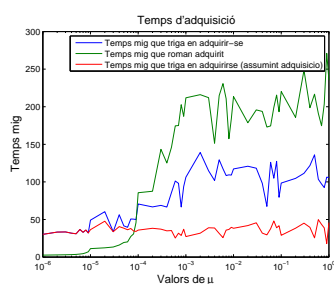
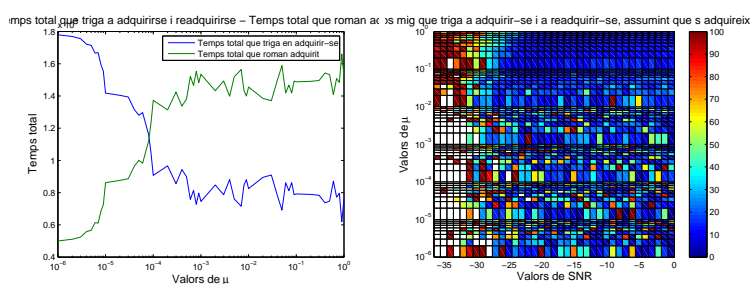
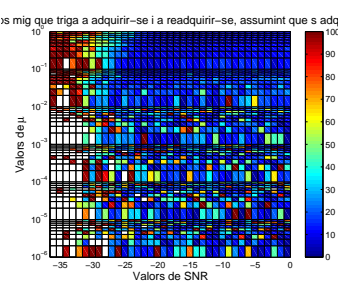
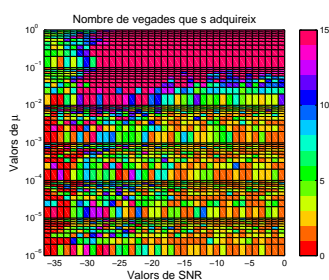
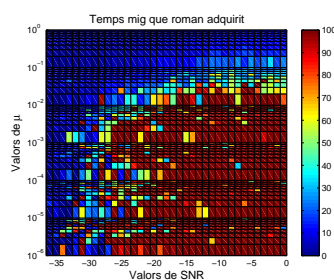
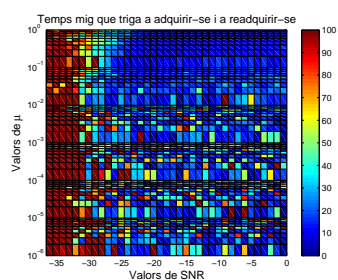
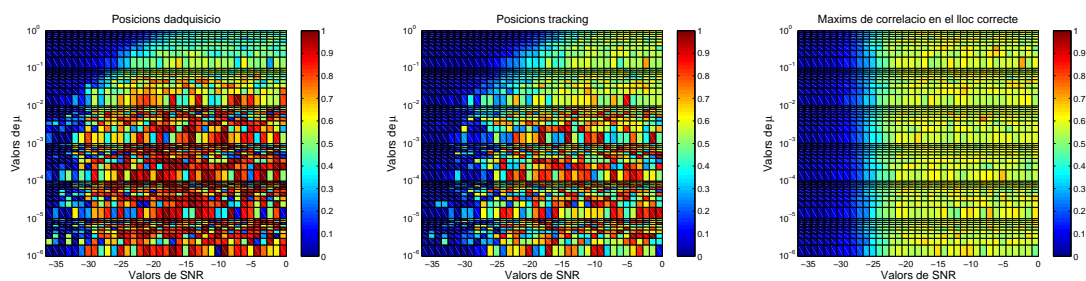
(a) *Escenari 2*: Posició d'adquisició en el lloc correcte(b) *Escenari 2*: Posició de tracking en el lloc correcte(c) *Escenari 2*: Màxims de correlació en el lloc correcte(d) *Escenari 2*: Gràfica dels temps mitjos que triga en adquirir-se o que roman adquirit(e) *Escenari 2*: Gràfica dels temps totals que triga en adquirir-se o que roman adquirit(f) *Escenari 2*: Temps que triga a adquirir-se només si s'adquireix(g) *Escenari 2*: Nombre de vegades que s'adquireix en un temps de simulació(h) *Escenari 2*: Temps total que roman adquirit(i) *Escenari 2*: Temps total que triga a adquirir-se

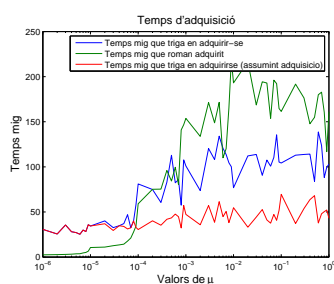
Figura C.15: **LONGITUD 600**, $\mu = 0.001$: Gràfiques corresponents a l'*escenari 0*, respecte a les posicions d'adquisició i de tracking, els temps que triga en adquirir-se, el temps que roman adquirit i el nombre de vegades que s'adquireix



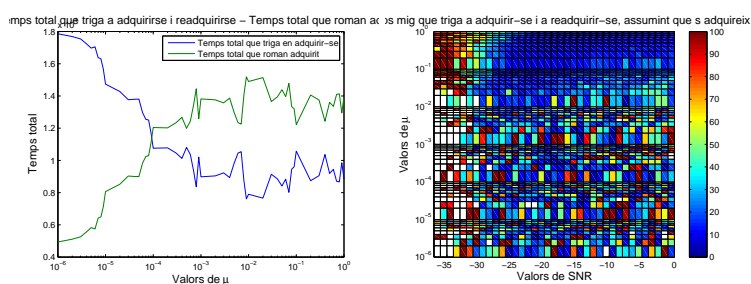
(a) *Escenari 3*: Posició d'adquisició en el lloc correcte

(b) *Escenari 3*: Posició de tracking en el lloc correcte

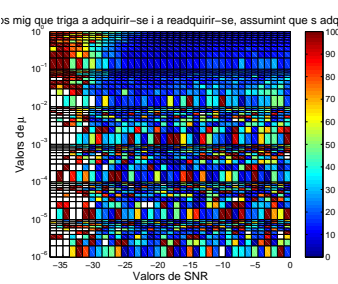
(c) *Escenari 3*: Màxims de correlació en el lloc correcte



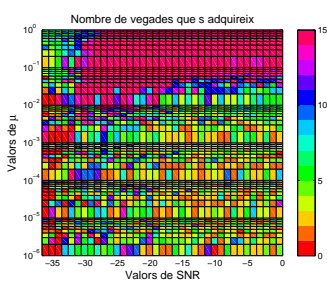
(d) *Escenari 3*: Gràfica dels temps mitjos que triga en adquirir-se o que roman adquirit



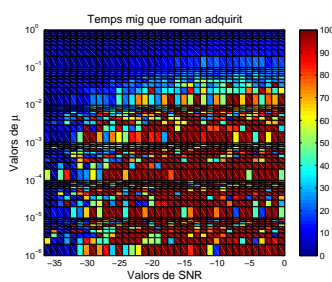
(e) *Escenari 3*: Gràfica dels temps totals que triga en adquirir-se o que roman adquirit



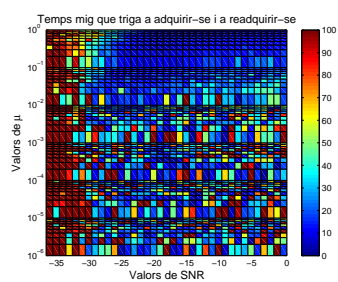
(f) *Escenari 3*: Temps que triga a adquirir-se només si s'adquireix)



(g) *Escenari 3*: Nombre de vegades que s'adquireix en un temps de simulació



(h) *Escenari 3*: Temps total que roman adquirit



(i) *Escenari 3*: Temps total que triga a adquirir-se

Figura C.16: **LONGITUD 600**, $\mu = 0.001$: Gràfiques corresponents a l'*escenari 0*, respecte a les posicions d'adquisició i de tracking, els temps que triga en adquirir-se, el temps que roman adquirit i el nombre de vegades que s'adquireix

APÈNDIX D

AVALUACIÓ INTERMÈDIA DE LES MILLORES REALITZADES EN L'ESTRUCTURA MULTIRESOLUTIVA

Aquest annex té la pretensió d'avaluar quins punts de les millores de l'estructura multiresolutiva són més rellevants que els altres per a la millora global del funcionament de l'estructura, tal i com s'ha mostrat en l'apartat 5.10.2. Per tal d'alienar els resultat obtinguts d'implementacions particulars de l'estructura multiresolutiva, com el cas del control difús i el receptor RAKE (ambdós descrits al capítol 7), s'han realitzat les proves incorporant aquests dos elements a l'estructura original de Moran [Mor01].

Els resultats que es mostren a continuació han estat avaluats en proves de 600 símbols de longitud, en els quatre escenaris de simulació descrits a la taula 2.5.2, i amb un marge de SNR de [-50,0]dB. L'objectiu és avaluar la probabilitat de que l'adquisició sigui correcta en cada cas. En cada una de les proves s'aclareix quins paràmetres s'han valorat i quins han quedat sense ajustar, tot apreciand-ne les millores.

Estructura multiresolutiva original [Mor01] En la figura D.1 es mostren els resultats de les simulacions sobre l'estructura multiresolutiva original proposada per Moran [Mor01]. S'observa com el bon funcionament roman fins al volant dels -14dB, i que és raonablement pitjor en els escenaris 1 i 2, probablement a causa del multicamí. Cal recordar que l'escenari 3 també té multicamí, però els dos camins principals són més propers i per tant, sovint l'adquisició correcta és més senzilla si el sistema no presenta una elevada resolució.

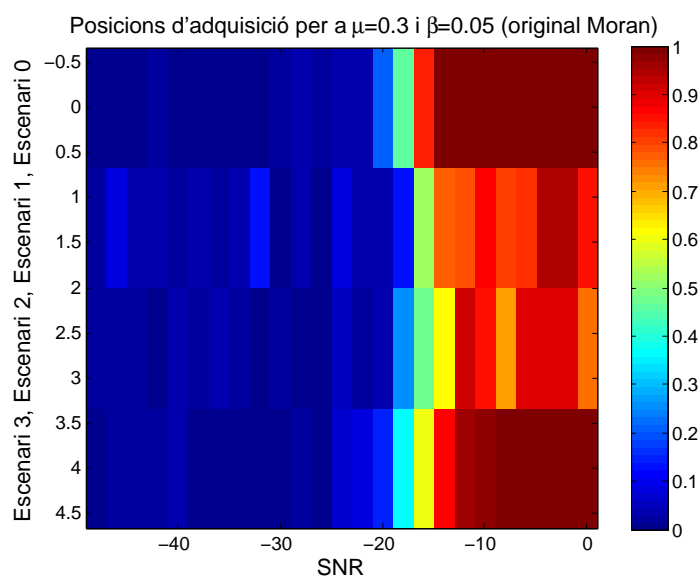


Figura D.1: Estructura multiresolutiva original [Mor01] sense incorporar cap millora del capítol 5; sense l'ús de filtre antialiasing i amb els paràmetres de convergència $\mu = 0.3$ i $\beta = 0.05$, usant control per estabilitat i sense aprofitament del multicamí.

