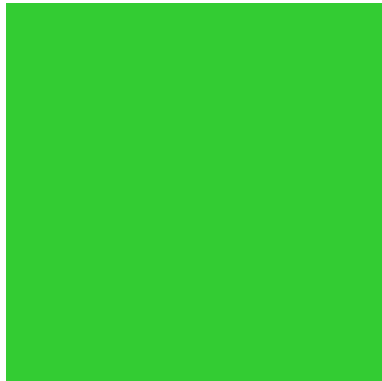


ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL
Modalitat semipresencial



ESTADÍSTICA INDUSTRIAL

Guia de l'assignatura



Escola Tècnica Superior d'Enginyeries
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

1

Crèdits: 6 (3 teoria + 3 pràctiques)

Crèdits ECTS: 4.8

Tipus: troncal

Professors: Eulàlia Gríful Ponsati

Maria Albareda Sambola

Maria Rosa Morera

Departament: Estadística i Investigació Operativa

Presentació

L' estadística industrial, ubicada en el primer curs del segon cycle d'enginyeria en organització industrial, proporciona una sèrie d'eines que s'han desenvolupat dins de l'area d'estadística per donar resposta a problemes sorgits a la indústria.

És una assignatura de caire quantitatiu on es proporcionen eines que poden donar suport a estudis quantitatius dintre de l'àrea de gestió i organització d'empreses. En particular, es desenvolupen: l'Anàlisi Multivariable, les Sèries Temporals i la Fiabilitat Industrial.

Coneixements previs

Per poder seguir correctament les matèries de l'assignatura cal tenir coneixements estadístics bàsics, referents a probabilitat, variable aleatòria, models probabilístics, estimació, proves d'hipòtesi, regressió i correlació, que se suposen adquirits a la titulació de primer cycle.

Objectius generals

Aquesta assignatura està formada per tres mòduls, l'aplicació dels quals dona satisfacció a objectius diferenciats com el tractament, interpretació i anàlisi de dades en un context propi de la gestió industrial, per interpretar comportaments, fer previsions o estudiar l'adequació a unes exigències de qualitat referents a la duració d'equips industrials.

En el primer mòdul, **Fiabilitat**, s'estudien diversos models probabilístics del temps de vida, i es presenten distintes formes de recollida d'informació i d'estimar, en cada cas, la fiabilitat de components i sistemes industrials.

El segon, **Sèries Temporals**, presenta un conjunt de tècniques estadístiques que permeten, no només estudiar i modelitzar el comportament d'un fenomen que evoluciona en el temps, sino també realitzar previsions dels valors que s'obtindran en el futur.

El tercer, **Anàlisi Multivariable**, permet l'anàlisi i interpretació del comportament de múltiples variables d'interès, associades a un mateix individu, de les que es disposa d'un gran nombre d'observacions.

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

2

Temari

Mòdul de Fiabilitat

1. Conceptes fonamentals
2. Fiabilitat amb taxa de fallada constant
3. El model de Weibull
4. Proves de vida accelerades
5. Anàlisi de la fiabilitat d'un sistema

Mòdul de Sèries Temporals

1. Introducció
2. Anàlisi d'una sèrie temporal
3. Descomposició d'una sèrie
4. Modelització amb variables categòriques
5. Autocorrelació
6. Altres tècniques de previsió

Mòdul d' Anàlisi multivariable

1. Característiques Estadístiques
2. Components Principals
3. Anàlisi de Correspondències

Objectius específics dels mòduls

■ Mòdul de Fiabilitat

La fiabilitat, com a mètode estadístic, té com a objectiu estudiar el temps de vida d'un producte o sistema per poder avaluar la seva durada, establir períodes de garantia i fer previsions de vida.

La matèria de fiabilitat és una introducció a les tècniques estadístiques per resoldre qüestions de fiabilitat industrial.

La fiabilitat industrial es diferencia d'altres tècniques estadístiques per la utilització dels models probabilístics propis de les variables aleatòries que són temps de vida fins la fallada, com la distribució exponencial i la Weibull. Altra característica diferencial és que a la pràctica les mostres aleatòries de que es disposa no són completes. Això es deu a que en molts casos les proves de vida, o assaigs de fiabilitat, són destructives, amb la qual cosa són costoses econòmicament i en temps. Per això, en molts casos, s'acaba l'assaig abans d'observar la fallada.

Es desenvolupen els models exponencial i Weibull en el context de la fiabilitat. També es fa una introducció a les dades censurades i l'estimació de paràmetres amb dades censurades. Es presenta la metodologia dels gràfics probabilístics com eina per validar el model aleatori admissible per a unes dades, així com per estimar els valors dels seus paràmetres característics.

