

## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

Unitat responsable: 340 - EPSEVG - Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú  
Unitat que imparteix: 702 - CMEM - Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: Josep Anton Picas Barrachina

Altres: Josep Anton Picas Barrachina

### Requisits

Coneixements bàsics de ciència de materials.

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

Específiques:

1. CE25. Coneixements i capacitats per a l'aplicació de l'enginyeria de materials
2. CE26. Coneixement aplicat de sistemes i processos de fabricació, metrologia i control de qualitat

Transversals:

3. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
4. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 3: Comunicar-se de manera clara i eficient en presentacions orals i escrites adaptades al tipus de públic i als objectius de la comunicació utilitzant les estratègies i els mitjans adequats.
5. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.
6. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 3: Planificar i utilitzar la informació necessària per a un treball acadèmic (per exemple, per al treball de fi de grau) a partir d'una reflexió crítica sobre els recursos d'informació utilitzats.

### Metodologies docents

Explicació amb classes teòriques i exemples pràctics dels diferents processos d'obtenció de recobriments i realització de tractaments superficials. Visualització al laboratori dels principals assaigs de caracterització emprats en aquest camp. Realització de pràctiques al laboratori. Visites a empreses.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Els requeriments que la tecnologia moderna exigeix a les eines, als útils i als components mecànics, obliga cada cop més a realitzar esforços per aconseguir Tractaments de Superfície avançats o Recobriments Superficials d'especials característiques. L'objectiu d'aquesta assignatura és proporcionar una base de coneixements suficients sobre 'Tractaments i Recobriments Superficials', tant des del punt de vista de la seva aplicació tecnològica com des del punt de vista de la seva obtenció i propietats. Ambdues perspectives són essencials per qualsevol Enginyer, ja estigui vinculat a Enginyeria de Processos, treballs de Fabricació, treballs d'Oficina Tècnica amb disseny d'utilitatges, etc.



## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 150h	Hores grup gran:	45h	30.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	15h	10.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	90h	60.00%

## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

### Continguts

<p><b>Tema 1: Fonaments de l' Enginyeria de Superfícies</b></p>	<p>Dedicació: 1h Classes teòriques: 1h</p>
<p><b>Descripció:</b> En l'enginyeria de superfícies s'emmarquen tots aquells processos que modifiquen la superfície dels components amb la finalitat de millorar el seu comportament en servei i augmentar la seva vida de treball. La finalitat de modificar la superfície del material pot molt variat, des de reduir el desgast o minimitzar la corrosió fins a senzillament millorar l'aspecte estètic de la superfície. En aquest primer tema es fa una introducció de la gran varietat de processos que existeixen per fer tractaments i recobriments superficials, classificats en: Processos que modifiquen la superfície de la peça sense alterar la constitució química del substrat; Processos que canvien les capes superficials, alterant la composició química del substrat i Processos que impliquen l'addició de capes de material sobre la superfície del substrat (Recobriments).</p>	
<p><b>Tema 2: Propietats superficials: Propietats tribològiques i químiques.</b></p>	<p>Dedicació: 2h Classes teòriques: 1h Classes laboratori: 1h</p>
<p><b>Descripció:</b> Les característiques superficials dels materials tenen un efecte significatiu en el comportament en servei i la vida útil de un determinat component. Els components normalment han de treballar en condicions, normalment complexes, que combinen els esforços aplicats amb processos de degradació de la superfície (químics o físics). En aquest tema s'explicaran els aspectes més importants dels dos principals mecanismes que poden provocar la degradació d'un material: propietats tribològiques (fricció i desgast) i propietats químiques (corrosió i oxidació).</p>	
<p><b>Tema 3: Tècniques de caracterització de recobriments i control de qualitat</b></p>	<p>Dedicació: 2h Classes teòriques: 1h Classes laboratori: 1h</p>
<p><b>Descripció:</b> L'estudi dels recobriments i tractaments superficials es pot enfocar des de dos punts de vista: Caracterització i Control de qualitat. Les tècniques de caracterització permeten conèixer exhaustivament les propietats dels recobriments i tractaments de superfície i relacionar-les amb els paràmetres d'obtenció. Aquesta informació és fonamental en la investigació i desenvolupament de nous recobriments i nous processos. Mentre que el control de qualitat permet avaluar la validesa dels paràmetres del procés d'obtenció (caracteritzats i establerts amb anterioritat) i determinar l'acceptació o el rebuig de les peces o components recoberts. En aquest tema es descriuran els principals tècniques tant de caracterització de recobriments i tractaments de superfície com de control de qualitat.</p>	

## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

<p>Tema 4: Tractaments tèrmics superficials (materials base ferro)</p>	<p>Dedicació: 2h Classes teòriques: 1h Classes laboratori: 1h</p>
<p>Descripció: En aquest tema s'explicaran les diferents tècniques emprades per realitzar tractament tèrmics superficials. L'objectiu d'un tractament tèrmic superficial és obtenir una bona duresa superficial i un bona resistència al desgast juntament amb un nucli de duresa mes baixa i bona tenacitat, que possibiliti l'absorció de possibles esforços d'impacte sense el trencament del conjunt d'elements en servei. Aquest tipus de tractament requereix un escalfament molt localitzat, seguit d'un refredament ràpid (trep). En funció de la tècnica emprada per realitzar l'escalfament podem diferenciar els tractaments en: Trep a la flama; Trep per inducció; Trep per Làser; Trep per feix d'electrons.</p>	
<p>Tema 5: Tractaments mecànics superficials</p>	<p>Dedicació: 1h Classes teòriques: 1h</p>
<p>Descripció: Els tractaments mecànics superficials tenen com a objectiu crear tensions residuals de compressió a la superfície de la peça, les quals eviten la formació d'esquerdes superficials millorant bàsicament la resistència a la fatiga i la resistència a la corrosió sota tensions. En aquest tema s'explicaran les principals tècniques de tractaments mecànics superficials com la tècnica de granallat de pretensió ("Shot peening") o el procés de granallat de neteja ("Abrasive blast cleaning").</p>	
<p>Tema 6: Tractaments termoquímics</p>	<p>Dedicació: 2h Classes teòriques: 1h Classes pràctiques: 1h</p>
<p>Descripció: Un tractament termoquímic és un tipus de tractament tèrmic realitzat en un medi difusiu. Aquest medi te com a funció aportar un o més elements químics, per tal de d'enriquir la superfície del material i produir un procés de difusió fins a una determinada profunditat. Aquests tractaments proporcionen a la peça unes millors propietats superficials des del punt de visat de resistència al desgast, corrosió o fatiga. En aquest tema s'explicaran les característiques principals dels tractaments termoquímics més importants a nivell industrial: Cementació (Difusió de Carboni) i Nitruració (Difusió de Nitrogen).</p>	

## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

<p>Tema 7: Anoditzat (aliatges d'alumini i titani)</p>	<p>Dedicació: 2h Classes teòriques: 1h Classes pràctiques: 1h</p>
<p>Descripció: El procés d'anoditzat es pot definir com un procés electrolític en el qual sobre la superfície de l'alumini o el titani es fa créixer una capa d'òxid. Aquests elements tenen una gran afinitat química per l'oxigen, de forma que en contacte amb l'aire queden espontàniament recobert per una fina (0,01 micres) i transparent capa d'òxid. El creixement artificial de la capa d'òxid en el procés d'anoditzat, augmenta de forma considerable l'efecte protector de d'aquesta capa. La capa d'òxid pot ser transparent, però també pot ser translúcida o opaca i també pot permetre la coloració per donar un ampli marge de colors decoratius.</p>	
<p>Tema 8: Implantació iònica</p>	<p>Dedicació: 1h Classes teòriques: 1h</p>
<p>Descripció: La implantació iònica és un procés que modifica les característiques superficials dels materials, millorant la resistència a la fatiga, desgast i fricció. En aquest procés els àtoms de l'element a implantar són ionitzats i posteriorment accelerats, mitjançant un camp elèctric en condicions de buit, cap a la superfície del material. Aquest procés és un mètode purament balístic, en que els ions penetren en el material com a conseqüència de la seva elevada energia cinètica. No depèn de la velocitat de difusió.</p>	
<p>Tema 9: Tractaments superficials amb làser</p>	<p>Dedicació: 1h Classes teòriques: 1h</p>
<p>Descripció: Els tractaments superficials amb làser es poden diferenciar en diferents tècniques depenent de la densitat de potència del làser i del temps d'interacció (funció de la velocitat de desplaçament i del diàmetre del feix): Enduriment per transformació (Tractament tèrmic superficial); Fusió superficial (Laser melt); Aliatge superficial (Laser alloying); Plaquejat (Laser cladding); Injecció superficial de partícules (Laser melt and particle injection).</p>	

## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

<p>Tema 10: Recobriments químics i electroquímics</p>	<p>Dedicació: 2h Classes teòriques: 1h Classes laboratori: 1h</p>
<p>Descripció: En aquest tema es descriuran dues tècniques d'obtenció de recobriments: Tractaments químics i electroquímics. En primer lloc es farà una descripció dels processos d'obtenció dels recobriments per electrodeposició o recobriments electrolítics. L'objectiu d'una deposició electrolítica es l'obtenció de recobriments metàl·lics, que presentin una bona adherència sobre el substrat, a partir de la reducció dels ions presents en solució mitjançant el pas d'energia elèctrica. La segona tècnica és la d'obtenció de recobriments per reducció química. Aquesta tècnica es diferencia dels processos d'electrodeposició en que no es requereix l'aportació externa d'una corrent elèctrica, si no que el recobriment metàl·lic es produeix per la reducció química dels ions metàl·lics mitjançant l'aportació d'electrons per part d'un compost reductor present en la dissolució.</p>	
<p>Tema 11: Recobriments per projecció tèrmica</p>	<p>Dedicació: 1h Classes teòriques: 1h</p>
<p>Descripció: En aquest tema es descriuran les diferents tècniques emprades dins dels processos d'obtenció de recobriments per projecció tèrmica. En aquests processos l'obtenció d'un recobriment es realitza a partir de l'aportació de materials projectats en forma de partícules foses o semi-foses sobre la superfície d'un substrat. Els diferents sistemes de projecció tèrmica poden dividir-se en dos grans grups en funció de com es transmet l'energia tèrmica necessària pel procés: Mètodes per combustió i mètodes per corrent elèctrica.</p>	
<p>Tema 12: Deposició en fase vapor: química (CVD) i física (PVD)</p>	<p>Dedicació: 1h Classes teòriques: 1h</p>
<p>Descripció: En aquest tema es descriuran els processos d'obtenció de recobriments per deposició en fase vapor. Aquests processos es poden dividir-se en dos grans grups: Processos de deposició Química en Fase Vapor <math>\checkmark</math> CVD ("Chemical Vapor Deposition") i processos de Deposició Física en Fase Vapor <math>\checkmark</math> PVD ("Physical Vapor Deposition"). Tant el procés CVD com el PVD comporten l'obtenció d'un material en forma vapor i la seva posterior condensació sobre el substrat formant un recobriment. Mentre que en el procés PVD la deposició es purament física, en el procés CVD a mesura que es deposita el material es produeix una reacció química amb el substrat.</p>	



## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

Tema 13: Pintures i Recobriments Sol-gel.	Dedicació: 2h Grup gran/Teoria: 2h
<p>Descripció: En aquest tema es defineix que és una pintura i les diferents tècniques de deposició. També es defineixen els conceptes bàsics relacionats amb la tecnologia d'obtenció de recobriments sol-gel.</p>	

## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

### Planificació d'activitats

#### ACTIVITAT 1: CLASSE EXPOSITIVA

**Descripció:**

Classe expositiva per part del professor amb exercicis pràctics resolts pel professor.

**Material de suport:**

Material subministrat pel professor via Campus Digital, bibliografia i software específic.

**Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:**

Els coneixements adquirits s'avaluaran en els tests, en les proves parcials i si és el cas, en la prova final

**Objectius específics:**

Adquisició de coneixements fonamentals que s'utilitzaran en la resta d'activitats

#### ACTIVITAT 2: ESTUDI DE LES PROPIETAST TRIBOLOGIQUES D'UN RECOBRIMENT

**Descripció:**

En aquesta pràctica l'estudiant aprendrà el funcionament d'un tribòmetre Pin on disc i com avaluar el coeficient de fricció i la velocitat de desgast d'un recobriment.

**Material de suport:**

Tribòmetre Pin on disc, Rugosímetre, mostres d'acer recobertes.

Guió de pràctiques (disponible al campus digital), bibliografia

**Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:**

En la data fixada s'haurà de lliurar el corresponent informe. L'avaluació de la seva tasca contribuirà al 20% de la nota final.

**Objectius específics:**

Aprendre com avaluar la resistència al desgast i el coeficient de fricció d'un recobriment.

#### ACTIVITAT 3: CARACTERITZACIÓ METAL·LOGRÀFICA D'UN RECOBRIMENT MITJANÇANT MICROSCOPIA ELECTRÒNICA

**Descripció:**

En aquesta pràctica l'estudiant aprendrà el funcionament d'un microscopi electrònic de rastreig (SEM) i la informació que s'obté amb els diferents detectors: electrons secundaris, electrons retrodispersats i microanàlisis de RX per dispersió d'energies (EDS o EDX). Amb el SEM observarà al microestructura de diferents recobriments.

**Material de suport:**

Microscopi electrònic de rastreig (SEM), provetes metal·logràfiques.

Guió de pràctiques (disponible al campus digital), bibliografia.

**Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:**

En la data fixada s'haurà de lliurar el corresponent informe. L'avaluació de la seva tasca contribuirà al 20% de la nota final.

**Objectius específics:**

Conèixer la informació que ens pot donar un microscopi electrònic de rastreig (SEM)



## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

### ACTIVITAT 4: PRÀCTICA DE SELECCIÓ DE TRACTAMENTS SUPERFICIALS I RECOBRIMENTS

**Descripció:**

Selecció de tractaments de superfície o processos d'obtenció de recobriments mitjançant un software específic (CES EduPack).

**Material de suport:**

Software específic per treballar en la selecció de materials. Guió de pràctiques (disponible al campus digital), bibliografia.

**Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:**

En la data fixada s'haurà de lliurar el corresponent informe. L'avaluació de la seva tasca contribuirà al 20% de la nota final.

**Objectius específics:**

Adquirir competències en la selecció de materials i processos.

### ACTIVITAT 6: QÜESTIONARI MOODLE

**Descripció:**

L'estudiant realitzarà amb el Moodle i en un temps específic, un qüestionari d'autoavaluació dels coneixements adquirits en el tema.

**Material de suport:**

Accés a Moodle

**Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:**

L'avaluació de la seva tasca contribuirà al 20% de la nota final.

**Objectius específics:**

Consolidació dels coneixements adquirits fins el moment

### ACTIVITAT 7: TREBALL

**Descripció:**

En grups de 2-3 estudiants s'haurà de realitzar un treball sobre alguna temàtica relacionada amb l'assignatura. Cada grup haurà de fer una exposició oral del tema escollit.

**Material de suport:**

Enunciat del treball, bibliografia.

**Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:**

En la data fixada s'haurà de lliurar el corresponent treball i fer-ne la corresponent presentació oral. L'avaluació de la seva tasca tindrà un pes del 10% de la nota final.

**Objectius específics:**

Relacionar els coneixements adquirits sobre tractaments de superfície i/o recobriments amb diferents aplicacions industrials.

### ACTIVITAT 8: VISITES A EMPRESES

## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

### Descripció:

Els estudiants faran visites a empreses del entorn que tinguin relació amb les temàtiques explicades en l'assignatura.

### Material de suport:

Informació sobre l'empresa a visitar. Model d'informe.

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

En la data fixada s'haurà de lliurar el corresponent informe. L'avaluació de la seva tasca contribuirà al 20% de la nota final.