Estructura multiresolutiva *baseline* amb les primeres modificacions A continuació es comenten les proves realitzades amb l'estructura multiresolutiva de Moran [Mor01] amb les primeres modificacions realitzades. En primer lloc, s'hi ha adaptat el funcionament del detector RAKE i també el control difús de l'adquisició i el *tracking*, tal i com han estat descrits en el capítol 7. Apart d'aquestes millores també se n'ha eliminat la incertesa respecte a la longitud de la seqüència PN, i s'ha forçat que aquesta longitud fos múltiple del nombre de branques a delmar, en aquest cas, $M = 4$. Les altres millores ja incorporades han estat l'ajust de la mida del filtre adaptatiu de *tracking* i l'avaluació del millor valor de *roll-off* per al conformador de pols *raised cosine* aplicat sobre les dades (per a més detalls, veure el capítol 5). Amb tot aquest conjunt d'arranjaments es defineix el nou *baseline* de l'estructura multiresolutiva millorada, i sobre aquest *baseline* es mesuraran les millores incorporades pels paràmetres de convergència i per l'efecte del filtre antialiasing, que amb tota seguretat presentaran les millores més destacables.

A la figura D.2 s'observa una millora respecte a la figura D.1. La millora més clara es troba en el funcionament dels escenaris 1 i 2, que s'equiparen en gairebé tots els casos al comportament en l'escenari 3. Alhora, el comportament de la nova estructura *baseline* millora entre 4dB i 6dB en funció de quin sigui l'escenari mesurat. Es pot afirmar, doncs, que tot aquest conjunt de petites millores tenen el seu efecte en el comportament final. És

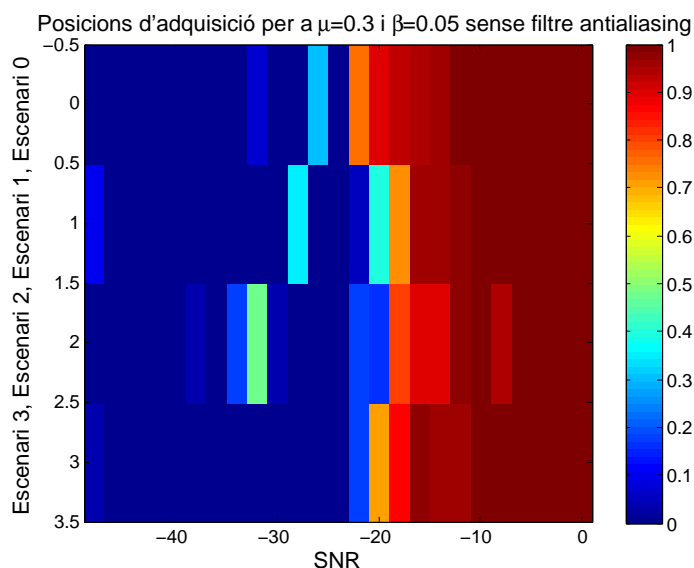


Figura D.2: Estructura multiresolutiva *baseline* amb les primeres modificacions; es té en compte el multicamí usant un detector RAKE, el control de l'estructura funciona amb lògica difusa i s'han realitzat els ajustos corresponents al capítol 5 excepte el filtre antialiasing i l'ajust dels paràmetres de convergència.

important notar que l'estructura encara no ha estat ajustada a les condicions de canal.

Estructura multiresolutiva *baseline* amb filtre antialiasing En la figura D.3 es mostra l'estructura multiresolutiva *baseline* incorporant el filtre antialiasing (per a més detall, consultar l'apartat 5.4.1 de la memòria). En aquest cas es pot afirmar amb claredat que la importància del disseny d'aquest filtre és alta, puix que la millora en termes de dB abasta en alguns casos els 8dB o 10dB respecte al *baseline* presentat a la figura D.2. A continuació s'observarà si la influència dels paràmetres d'ajust μ i β presenten la mateixa importància.

Estructura multiresolutiva *baseline* amb els paràmetres de convergència ajustats A la figura D.4 es presenten els resultats obtinguts amb l'estructura multiresolutiva *baseline* ajustant els paràmetres μ i β dels filtres adaptatius. Malgrat que els resultats no són ni de bon tros tant espectaculars com els presentats en la figura D.3, la millora respecte de la mateixa situació sense ajust dels paràmetres arriba als 4dB en alguns casos (millores en l'escenari 2, p.ex.). La millora més clara és, però, l'increment del % d'adquisició en les zones grises de transició entre el bon funcionament i el funcionament regular de l'estructura. A continuació es mostrarà la integració de totes les millores, que fa que els resultats finals

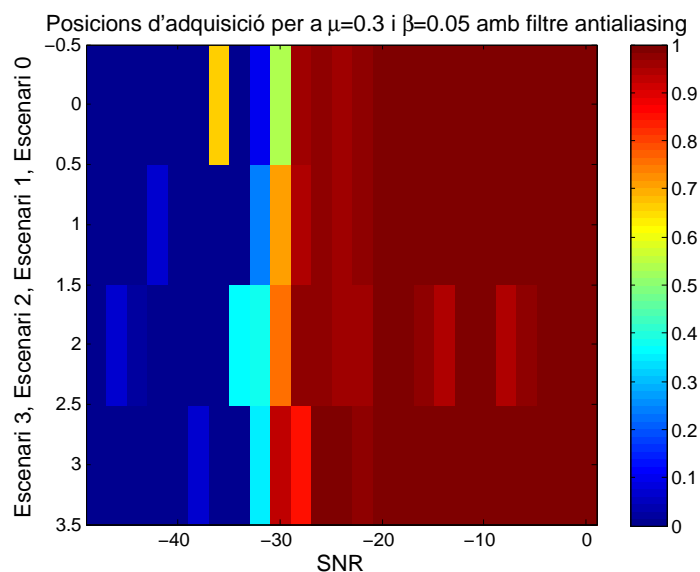


Figura D.3: Estructura multiresolutiva *baseline* amb filtre antialiasing detallat a l'apartat 5.4.1 i sense l'ajust dels paràmetres de convergència.

obtinguts incorporin aquests guanys de dB en els percentatges d'adquisició.

Estructura multiresolutiva amb les millores del capítol 5 Finalment, a la figura D.5 es mostra l'estructura multiresolutiva *baseline* incorporant l'ajust dels paràmetres de convergència i també del filtre antialiasing, així com totes les millores prèvies ja presentades en la figura D.2.

El guany de la figura D.5 respecte a la figura D.1 que presentava els resultats de l'estructura multiresolutiva original de Moran [Mor01] és d'una clara millora que arriba fins als 14dB de guany en alguns casos. L'estructura multiresolutiva final (Ralsina) arriba amb un bon funcionament fins al voltant dels -32dB, millorant amb escreix els resultats obtinguts per l'estructura multiresolutiva original [Mor01].

Conclusions Per tal de tancar l'avaluació realitzada en aquest annex, tan sols destacar que la millora que incorpora més diferència de qualitat en el resultat és el filtre antialiasing, seguit de la convergència dels paràmetres dels filtres adaptatius. Sense perdre de vista en cap moment que les millores realitzades per a obtenir un *baseline* nou també presenten uns dB de millora respecte a l'estructura original [Mor01].

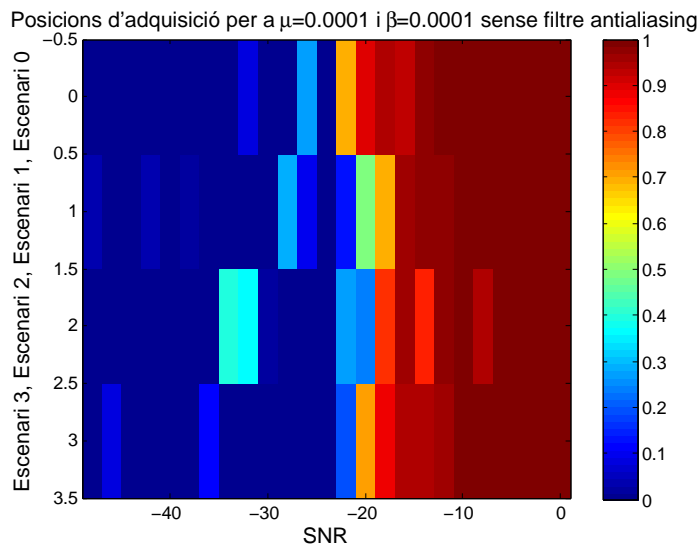


Figura D.4: Estructura multiresolutiva *baseline* amb els paràmetres de convergència μ i β ajustats però sense ús del filtre antialiasing de l'apartat 5.4.1.

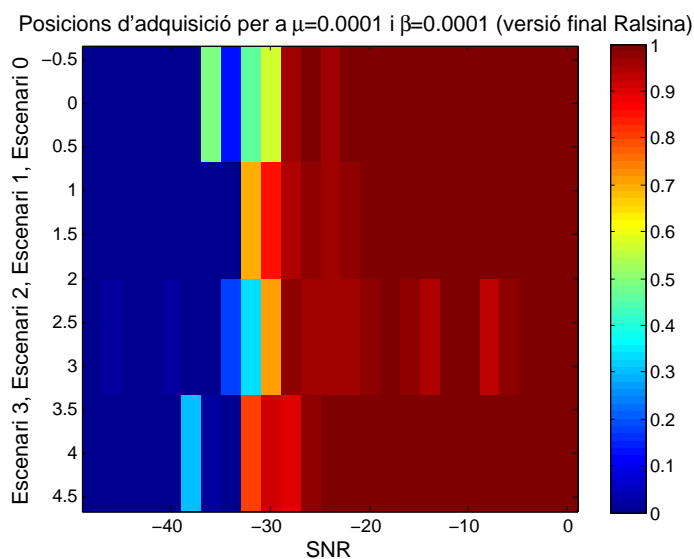


Figura D.5: Estructura multiresolutiva amb les millores del capítol 5. Control realitzat per lògica difusa, aprofitament de la diversitat temporal amb un detector RAKE, paràmetres μ i β ajustats i filtre antialiasing implementat.

APÈNDIX E

SEQÜÈNCIES GA1 PER A UN ENTORN MULTIUSUARI

En aquest annex s'exposen els detalls del disseny de les famílies de seqüències GA de 4 i de 8 usuaris, com a extensió dels resultats que es presenten en el capítol 6.

E.1 Resultats d'evolució del *fitness* en les famílies GA de 4 i 8 individus

A continuació es detallen els resultats de *fitness* per a la generació de la família de seqüències GA1 de 4 i de 8 seqüències.

E.1.1 Família de 4 seqüències

A la figura E.1 s'observa l'evolució del valor del *fitness* per a cada seqüència de la família de 4 seqüències, generada amb una estratègia evolutiva. El valor del *fitness* per a cada seqüència és major respecte a la família de 2 seqüències. Cal dir que només una de les 4 seqüències de la família té el millor *fitness* (el més baix) i les altres tres tenen el mateix valor de *fitness* final, lleugerament pitjor que l'anterior seqüència. D'altra banda, però, es constata que la variació de seqüències un cop inicialitzades és molt escassa.

A la figura E.2 s'observa la optimització de la millor seqüència obtinguda pel genètic per tal de millorar la família de 4 seqüències. Els paràmetres que formen el valor del *fitness* són un total de 26 i la seva minimització conjunta és cada cop més difícil.