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

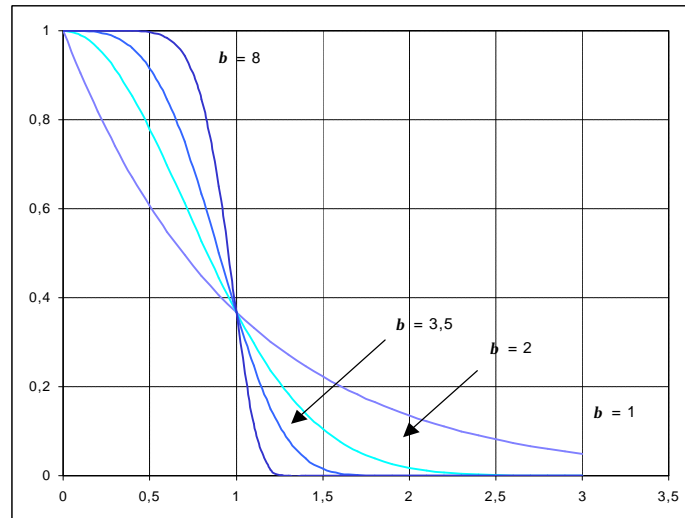
27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

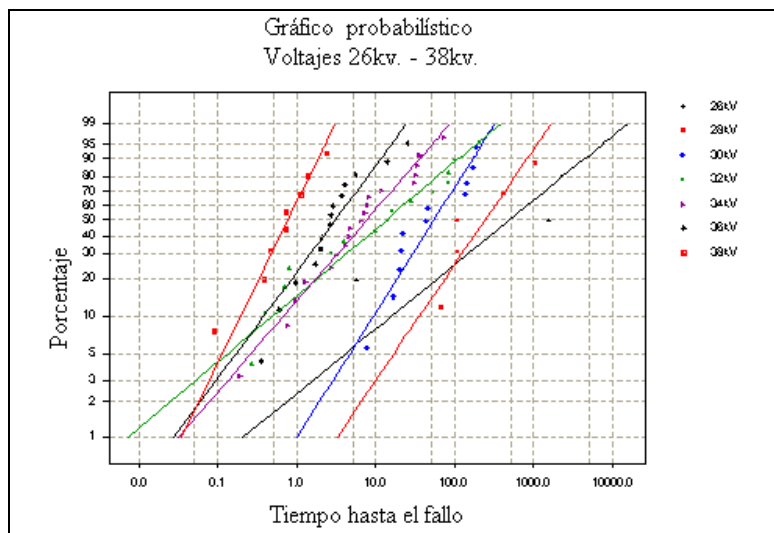
Modificada en CAA de data 27/05/09

3



Funcions de fiabilitat de Weibull amb $\alpha = 1$ i $\beta = 1; 2; 3,5$ i 8

Es fa una introducció a les proves de vida accelerada, que són una pràctica comú en la indústria. Són aquells assaigs que es fan a un nivell d'estrès superior al de les condicions ordinàries de funcionament, amb la finalitat de provocar l'aparició de fallades en un temps més curt. Aquestes proves es fan exposant els productes a condicions més severes que les usuals. Generalment implica augmentar la temperatura, el voltatge, la pressió, la vibració, el temps operatiu, etc.



Gràfic probabilístic de Weibull de les dades extrems d'una prova de vida accelerada del temps de perforació, en minuts, d'un fluid aïllant interposat entre dos elèctrodes. El temps de perforació es mesura a set voltatges diferents.

Les proves de vida accelerada poden usar-se tant per avaluar la capacitat d'un component, per tal de satisfer els requisits de fiabilitat, com per tenir un medi més ràpid de detectar debilitats potencials o modes de fallada.

En l'últim capítol es desenvolupa l'anàlisi d'un sistema, formulant els sistemes coherents, la

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

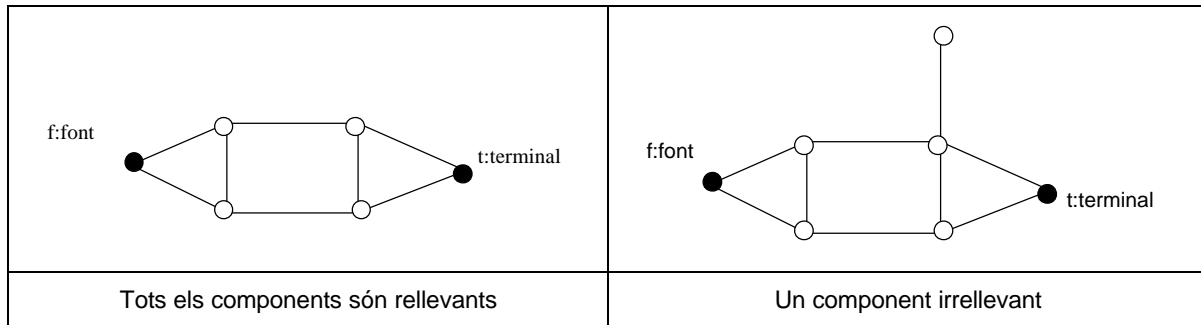
Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

4

fiabilitat d'un sistema en sèrie i en paral·lel amb taxa de fallada constant. Per fi es fa una introducció a l'anàlisi de la fiabilitat mitjançant arbres de fallada.