### Objectius específics:

Prendre contacte amb el món industrial amb empreses del sector de tractaments de superfície i/o recobriments.

## ACTIVITAT 9: 1<sup>a</sup> PROVA SOBRE ELS CONEIXEMENTS ADQUIRITS

### Descripció:

L'estudiant haurà de realitzar una prova sobre els continguts dels temes 1 al 6.

### Material de suport:

Enunciat de la prova.

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

La solució per escrit i individual de les qüestions proposades. Contribueix un 35% a la qualificació final.

### Objectius específics:

Consolidació dels coneixements adquirits fins el moment

## ACTIVITAT 10: 2<sup>a</sup> PROVA SOBRE ELS CONEIXEMENTS ADQUIRITS

### Descripció:

L'estudiant haurà de realitzar una prova sobre els continguts dels temes 7 al 13.

### Material de suport:

Enunciat de la prova.

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

La solució per escrit i individual de les qüestions proposades. Contribueix un 35% a la qualificació final.

### Objectius específics:

Consolidació dels coneixements adquirits fins el moment

## ACTIVITAT 11: PROVA FINAL SOBRE ELS CONEIXEMENTS ADQUIRITS

### Descripció:

L'estudiant haurà de realitzar una prova escrita en la que haurà de mostrar el grau d'assoliment dels coneixements adquirits sobre els temes explicats durant el curs. En aquesta prova s'haurà d'interrelacionar coneixements adquirits en els diferents temes.

### Material de suport:

Enunciat de la prova.

## 340200 - TSAI-M7P02 - Tractaments de Superfícies per Aplicacions Industrials

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

La solució per escrit i individual de les qüestions proposades. Contribueix un 70% a la qualificació final.

Objectius específics:

Consolidació dels coneixements adquirits durant el curs i interrelació d'aquests.

### ACTIVITAT 5: RECOBRIMENTS ELECTROLÍTICS

Descripció:

Obtenció un recobriments per deposició electrolítica.

Material de suport:

Cel·la electrolítica. reactius químics. Plaques d'acer.

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

En la data fixada s'haurà de lliurar el corresponent informe. L'avaluació de la seva tasca contribuirà al 20% de la nota final.

Objectius específics:

Aprendre les variables que determinen els processos electrolítics.

### Sistema de qualificació

Avaluació ponderada entre la nota dels treballs de pràctiques (20%) i visites a empreses (10%) amb la nota de dues proves amb diferents qüestions tractades a les lliçons de teoria (nota de les dues proves de teoria: 30% cadascuna). El 10% restant correspondrà a la realització d'un treball (individual o en grup) sobre alguna temàtica relacionada amb l'assignatura i la seva exposició a classe.

No seran re-avaluables les pràctiques de laboratori, els tests realitzats via Campus Digital ni les activitats realitzades a l'aula o fora de l'aula en el període ordinari de classes (problemes, presentacions de treballs o altres).

### Bibliografia

Complementària:

ASM handbook. Vol. 5, Surface engineering. Materials Park, Ohio: ASM International, 1996. ISBN 087170384X.

Surface engineering : processes and applications. Lancaster [Pa.] [etc.]: Technomic, 1995. ISBN 1566761549.

Handbook of hard coatings : deposition technologies, properties and applications. Park Ridge (N.J.): Noyes, 2001. ISBN 0815514387.

Modern tribology handbook [en línia]. Boca Raton: CRC Press, 2001 [Consulta: 16/10/2019]. Disponible a: <[https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1433525?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1433525?lang=cat)>. ISBN 9781281357519.

Ciencia e ingeniería de la superficie de los materiales metálicos. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2000. ISBN 8400079205.

Pawlowski, Lech. Protective coating and paints. Foxit Software Company, 2004.

Coatings technology handbook. 3rd ed. Boca Raton: CRC, 2006. ISBN 9781574446494.

Pawlowski, Lech. The Science and engineering of thermal spray coatings. 2nd ed. Chichester ; Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008. ISBN 9780471490494.