E.1.2 Família de 8 seqüències

A la figura E.3 s'observen els valors del *fitness* per a cada seqüència de les 8 que té la família. S'ha fet un zoom a la figura original perquè la variació del *fitness* és tant baixa que dificulta la seva localització si es contempen totes les 8000 generacions. Altra vegada unes quantes seqüències coincideixen amb el seu valor de *fitness*, malgrat que la diferència de valor entre unes i altres és molt baixa.

A la figura E.4 s'observa l'evolució del *fitness* de l'algorisme genètic per a la millor seqüència dissenyada de la família de 8 seqüències. Es minimitzen un total de 46 paràmetres, gairebé el doble que el cas de la família de 4 seqüències; és per això que la seva convergència a valors menors és més difícil.

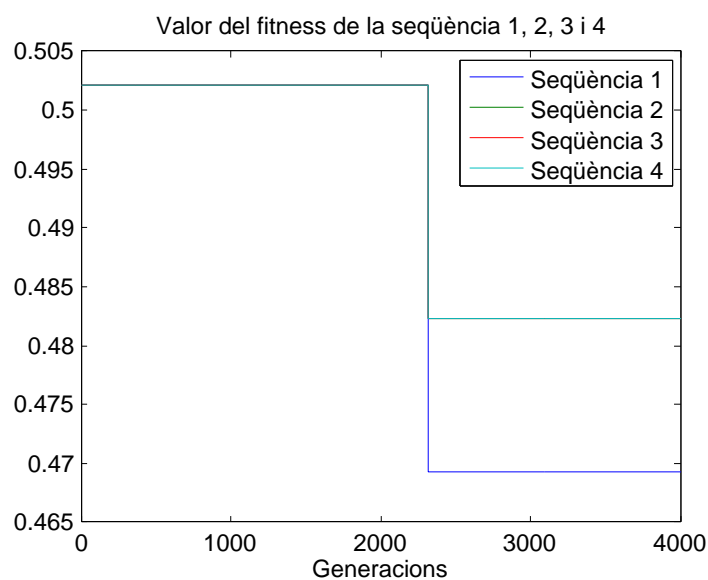


Figura E.1: Evolució del *fitness* de cada seqüència en la família de 4 seqüències per a les 4000 generacions de l'estratègia evolutiva

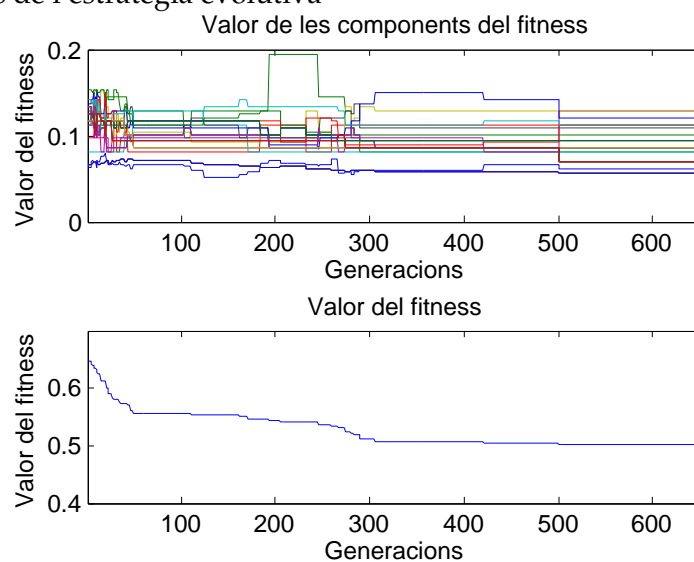


Figura E.2: Evolució de les components del *fitness* i del *fitness* de la millor seqüència generada pel GA de la família de 4 seqüències per a les 1000 generacions de l'algorisme genètic

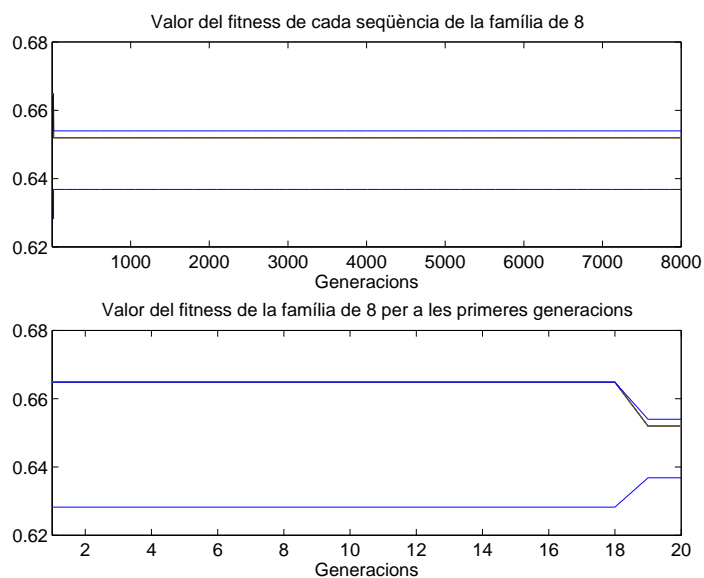


Figura E.3: Evolució de les components del *fitness* i del *fitness* de cada seqüència en la família de 8 seqüències per a les 8000 generacions de l'estratègia evolutiva

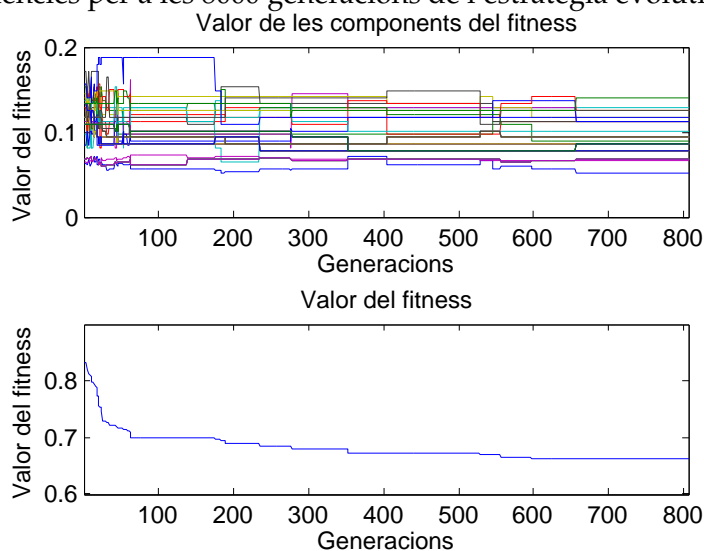


Figura E.4: Evolució de les components del *fitness* i del *fitness* de la millor seqüència generada pel GA en la família de 8 seqüències per a les 1000 generacions de l'algorisme genètic

E.2 Resultats comparatius a les seqüències PN clàssiques en termes de satisfacció de restriccions de l'estructura

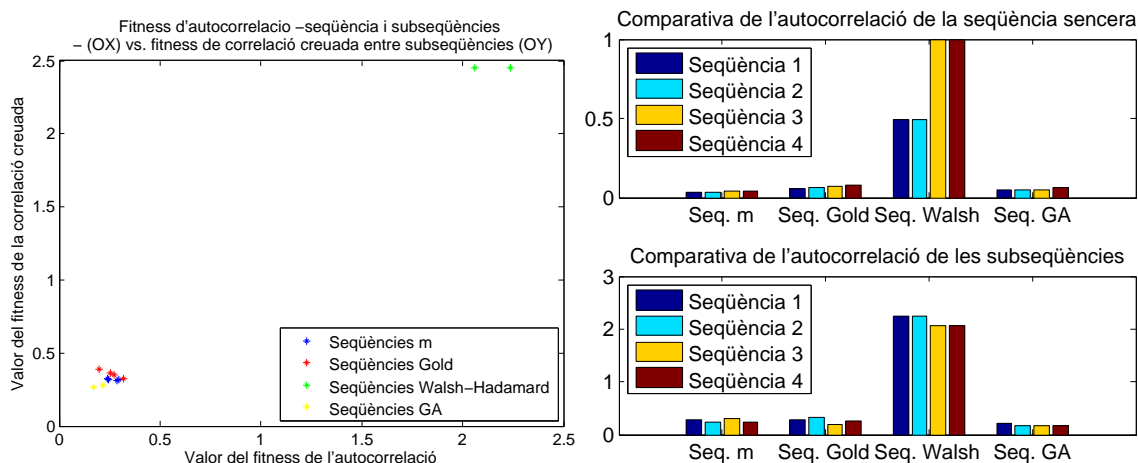
A continuació es revisen els resultats dels diferents ítems que formen el *fitness* dels individus de les famílies de 4 i de 8 seqüències.

E.2.1 Resultats en termes d'autocorrelació

Aquesta informació complementa la ja exposada en l'apartat 6.5.2 per a famílies d'una sola seqüència i de dues seqüències.

Família de quatre seqüències

A la figura E.5 s'observen els resultats per a una família de 4 seqüències PN. A la figura E.5.a es presenten els resultats de l'autocorrelació en l'eix OX, i els de la correlació creuada en l'eix OY. Les millors seqüències són les seqüències GA dissenyades, seguides de les seqüències *m*, de les seqüències Gold i finalment, de les Walsh-Hadamard a molta distància.



(a) Comparativa dels valors d'autocorrelació (seqüència sencera i subseqüències) i de la correlació creuada (veure equació 6.11) entre les subseqüències d'una mateixa seqüència de les diferents famílies

(b) Valor de l'autocorrelació de la seqüència sencera i de les subseqüències per a cada família

Figura E.5: Resultats en termes d'autocorrelació per a grups de quatre seqüències

A la figura E.5.b es dibuixa el valor de l'autocorrelació de la seqüència sencera en el cas de la figura superior. Les seqüències m , les seqüències GA i les seqüències Gold, per aquest ordre, són les que presenten millor autocorrelació de la seqüència sencera. Pel que fa a l'autocorrelació de la seqüència delmada, l'ordre de bondat dels resultats presenta primer les seqüències GA, seguides de les seqüències m i les seqüències Gold. Altra vegada, les seqüències Walsh-Hadamard queden a força distància en termes de qualitat.

Família de vuit seqüències

Finalment, a la figura E.6.a es mostra la relació entre autocorrelació i correlació creuada, tant per seqüències com per subseqüències, i s'observa com altra vegada, la família més ben posicionada pel que fa als resultats és la família de seqüències GA.

D'altra banda, a la figura E.6.b es mostra la relació de valors de l'autocorrelació per a cada una de les seqüències de les famílies comparades. La millor en termes de seqüències sencera és la família de seqüències m , seguides de les seqüències GA i de les Gold a poca distància. Més enrere queden les seqüències Walsh-Hadamard. Pel que fa a l'autocorrelació de les seqüències delmades, els millors resultats els presenten les seqüències GA, seguides de les m i de les Gold a poca distància, i finalment les seqüències Walsh-Hadamard.