Exemples de components rellevants i irrelevants

Les habilitats que es volen assolir en aquest mòdul són:

- Identificar quan un problema és propi de la fiabilitat i determinar quina és la prova de vida més adequada per estudiar-ho.
- Reconèixer la variable aleatòria que defineix la problemàtica plantejada, acotant bé la definició de fallada i definint les unitat amb que es mesurarà: cicles, hores, resistència fins la fallada, etc.
- Establir quin és el model probabilístic adequat que ajusta millor les dades d'una prova de vida.
- Estimar les característiques com: fiabilitat, temps mitjà fins la fallada, taxa de fallada, etc.
- Determinar la fiabilitat d'un sistema de components amb taxa de fallada constant.

Tot seguit es resumeix el contingut detallat de cada capítol i els crèdits estimats per adquirir la capacitat d'aplicació de les metodologies exposades.

Contingut	Crèdits
Introducció	
1. Conceptes fonamentals <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Fiabilitat i fallada 1.2 Característiques de fiabilitat 1.3 Proves de vida 1.4 Distribucions de probabilitat en fiabilitat 1.5 Enfocaments de la fiabilitat 	0,2
2. Fiabilitat amb taxa de fallada constant <ul style="list-style-type: none"> 2.1 El model Exponencial 2.2 Dades censurades 2.3 Estimació de la vida mitjana i la taxa de fallada de la distribució exponencial 2.4 Proves amb dades completes. Interval de confiança $1-\alpha$ per a la vida mitjana i la taxa de fallada 2.5 Proves de vida amb duració prefixada (Censurament tipus I) 2.6 Proves de vida amb nombre de fallades prefixades (Censurament tipus II) 	0,5
3. Taxa de fallada no constant. El model de Weibull i altres <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Model de Weibull 	

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

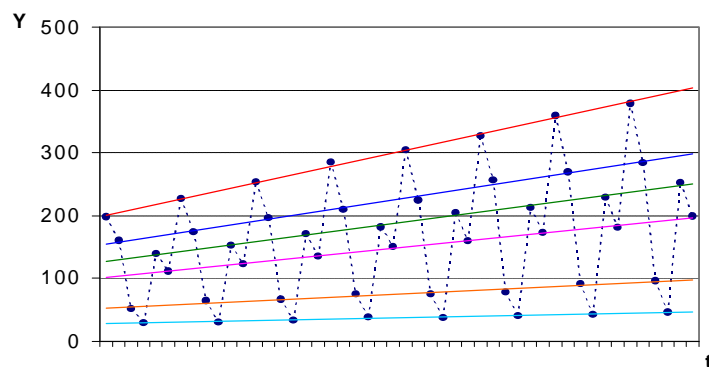
5

3.2 Altres distribucions de fiabilitat 3.3 Gràfics probabilístics 3.4 Mètode d'estimació de màxima versemblança	0,5
4. Proves de vida accelerada 4.1 Models de proves de vida amb estrès constant 4.1.1 Model Arrhenius-Exponencial 4.1.2 El model potència inversa de Weibull	0,3
5. Anàlisi de la fiabilitat d'un sistema 5.1 Sistemes coherents 5.2 Fiabilitat d'un sistema en sèrie amb taxa de fallada constant 5.3 Fiabilitat d'un sistema en paral·lel 5.4 Redundància 5.5 Anàlisi mitjançant arbres de fallada 5.5.1 Construcció d'un arbre de fallades 5.5.2 Símbols dels successos 5.5.3 Portes lògiques	0,5

■ Mòdul de Sèries temporals

Una sèrie temporal és un conjunt d'observacions ordenades en el temps, o bé, l'evolució d'un fenomen o variable en el temps. L'objectiu d'aquest mòdul és l'anàlisi de la sèrie per establir un patró de comportament, validar la seva adequació a les dades i preveure l'evolució futura. Per arribar a aquest objectiu es desenvoluparan un conjunt de sis capítols, la finalitat i contingut dels quals es detalla tot seguit.

Els dos primers capítols es poden interpretar com la de presentació del mòdul. S'aborda la problemàtica de la modelització i de la validesa del model per a futures prediccions i es defineixen els components bàsics d'una sèrie: tendència, estacionalitat, cicles i residus.



