les diferents funcions del MATLAB per resoldre problemes d'optimització explicats a les classes teòriques.</li> </ol>	

## 340602 - SIOP-R1043 - Simulació i Optimització

9. Simulació en MATLAB (segona part)	Dedicació: 9h Grup petit: 6h Aprentatge autònom: 3h
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>9.1 Introducció a l'entorn gràfic del MATLAB: SIMULINK.</li><li>9.2 Simulació de sistemes i processos.</li></ul> <p>Objectius específics:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1. Saber usar el SIMULINK per simular sistemes i processos.</li><li>2. Interpretar els resultats que s'obtenen.</li></ul>	

## 340602 - SIOP-R1043 - Simulació i Optimització

### Planificació d'activitats

<p><b>A1: PROVES DE PRÀCTIQUES (CONTINGUT 8 i 9)</b></p>	<p>Dedicació: 4h Activitats dirigides: 2h Aprentatge autònom: 2h</p>
<p><b>Descripció:</b> L'estudiant haurà de solucionar, amb l'ajuda del MATLAB, un seguit de problemes i lliurar-ne la solució.</p> <p><b>Material de suport:</b> Material docent del campus i l'enunciat de cada prova.</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> Entrega individual i per escrit de les solucions obtingudes usant el MATLAB. Contribueix un 30% a la nota final.</p> <p><b>Objectius específics:</b> Confirmació del domini del MATLAB.</p>	
<p><b>A2: PRIMERA PROVA DE TEORIA (CONTINGUTS 2,3 I 4)</b></p>	<p>Dedicació: 6h Activitats dirigides: 2h Aprentatge autònom: 4h</p>
<p><b>Descripció:</b> L'estudiant haurà de solucionar, presencialment i per escrit, un cert nombre de problemes sobre els continguts 2, 3 i 4.</p> <p><b>Material de suport:</b> L'enunciat de la prova.</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> La solució per escrit i individual dels problemes proposats. Contribueix en un 30% a la qualificació final.</p> <p><b>Objectius específics:</b> Confirmar el domini de la teoria de càlcul de variacions Confirmar el domini de l'ús dels multiplicadors de Lagrange. Confirmar el domini del concepte de controlabilitat.</p>	
<p><b>A3: SEGONA PROVA DE TEORIA (CONTINGUTS 5,6 i 7)</b></p>	<p>Dedicació: 6h Activitats dirigides: 2h Aprentatge autònom: 4h</p>
<p><b>Descripció:</b> L'estudiant haurà de solucionar, presencialment i per escrit, un cert nombre de problemes sobre els continguts 5,6 i 7</p> <p><b>Material de suport:</b> Enunciat de la prova.</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> La solució per escrit i individual dels problemes proposats. Contribueix en un 30% a la qualificació final.</p> <p><b>Objectius específics:</b> Confirmar el domini del càlcul de control òptim.</p>	

## 340602 - SIOP-R1043 - Simulació i Optimització

<b>A4: PROVA FINAL (CONTINGUTS 2,3,4,5,6 i 7)</b>	Dedicació: 8h Activitats dirigides: 2h Aprenentatge autònom: 6h
<p><b>Descripció:</b> L'estudiant haurà de solucionar, presencialment i per escrit, un cert nombre de problemes sobre els continguts 2, 3, 4, 5, 6 i 7.</p> <p><b>Material de suport:</b> Enunciat de la prova.</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> La solució per escrit i individual dels problemes proposats. Contribueix un 60% a la qualificació final.</p> <p><b>Objectius específics:</b> Reafirmar el domini de les tècniques bàsiques presentades al llarg de l'assignatura.</p>	

### Sistema de qualificació

La qualificació final s'obtindrà d'una de les següents notes:

1. 30% de la qualificació de A1, 35% de la qualificació de A2 i 35% de la qualificació de A3.
2. 30% de la qualificació de A1 i 70% de la qualificació de A4.

### Normes de realització de les activitats

Les condicions de realització de les proves presencials individuals per escrit s'anunciaran en cada cas amb temps suficient.

Les activitats A3 i A4 es realitzaran el mateix dia i, per tant, sols se'n pot realitzar una.

### Bibliografia

Bàsica:

Pinch, Enid R. Optimal control and the calculus of variations. Oxford: Oxford Science Publications, 1993. ISBN 0198532172.

Kirk, Donald E. Optimal control theory: an introduction. Mineola, N.Y.: Dover Publication, 2004. ISBN 0486434842.

Cerdá Tena, Emilio. Optimización dinámica. Madrid [etc.]: Prentice Hall, 2001. ISBN 8420529370.