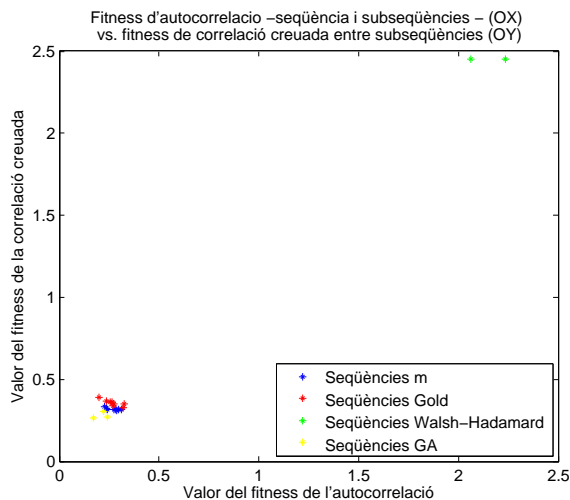
E.2.2 Resultats en termes de correlació creuada

Aquesta informació complementa la ja exposada en l'apartat 6.5.3 per a famílies d'una sola seqüència i de dues seqüències.

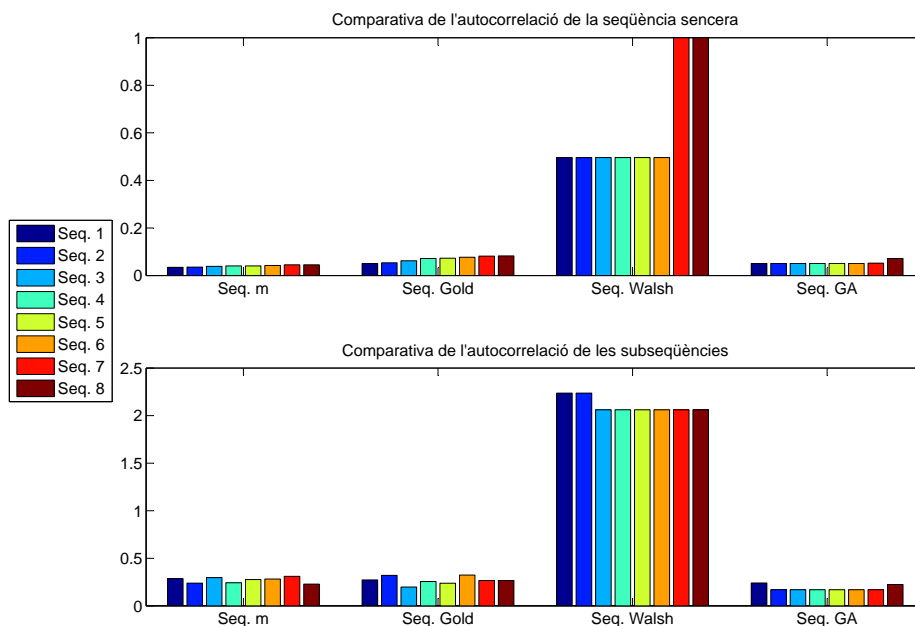
Família de quatre seqüències

A la figura E.7.a es presenten els resultats dels valors de la correlació creuada entre les seqüències delmades de la mateixa seqüència. Les que presenten millors valors són les seqüències GA, puix que la funció de *fitness* amb la que han estat dissenyades contemplava aquest paràmetre.

A la figura E.7.b s'observen els valors de la correlació creuada de les seqüències senceres entre elles; en aquest cas, el millor comportament el tenen les seqüències GA, amb un valor de correlació creuada mitjana molt baix. Pel que fa a la correlació creuada entre les diferents subseqüències de cada seqüència, les que presenten millor valor mitjà són també les seqüències GA; en aquest cas també es tracta d'un paràmetre que ha estat optimitzat amb el genètic. Cal observar que les seqüències Walsh-Hadamard presenten valors a zero

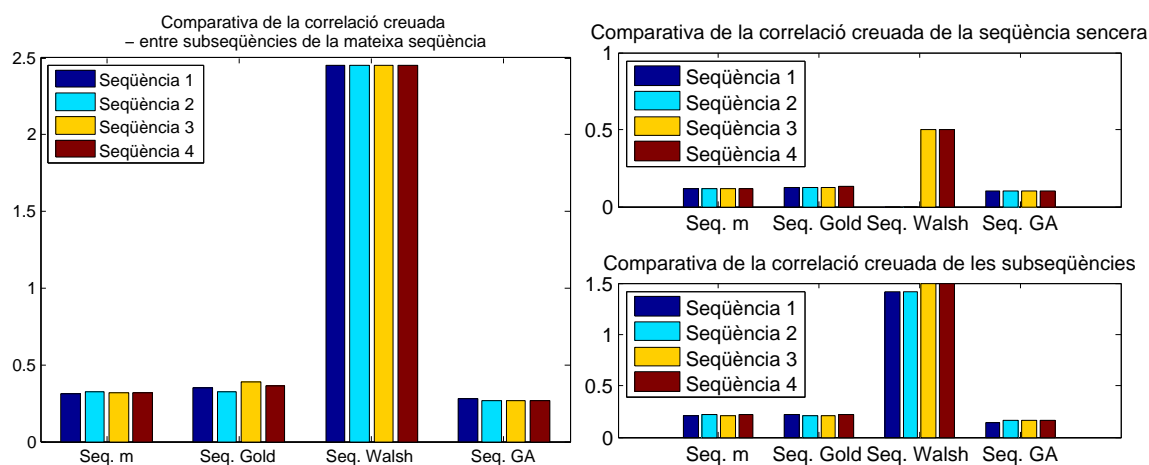


(a) Comparativa dels valors d'autocorrelació (seqüència sencera i subseqüències) i de la correlació creuada (veure equació 6.11) entre les subseqüències d'una mateixa seqüència de les diferents famílies



(b) Valor de l'autocorrelació de la seqüència sencera i de les subseqüències per a cada família

Figura E.6: Resultats en termes d'autocorrelació per a grups de vuit seqüències



(a) Comparativa dels valors de la correlació creuada de les seqüències delmades dins de la mateixa seqüència

(b) Comparativa dels valors de la correlació creuada de les seqüències senceres - entre individus diferents - i de les seqüències delmades - també entre individus diferents -

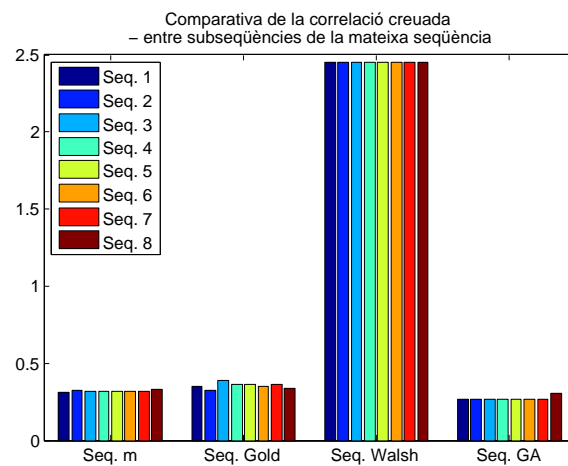
Figura E.7: Resultats en termes de correlació creuada per a grups de **quatre seqüències**

i d'altres amb un valor força elevat. Aquestes seqüències han estat dissenyades per a tenir una correlació creuada de zero en el cas d'estar sincronitzades.

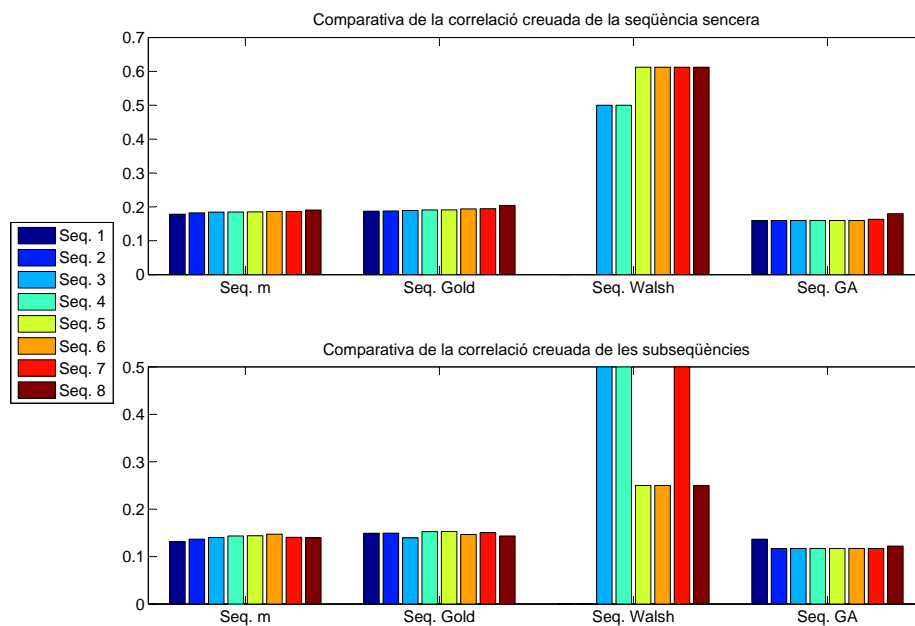
Família de vuit seqüències

A la figura E.8.a es mostren els resultats dels valors de la correlació creuada entre les seqüències delmades de la mateixa seqüència. Les que presenten millors valors són les seqüències GA, puix que la funció de *fitness* amb la que han estat dissenyades contempla aquest paràmetre.

A la figura E.8.b s'observen els valors de la correlació creuada de les seqüències senceres entre elles; en aquest cas, el millor comportament el tenen les seqüències GA, amb un valor de correlació creuada mitjana molt baix. Pel que fa a la correlació creuada entre les diferents subseqüències de cada seqüència, les que presenten millor valor mitjà són també les seqüències GA; en aquest cas també es tracta d'un paràmetre que ha estat optimitzat amb el genètic. Cal observar que les seqüències Walsh-Hadamard presenten valors a zero i d'altres amb un valor força elevat, a priori sembla contradictori; aquest fet es deu, però, a que es mesura la correlació creuada en la seva totalitat, no només quan aquestes estan sincronitzades. Aquestes seqüències han estat dissenyades per a tenir una correlació creuada



(a) Comparativa dels valors de la correlació creuada de les seqüències delmades dins de la mateixa seqüència



(b) Comparativa dels valors de la correlació creuada de les seqüències senceres - entre individus diferents - i de les seqüències delmades - també entre individus diferents -

Figura E.8: Resultats en termes de correlació creuada per a grups de vuit seqüències

de zero en el cas d'estar sincronitzades, tal i com ja s'ha explicat anteriorment.

APÈNDIX F

RESULTATS DELS TESTOS ESTADÍSTICS DE LES SEQÜÈNCIES GA

A continuació es dibuixen les gràfiques per al resultat de la prova *10 fold cross validation* tant per a les seqüències GA1 com per les seqüències GA2. Són la completitud dels resultats presentats en el capítol 6.