Components d'una sèrie

En el capítol 3, es desenvolupa el mètode, també denominat sistema clàssic, que descompon la sèrie en tendència, estacionalitat, cicles i residus. La tendència és la component més important de la sèrie i defineix el comportament a llarg termini; l'estacionalitat és el patró que es repeteix regularment, mentre que el residu és la discrepància entre els valors reals i els obtinguts a partir del model. Per modelitzar la sèrie i fer previsions, és necessari estabilitzar-la alliberant-la del component estacio-

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

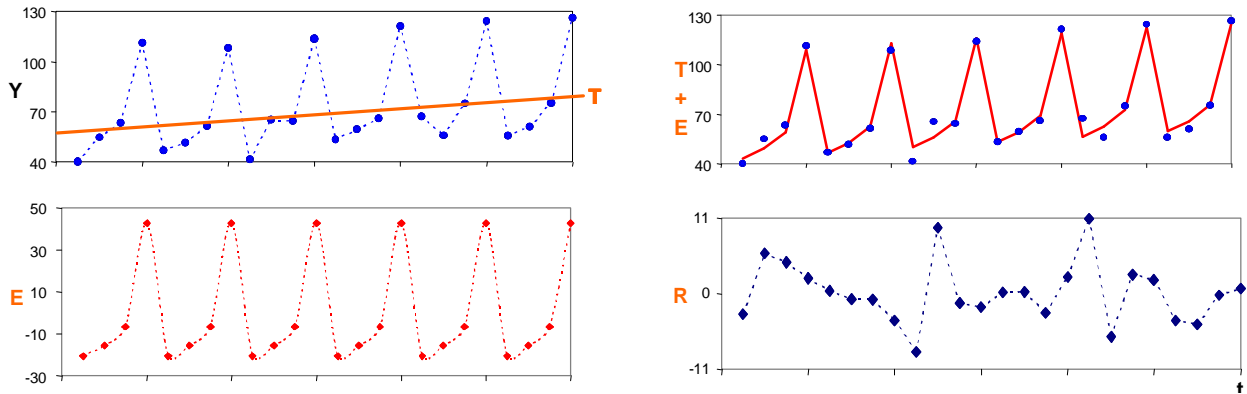
27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

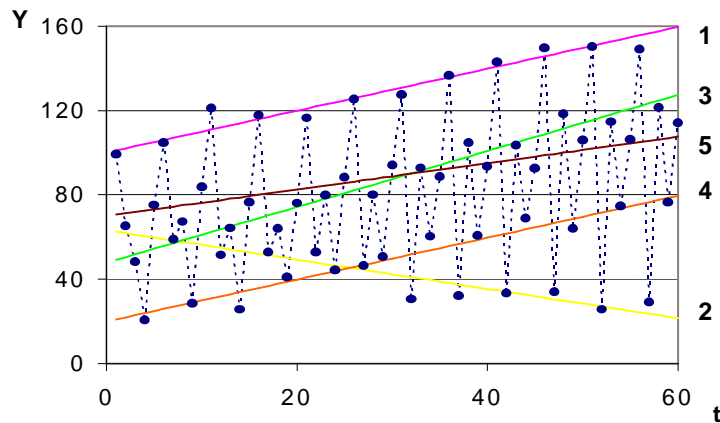
nal a través de les mitjanes mòbils. Una vegada decidida la seva conjunció, additiva o multiplicativa, s'obté el model amb què fer previsions.



Descomposició d'una sèrie temporal

En el capítol 4 es presenta la modelització conjunta, amb variables categòriques, de la tendència i l'estacionalitat per a la qual cosa no és necessari assumir model additiu o multiplicatiu, ja que és un model general que inclou tots els casos. Cada estació s'associa a una variable categòrica, o indicador que pren el valor 1 en l'esmentada estació i 0 en totes les demés, a excepció de la primera on totes valen 0. Amb aquestes variables es planteja un model tipus

$$Y = \phi(t) + \sum_{j=2}^p \beta_j Q_j + \sum_{j=2}^p \gamma_j t Q_j + \varepsilon_j$$



Model en variables categòriques

El capítol 5 presenta una eina d'anàlisi, el correlograma, o representació gràfica de la funció d'autocorrelació. Pot servir per confirmar l'estacionalitat i determinar el seu període; a més d'indicar quantes previsions són admissibles. L'autocorrelació és el coeficient de correlació entre la sèrie i la sèrie desplaçada k unitats en el temps. El gràfic del coeficient d'autocorrelació en funció de k s'anomena correlograma.