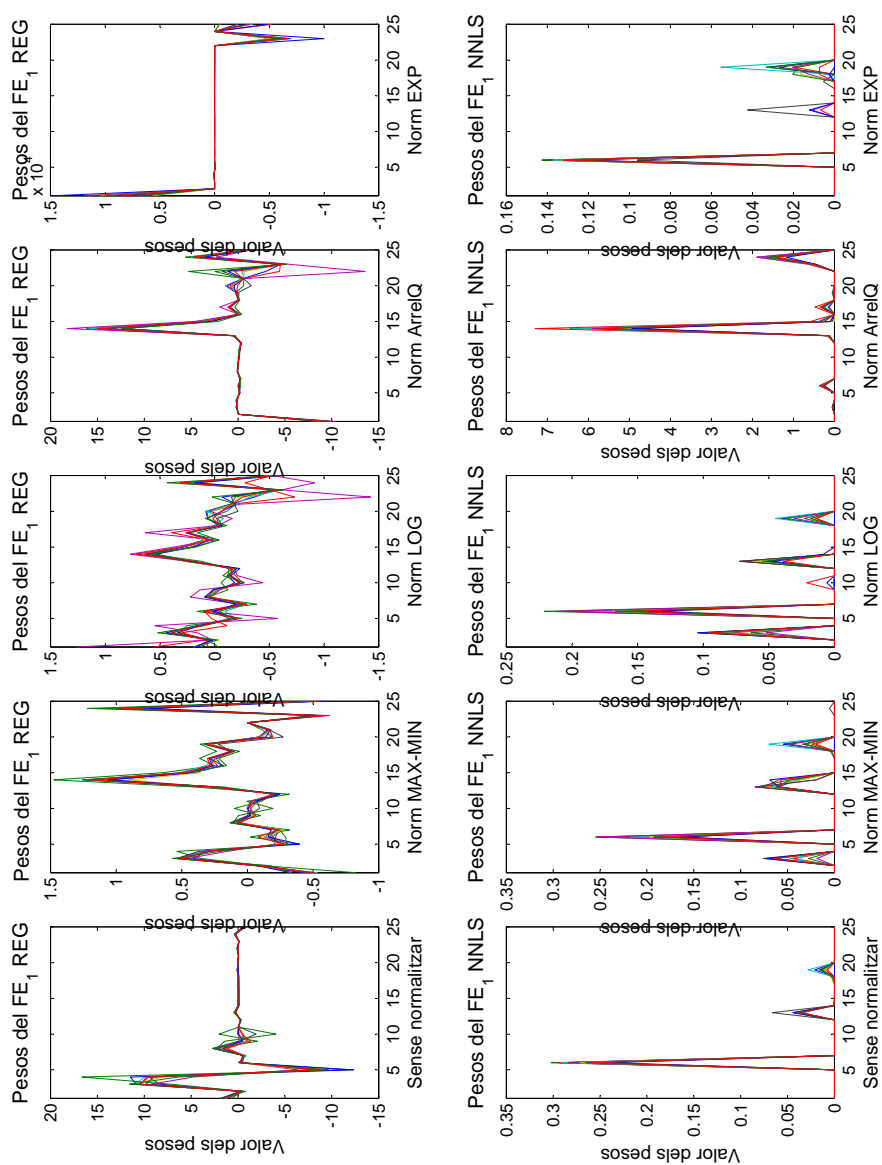


Figura F.1: Resultats de W1 per al 10 fold cross validation per a les seqüències GA1

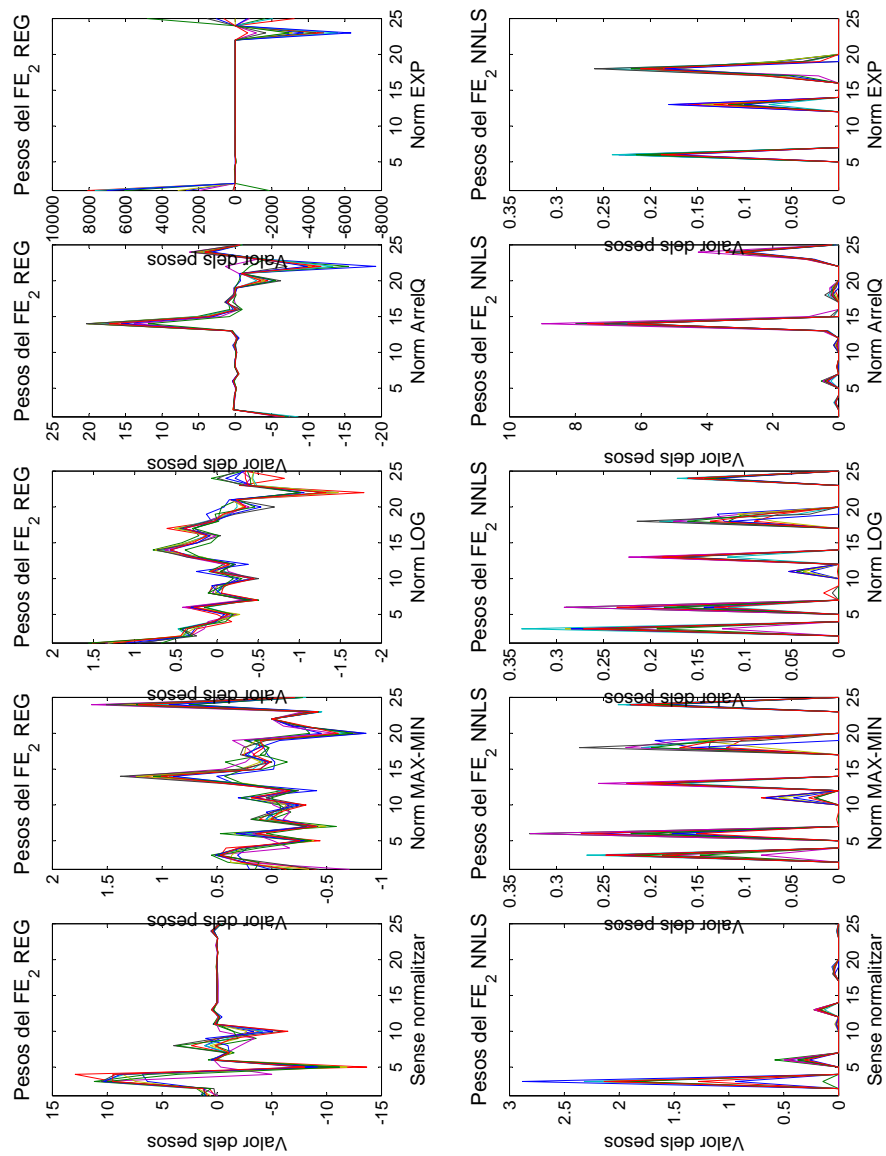


Figura F.2: Resultats de W2 per al 10 fold cross validation per a les seqüències GA1

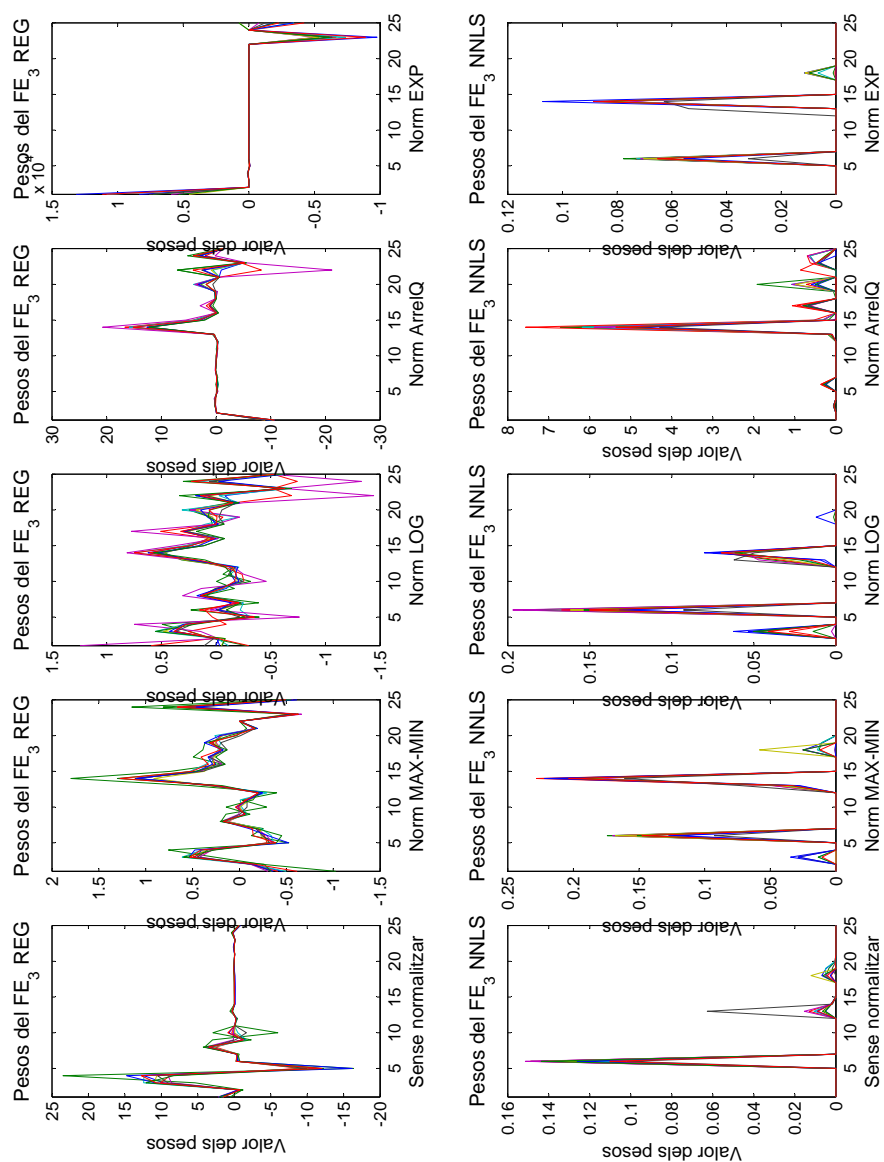


Figura F.3: Resultats de W3 per al 10 *fold cross validation* per a les seqüències GA1