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

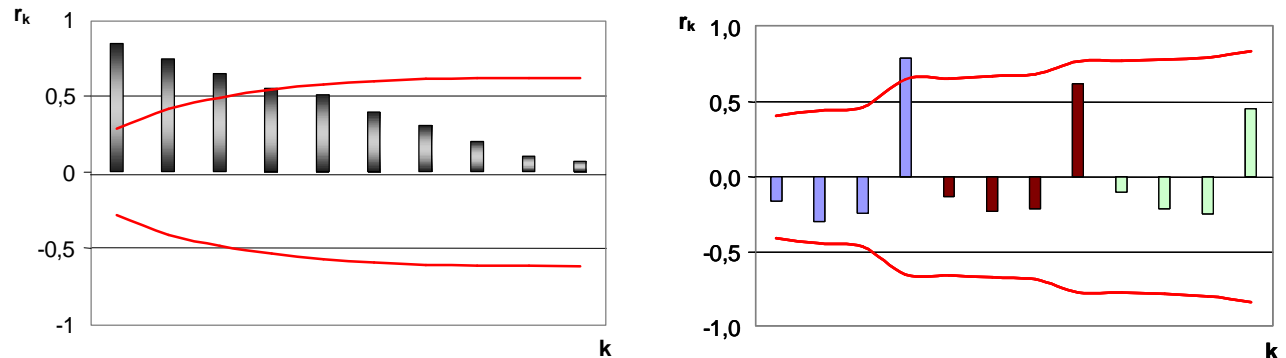
27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

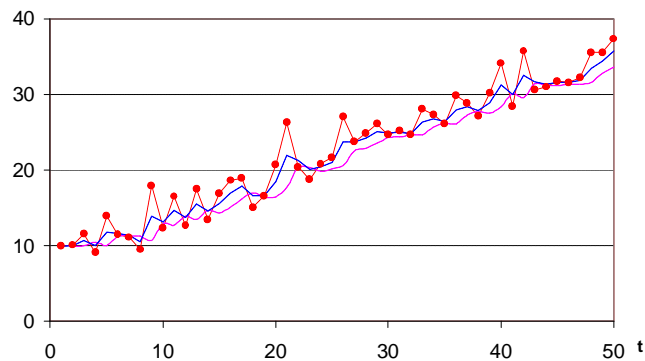
7



Correlogrames

A l'últim capítol es desenvolupa la ponderació (suavitzat) exponencial aplicable, en particular, per modelitzar una sèrie que no presenti una tendència estable al llarg de tot el període de recollida de dades, o la quantitat d'informació no sigui massa elevada; prèviament s'ha de seleccionar el factor de ponderació λ que permet balancejar el pes de la història i el de les dades recents.

Els càlculs que impliquen els sistemes d'anàlisi presentats en els capítols 3, 4, 5 i 6, tot i no ser matemàticament complexes, sí que poden resultar d'un volum que fa imprescindible l'ús d'eines informàtiques. En acabar cadascun dels capítols es disposarà d'un cas pràctic consistent en un exemple numèric desenvolupat pas a pas fent servir el full de càlcul Excel.



Sèrie original i suavitzada per a diversos valors de λ

Els objectius d'aquest mòdul són capacitar l'alumne per a

- Identificar la naturalesa d'un problema de previsions i escollir, dins les metodologies d'anàlisi exposades, aquella o aquelles que hi siguin vàlides.
- Utilitzar recursos de càlcul per a modelitzar el fenomen.
- Depurar el model resultant, estudiar el seu significat i validesa.
- Utilitzar els models resultants per fer tantes previsions com sigui admissible en funció de la situació que tingui davant.
- Valorar l'admissibilitat de qualsevol resultat obtingut.

Tot seguit es resumeix el contingut detallat de cada capítol i els crèdits estimats per al correcte aprenentatge i aplicació de les metodologies exposades:

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

8

Contingut	Crèdits
Introducció	
Anàlisi d'una sèrie temporal. Modelització per components Enfocament Box-Jenkins	0,1
Descomposició d'una sèrie temporal Mitjanes mòbils: tendència Estacionalitat Casos pràctics	0,4
Modelització amb variables categòriques Plantejament i estimació del model Comparació del mètode de descomposició amb el de variables categòriques Cas usuaris d'un telèfon	0,5
Autocorrelació Correlograma Interpretació dels correlogrames	0,3
Altres tècniques de previsió Ponderació exponencial Suavitzat exponencial Elecció del factor de ponderació Mètode de Brown	0,4
Altres exemples	0,3

■ Mòdul d' Anàlisi multivariable

L' Estadística Multivariable és una àrea de coneixement molt àmplia, especialitzada en el tractament d'observacions multidimensionals, és a dir, aplicable a poblacions constituïdes per individus en els que es mesuren simultàniament dues o més característiques. Per això, el seu camp d'aplicació és la pràctica totalitat de les ciències experimentals i, en particular, els processos industrials caracteritzats per múltiples respostes, els estudis de mercat, etc.

L'exposició, després d'una revisió d'alguns conceptes estadístics, es limitarà a dues metodologies dins d'aquesta àrea: Components Principals i Anàlisi de Correspondències.

A la documentació facilitada es presenten i rememoren els conceptes d'esperança matemàtica, variància i desviació tipus, els seus estimadors mostrals i la seva generalització a la noció de vector d'esperances matemàtiques, matrius de variàncies-covariàncies i de correlacions.

Amb els components principals s'aborda la problemàtica en la qual s'han d'anitzar diverses variables, en un grup nombrós d'individus, i la magnitud de la base de dades dificulta una interpretació fàcil i eficient, al temps que les correlacions entre les variables redueixen l'eficàcia dels mètodes d'estudi.

La representació gràfica dels individus i les variables, a l'espai dels components, permet visualitzar les relacions entre les variables, les similituds entre els individus i les associacions mútues. Els com-

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

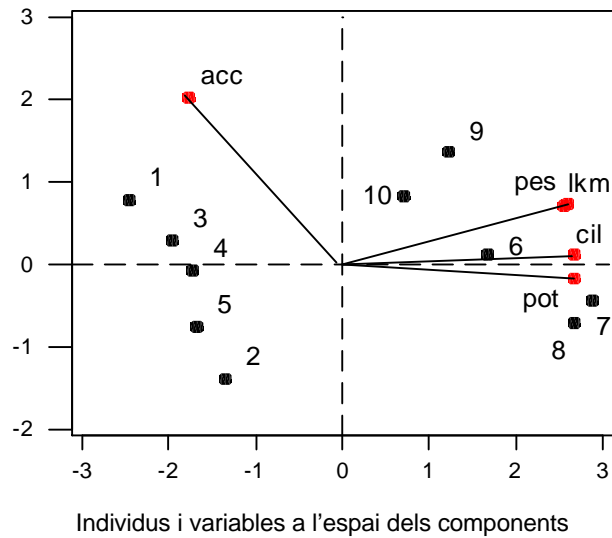
Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

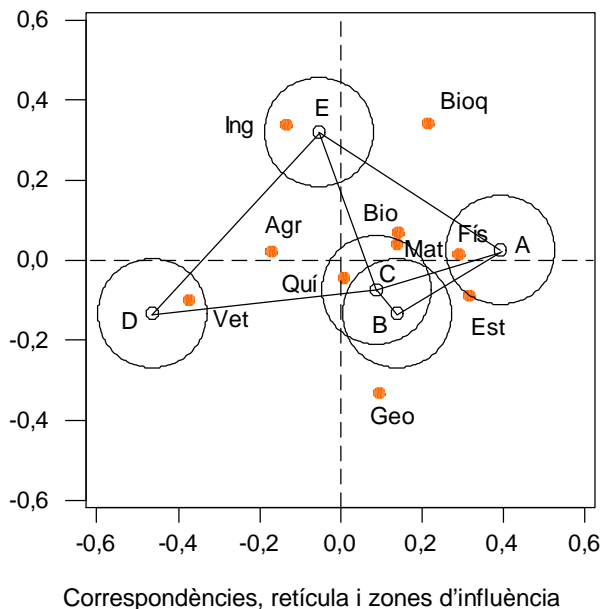
Modificada en CAA de data 27/05/09

9

ponents principals determinen combinacions lineals que, sacrificant la mínima informació possible, permetin realitzar les anàlisis.



En l'anàlisi de correspondències, s'analitzen les taules de correspondències que recopilen dades segons dos conjunts de modalitats (comunitat autònoma i activitat laboral, ...) proporcionant una representació geomètrica, simple i precisa, en un espai de dimensió reduïda, que posa de manifest les associacions dins de cada conjunt i entre els conjunts.



Amb aquest mòdul es pretén capacitar l'alumne per a que,

- Sigui capaç de determinar la metodologia d'anàlisi més adequada davant d'una informació complexa

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

10

- Pugui realitzar els càlculs i gràfics que siguin necessaris per a l'aplicació de les tècniques estudiades.
- Sàpiga interpretar correctament els resultats i les seves conseqüències.

El contingut detallat de cada capítol i els crèdits estimats per adquirir la capacitat d'aplicació de les metodologies exposades, es resumeixen en el següent quadre:

Contingut	Crèdits
Característiques Estadístiques Característiques d'una variable aleatòria Estadístics mostrals univariats Característiques d'un vector aleatori Estadístics mostrals multivariats	0,2
Components Principals Introducció Components Principals Correlació entre X i Y Elecció del nombre de components Representació gràfica Casos pràctics	0,9
Anàlisi de Correspondències Introducció Perfils Distància de χ -quadrat Reducció dimensional Representació simultània Casos pràctics	0,9

Autoavaluacions

En aquest tipus d'ensenyament on no hi ha un contacte presencial continu amb el professor, és fàcil que l'interès de l'estudiant pugui decaure al llarg del curs. Per evitar aquest problema i aconseguir l'efecte que l'alumne no se senti sol en el seu aprenentatge i d'acord amb la planificació temporal de cada capítol dels tres mòduls, l'estudiant va rebent exercicis d'autoavaluació a través del Campus Digital. Aquest exercicis són una prova sobre els coneixements adquirits en el tema corresponent.