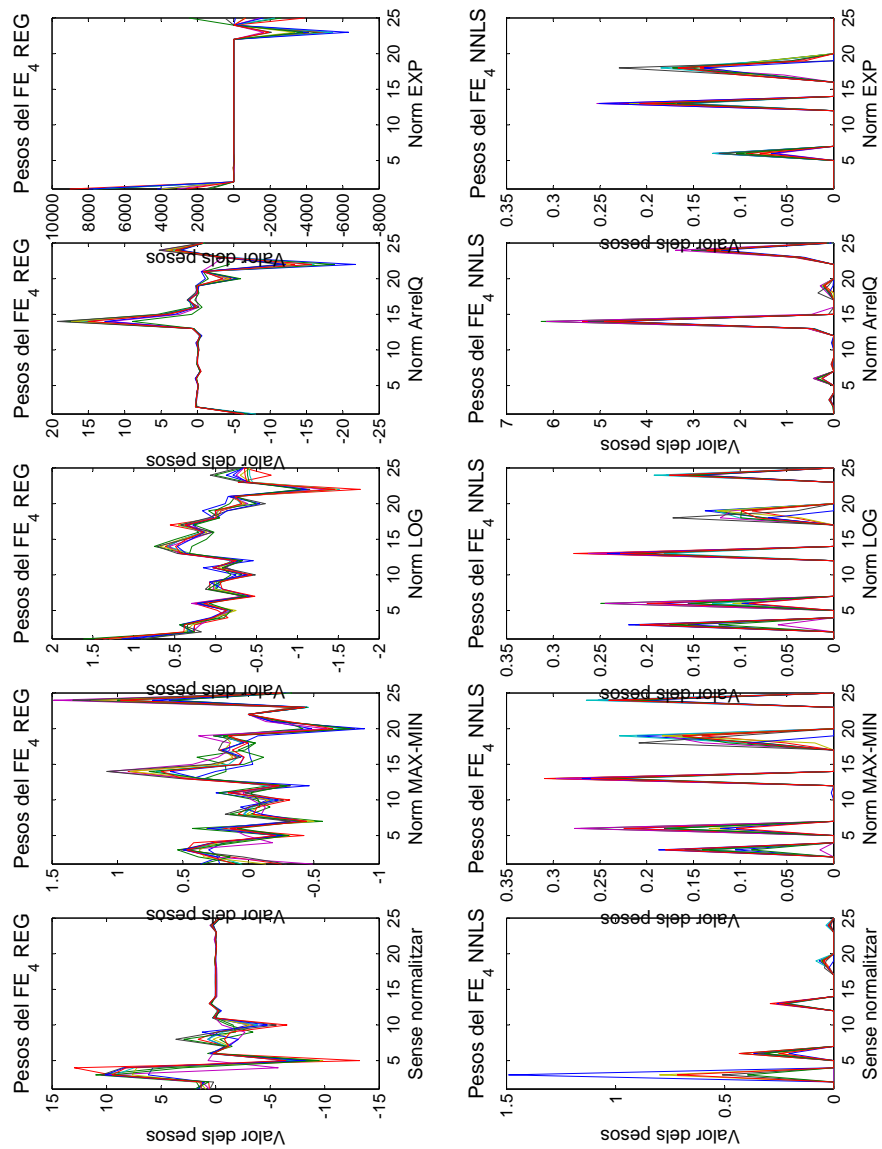


Figura F.4: Resultats de W4 per al 10 fold cross validation per a les seqüències GA1

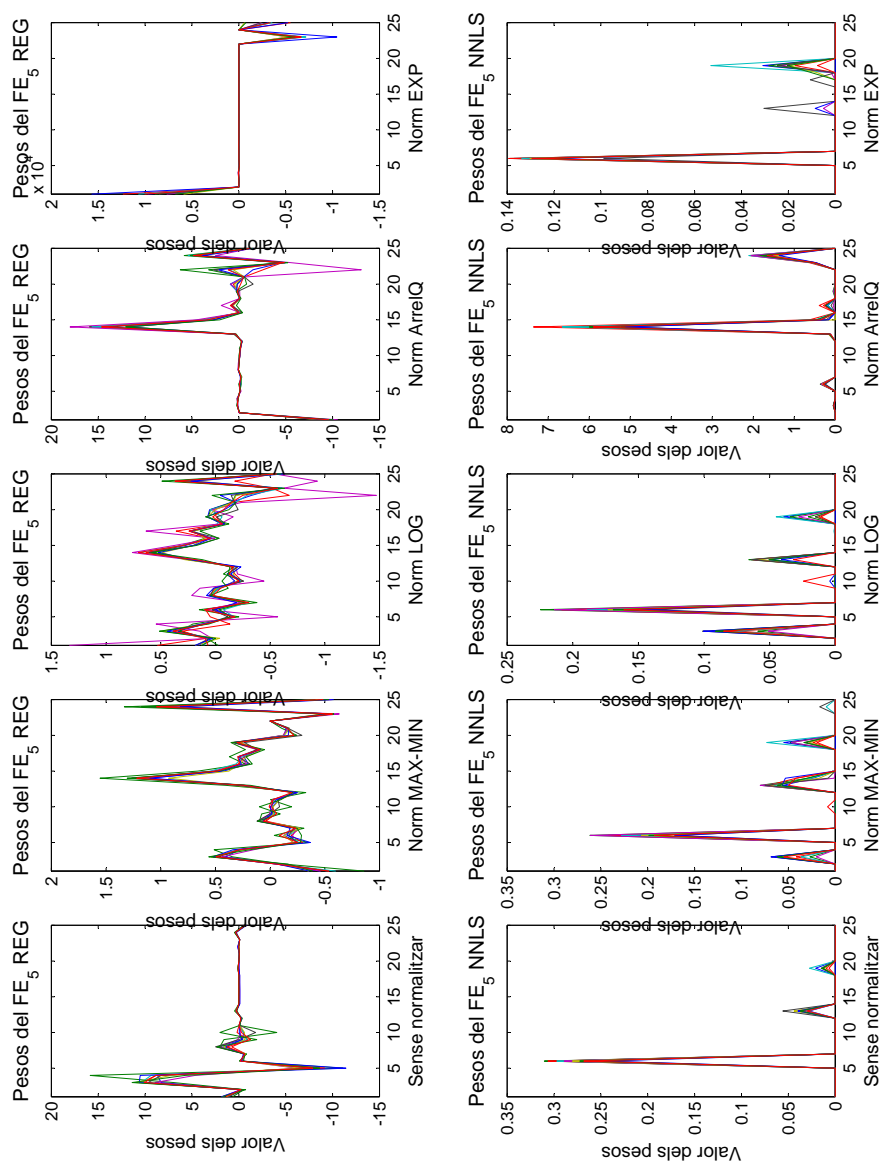


Figura F.5: Resultats de W5 per al 10 fold cross validation per a les seqüències GA1

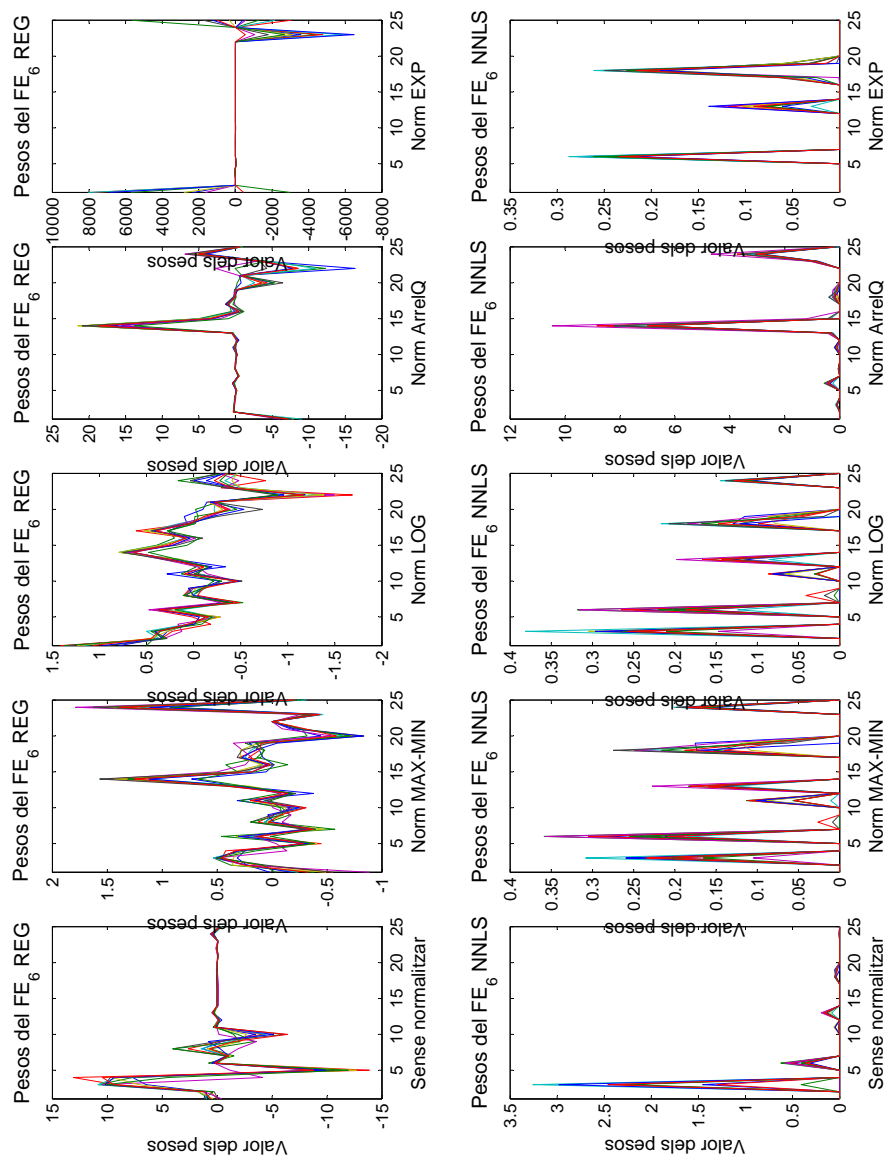


Figura F.6: Resultats de W6 per al 10 fold cross validation per a les seqüències GA1

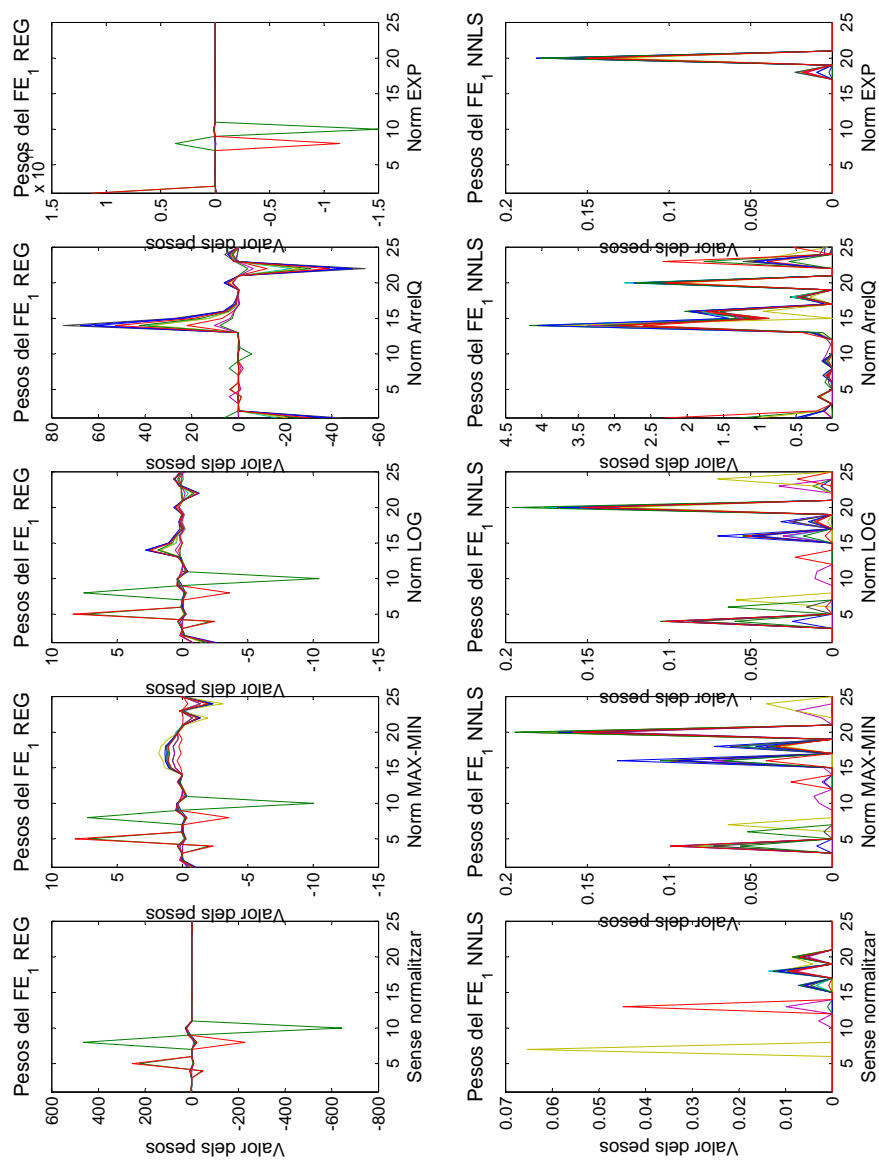


Figura F.7: Resultats de W1 per al 10 *fold cross validation* per a les seqüències GA2