La sistemàtica consisteix en publicar l'enunciat d'un exercici que l'estudiant hauria d'estar en condicions de resoldre si hagués seguit la planificació temporal establerta per a l'assignatura. Al cap d'uns pocs dies es publica la solució detallada, amb l'objectiu que durant aquests dies tingui temps de resoldre'l o de posar-se al dia en el temari si fos el cas. Als alumnes que, una vegada rebuda la solució, segueixin tenint dubtes referents al desenvolupament o comprensió de l'exercici, se'ls invitarà a consultar amb el professor a través del Campus Digital.

Adicionalment, al llarg del curs, s'activaran qüestionaris interactius que l'estudiant podrà utilitzar per tal de reforçar els coneixements que va adquirint.

Pràctiques

Per aplicar els coneixements adquirits es demana a cada alumne, l'execució d'una pràctica de cadascun dels tres mòduls. En cada cas haurà d'analitzar les dades d'un arxiu que ha de capturar del Campus Digital, la referència del qual trobarà al seu nom en una llista d'assignació publicada en el

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

11

mateix campus.

Així doncs, les tres pràctiques són individualitzades. En cada cas haurà d'estudiar la situació i fer l'anàlisi segons els coneixements adquirits, elaborant un informe que haurà de lliurar en paper imprès (i no per altre mitjà físic o electrònic) especificant el nom i la referència de l'arxiu estudiat, en el termini indicat en la llista d'assignació d'arxius i en el calendari d'activitats fixat a començament de curs.

Dins dels textos de cada mòdul es troben casos pràctics desenvolupats i analitzats profundament que poden servir de pauta per a què l'alumne faci el seu informe. A més, hi ha guies d'utilització dels diversos programes informàtics necessaris per a la realització de càlculs propis de l'assignatura, amb aplicació a casos numèrics concrets.

La pràctica de **Fiabilitat** consisteix en l'elaboració d'un informe on s'analitza i s'estima el model que s'ajusta millor a les dades obtingudes en una prova de vida. Per a la seva realització s'haurà d'utilitzar un full de càlcul i el programa MINITAB.

La pràctica del mòdul de **Sèries Temporals** consistirà en estudiar les dades de l'arxiu assignat, modelitzar el seu comportament utilitzant la metodologia de les **variables categòriques**, interpretar el model i fer les previsions que siguin admissibles. Els càlculs es poden fer amb el full de càlcul **EXCEL**, per a la qual cosa li seran útils les pràctiques que es desenvolupen en el text

La pràctica del mòdul d'**Anàlisi Multivariable** es realitzarà amb el full de càlcul EXCEL, les guies d'aplicació del qual es troben també al text i a la Intranet Docent.

Avaluació

En acabar cadascun dels tres mòduls es farà una avaluació (dins la tercera sessió presencial del mòdul) mitjançant un test constituït per 10 preguntes amb varies respostes possibles i una d'elles en blanc. La resposta correcta es valorarà amb un punt i la incorrecta amb $-0,2$. L'alumne tindrà 90 minuts per al seu desenvolupament i pot disposar de tot el material que cregui necessari per a una correcta aplicació dels conceptes adquirits (apunts, taules, calculadora, exercicis resolts, llibres, etc.).

En la documentació disponible es faciliten exercicis tipus test, amb solució detallada de cadascú, de l'estructura dels que van a conformar avaluacions anteriors. Aquests exercicis, junt amb els ja esmentats d'autoavaluació, han de servir d'indicadors personalitzats del grau de coneixements adquirits, abans d'arribar a l'avaluació .

Si un alumne optés per no presentar-se a l'avaluació de tots o algun mòdul, o desitjés millorar alguna de les qualificacions obtingudes, disposa de l'avaluació final de l'assignatura per examinar-se dels mòduls que cregui necessari.

Cada mòdul constitueix la tercera part de la qualificació de l'assignatura i dins de cadascú l'avaluació representa un 80% i l'informe de la pràctica el 20%.

Materials

Per al seguiment de cada mòdul es disposa de material imprès i de la bibliografia recomanada. Addicionalment, a través del Campus Digital es facilitarà material addicional per al seguiment de l'assignatura (exercicis d'autoavaluació, pràctiques, complements, qüestionaris interactius, etc.)

Bibliografia bàsica

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

12

- Griful E., *Fiabilitat*, Edicions UPC, formato pdf, 2001. <http://www.edicionsupc.es/>
- Griful E., *Fiabilitat*, Edicions UPC, 2002.
- Pepió M., *Sèries Temporals*, Edicions UPC, formato PDF, 2002 <http://www.edicionsupc.es/>
- Pepió M., *Sèries Temporals*, Edicions UPC, 2002
- Polo C., *Estadística Multivariable*, Edicions UPC, formato PDF, 2002.
 - <http://www.edicionsupc.es/>
- Polo C., *Estadística Multivariable*, Edicions UPC, 2002.