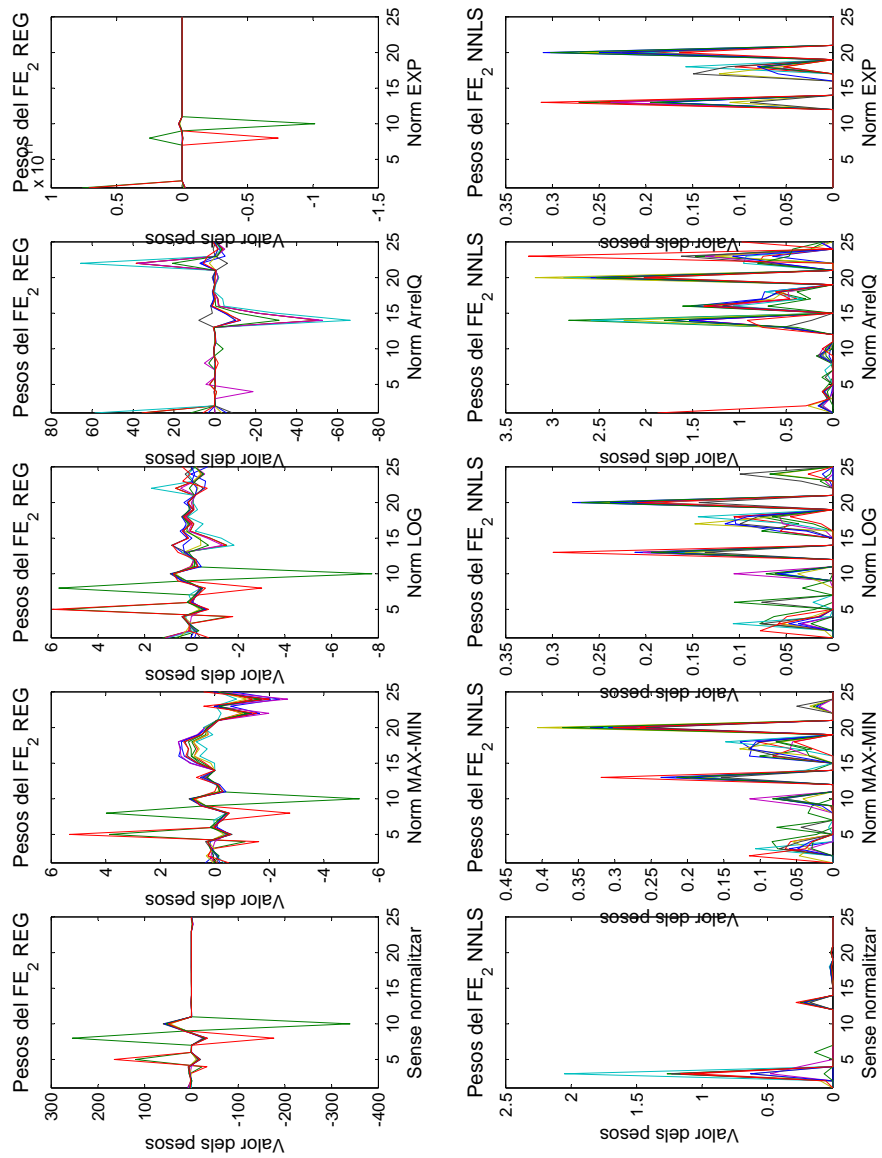


Figura F.8: Resultats de W2 per al 10 fold cross validation per a les seqüències GA2

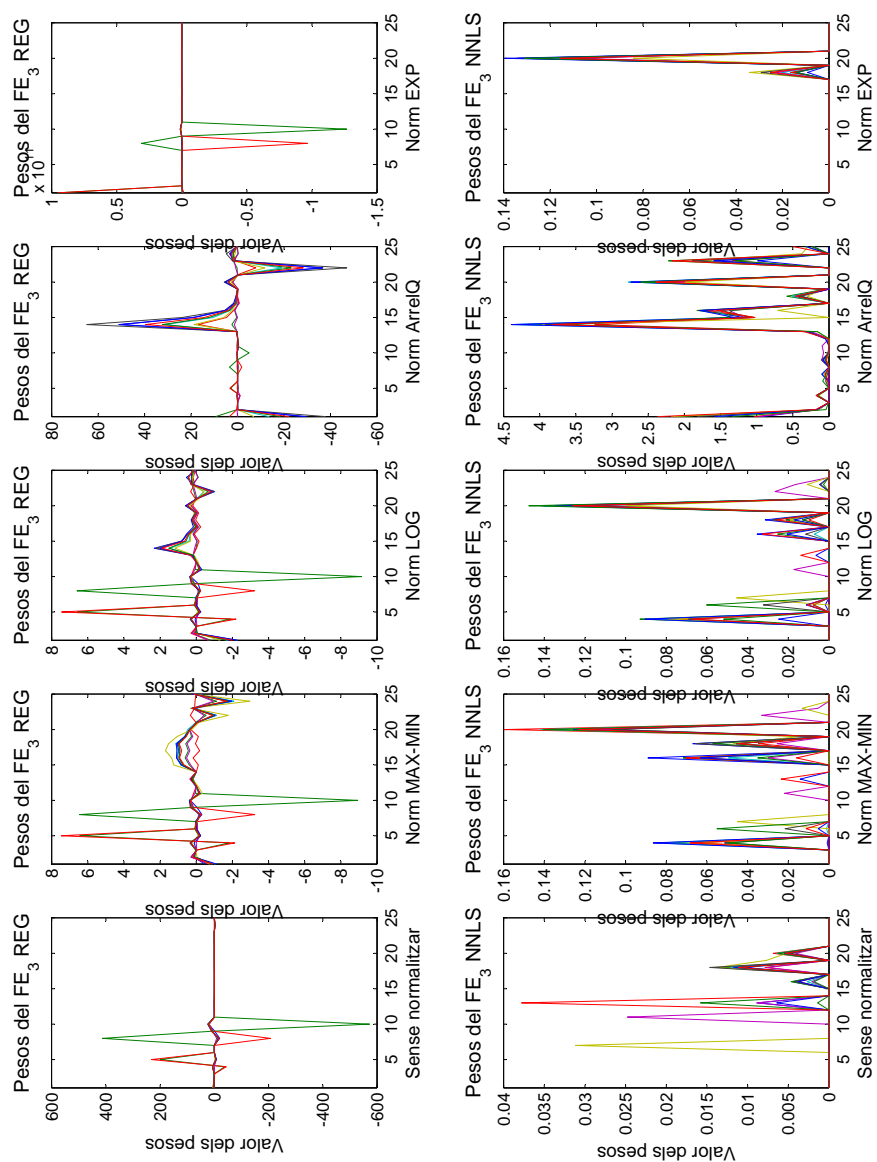


Figura F.9: Resultats de W3 per al 10 fold cross validation per a les seqüències GA2

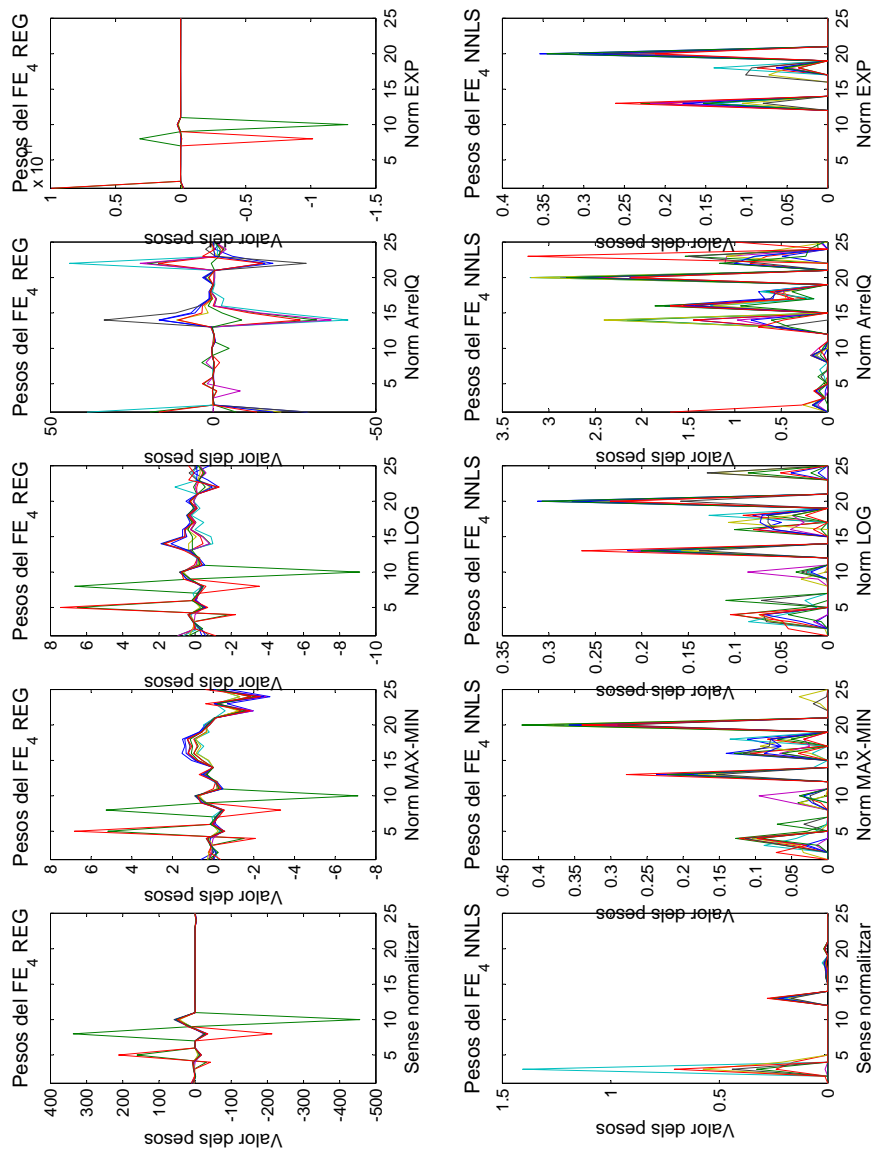


Figura F.10: Resultats de W4 per al 10 *fold cross validation* per a les seqüències GA2