Bibliografia Complementària

- Barlow R.E. *Engineering Reliability*, ASA-SIAM, 1998.
- Cuadras C.M., *Métodos de Anàlisi Multivariante*, U.B., 1981.
- Diebold F., *Elementos de pronósticos*, International Thomson Editores, 1999.
- Gutiérrez R., y otros, *Tècniques de Anàlisi de Dats Multivariables*. Tratamiento Computacional, F.C. de la U.G., 1994.
- Gómez G., Canela M., *Fiabilitat Industrial*, Edicions UPC, 1992.
- Judez L., *Tècniques de Anàlisi de Dats Multidimensionales*, M.A.P.A., 1989
- Makridakis S., Wheelwright S., McGee V., *Forecasting: Methods and applications*, John Wiley, 1983
- Nelson W., *Applied Life Data Analysis*. Wiley, 1982.
- Nelson W., *Accelerated Testing Statistical Models, test plans and data analysis*. Wiley, 1990
- Newbold P., *Estadística para los negocios y la economía*, Prentice Hall, 1997

Metodologia de treball

El pla de treball proposat als estudiants que segueixen l'assignatura en règim semipresencial es detalla posteriorment.

El seguiment de l'assignatura mitjançant el Campus Digital es basa en les directrius del professor per a cada setmana, estudiant la documentació i resolent els exercicis i pràctiques proposats.

El pla de treball està distribuït en 3 mòduls de 5 setmanes de duració. Cada mòdul consta de tres sessions presencials, una primera on es s'introdueixen els conceptes fonamentals del mòdul, una segona on es desenvolupen exercicis pràctics i una tercera on l'alumne pot optar per fer un examen del mòdul. Com ja s'ha comentat, la realització dels controls és opcional per a ser avaluat de forma continuada; si no s'assisteix es podrà examinar el dia de l'avaluació final.

Pla de treball

Setmana		Pla de treball
1	Sessió presencial 0	Presentació de l'assignatura
2	Sessió presencial 1	Mòdul 1: Fiabilitat

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

13

		Presentació dels conceptes fonamentals del mòdul. Introducció a l'estimació amb dades censurades
	Autoavaluació 1	Conceptes fonamentals de Fiabilitat
	Resolució autoavaluació 1	
3	Autoavaluació 2	Estimació dels paràmetres de la distribució de Weibull d'una prova de vida amb dades completes.
	Resolució autoavaluació 2	
4	Pràctica Fiabilitat	Llista d'assignació i arxius de la pràctica
	Autoavaluació 3	Estimació dels paràmetres de la distribució de Weibull d'una prova de vida amb dades censurades
	Resolució autoavaluació 3	
5	Autoavaluació 4	Exercicis sobre proves de vida accelerada i anàlisi de fiabilitat d'un sistema
	Sessió presencial 2	Realització d'exercicis pràctics
6	Lliurament de treballs	Informe pràctica mòdul 1
	Resolució autoavaluació 4	
	Sessió presencial 3	Avaluació Mòdul 1: Fiabilitat
7	Sessió presencial 4	Mòdul 2: sèries temporals Presentació. Conceptes de regressió, estimació de coeficients, estudi de la seva significació, depuració del model
	Autoavaluació 1	Descomposició clàssica d'una sèrie
	Resolució autoavaluació 1	
8	Autoavaluació 2	Modelització amb variables categòriques
	Pràctica Sèries	Llista d'assignació i arxius de la pràctica
9	Resolució autoavaluació 2	
	Autoavaluació 3	Autocorrelació
	Resolució autoavaluació 3	
10	Autoavaluació 4	Suavitzat exponencial
	Sessió presencial 5	Realització d'exercicis pràctics
11	Resolució autoavaluació 4	
	Lliurament treballs	Informe practica mòdul 2
	Sessió presencial 6	Avaluació Mòdul 2: Sèries Temporals
12	Sessió presencial 7	Mòdul 3: Anàlisi Multivariable Presentació. Conceptes de vector aleatori, matriu de variàncies-covariàncies i de correlacions. Valors i vectors propis.
	Autoavaluació 1	Característiques estadístiques i transformacions
	Pràctica Multivariable	Llista d'assignació i arxius de la pràctica
13	Resolució autoavaluació 1	
14	Autoavaluació 2	Components Principals
	Resolució autoavaluació 2	
	Autoavaluació 3	Anàlisi de correspondències
Nadal: 2 setmanes no lectives		

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27851 Estadística Industrial. Guia de l'assignatura

Aprovada en CAA de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

Modificada en CAA de data 27/05/09

14

15	Resolució autoavaluació 3	
	Lliurament treballs	Informe pràctica mòdul 3
	Sessió presencial 2	Avaluació Mòdul 3: Estadística Multivariable
Avaluació final	Avaluació final En data i hora fixada per la Comissió Acadèmica de la ETSEIAT	Avaluació de tots els mòduls