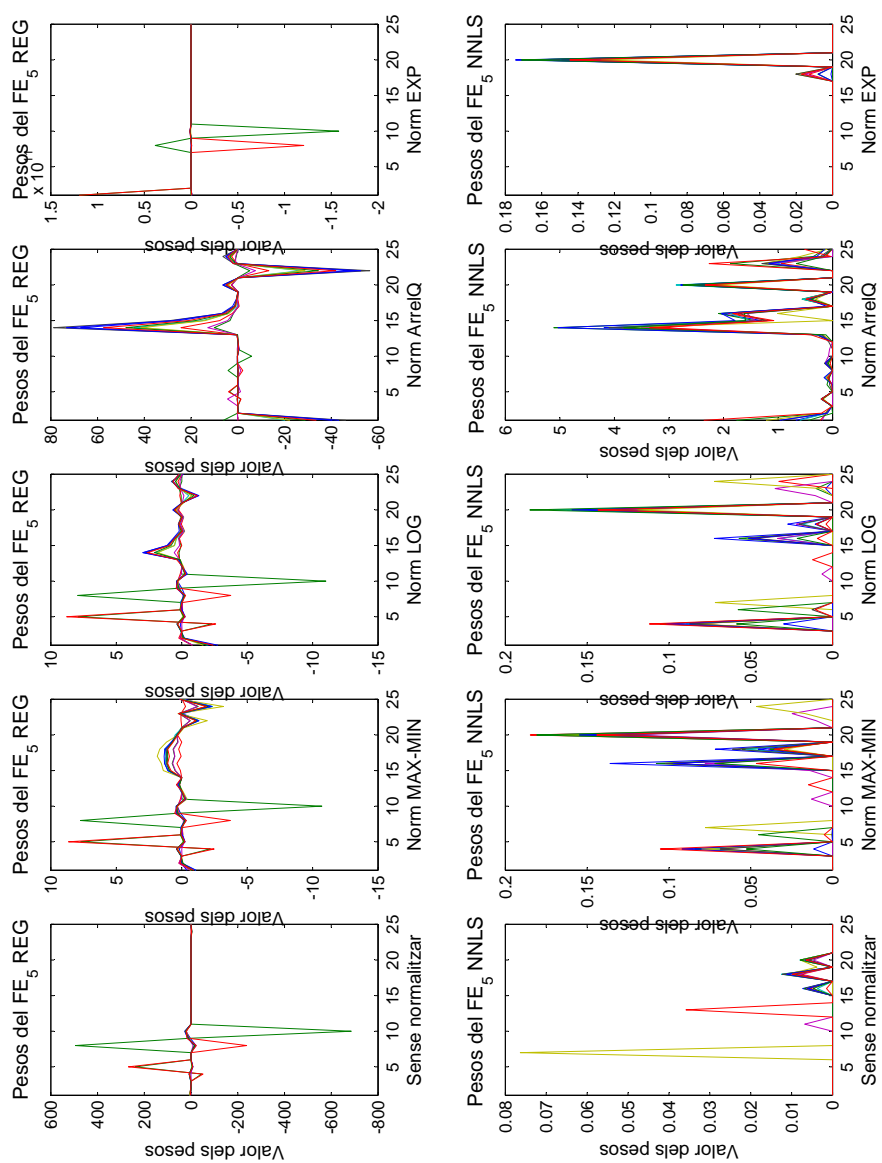


Figura F.11: Resultats de W5 per al 10 *fold cross validation* per a les seqüències GA2

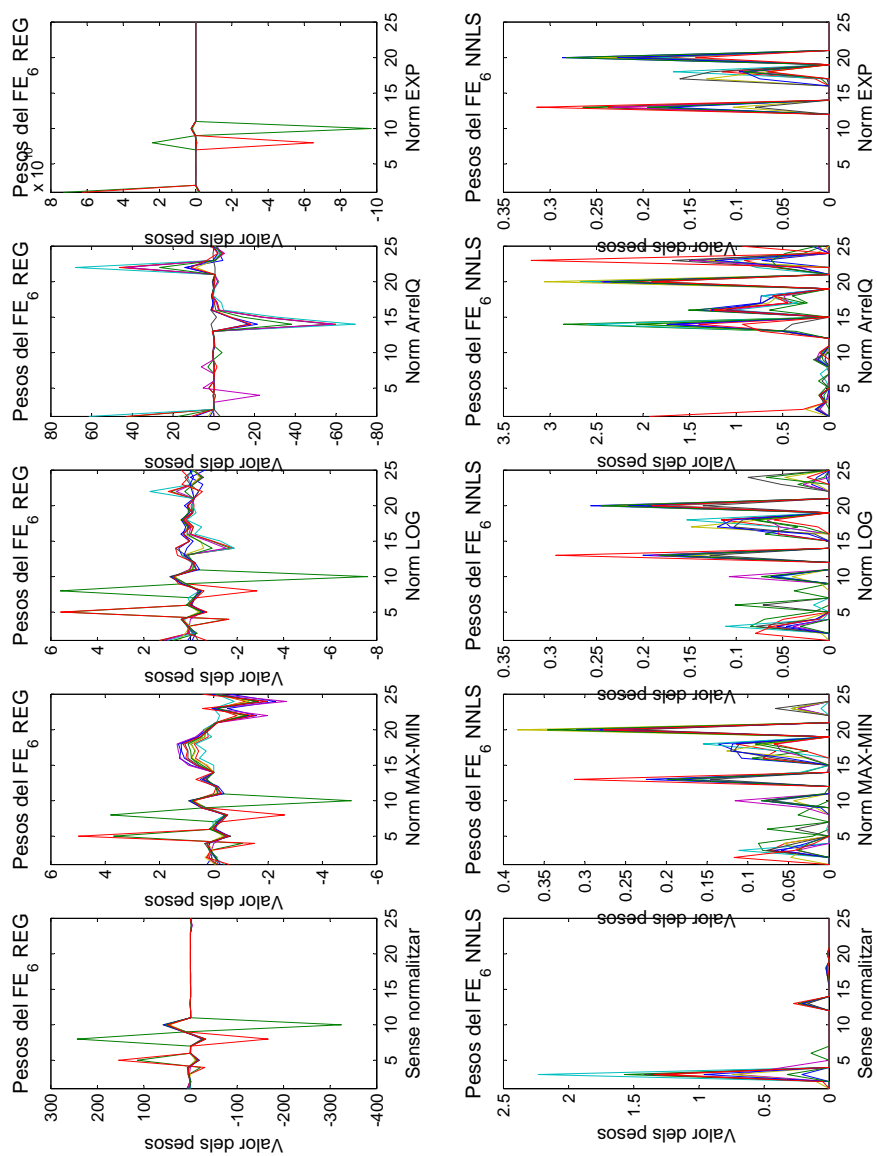


Figura F.12: Resultats de W_6 per al 10 *fold cross validation* per a les seqüències GA2

APÈNDIX G

ESTUDI DEL MILLOR *FE*, DE LA MILLOR NORMALITZACIÓ I DEL MILLOR ALGORISME DE REGRESSIÓ

Després de presentar els resultats obtinguts amb l'aplicació de de la validació creuada de 10 iteracions *10-fold* i havent verificat que el sistema no estava sobreaprenent (veure tots els resultats en l'annex F), en aquest apèndix s'analitzen aquests resultats per tal de decidir quina és la millor de les normalitzacions, el millor algorisme de regressió i el millor *FE* de tots els nous dissenyats (veure apartat 6.6.3).

G.1 Millor normalització

A la figura G.1 s'observa tant la distància euclídia com la correlació amitjanades per a cada mètode de normalització. S'observa que la distància euclídia tendeix a ser menor per les normalitzacions Max-Min i de l'arrel quadrada, seguides per la logarítmica, si no ens fixem amb el mètode de regressió. El mateix succeeix amb la correlació, que la màxima ve donada per la normalització Max-Min i l'arrel quadrada, seguida de la logarítmica.

Si en comptes de veure els resultats integrats tal i com s'observen a la figura G.1, es desglossen amb més detall, a la figura G.2 es mostren els boxplots de la correlació per a cada normalització i algorisme de regressió aplicat, així com a la figura G.3 es mostren els boxplots de la distància euclídia resultant per a cada normalització i algorisme de regressió aplicat. Es pot observar que els resultats a grans trets corroboren els que s'han mostrat a la figura G.1.

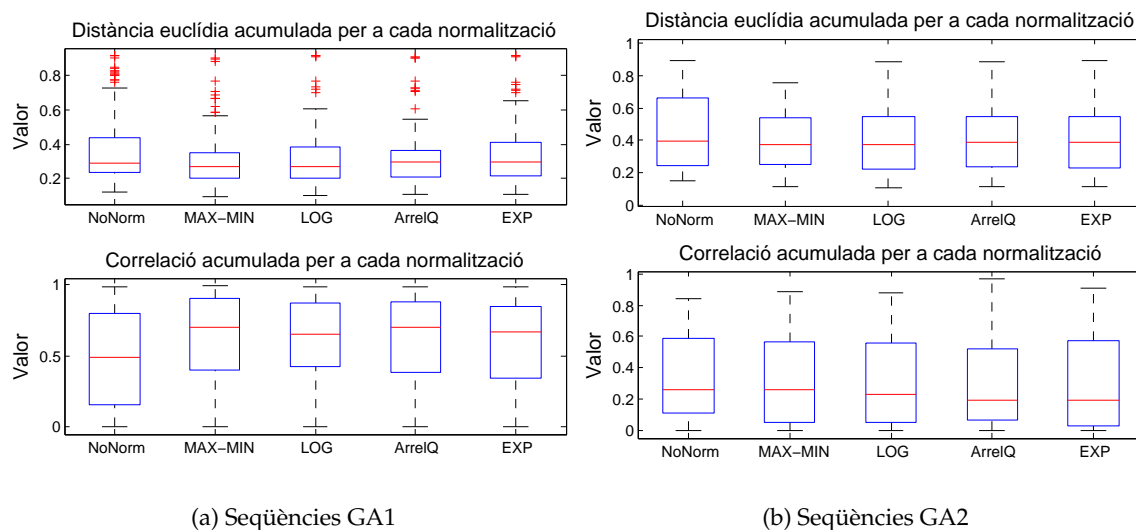


Figura G.1: Comparativa dels resultats dels diferents escalatges i transformacions per a totes les seqüències GA (GA1 i GA2). Es mostren els boxplots dels resultats comparatius tant per a la correlació com per la distància euclídia per a les cinc normalitzacions possibles (sense normalitzar, Max-Min, Log, ArrelQ i Exp)

Estenent en un anàlisi més detallat dels resultats de la figura G.2 i també de la G.3 se'n dedueix que per a la regressió REG, els millors resultats globals els presenta en les normalitzacions Max-Min i LOG. També se'n pot deduir que per la regressió NNLS, els millors resultats globals són per la normalització Max-Min i la ArrelQ. Seran aquestes normalitzacions, les que presenten millor resultat, doncs, les que es tindran en compte per a la valoració final dels pesos resultants. Cal no oblidar que l'objectiu final d'aquest anàlisi de millors casos és que ens proporcioni un conjunt de pesos que ens portin a tenir en compte més components en el futur disseny d'un nou *fitness* per a un algorisme genètic.

També caldrà tenir present que els resultats per a les avaluacions sobre les seqüències GA1 són força millors que els obtinguts en les seqüències GA2. Les correlacions són molt més altes, i les distàncies força més baixes. Això ens diu que la fiabilitat dels pesos trobats és molt més alta en el primer conjunt de seqüències que en el segon.

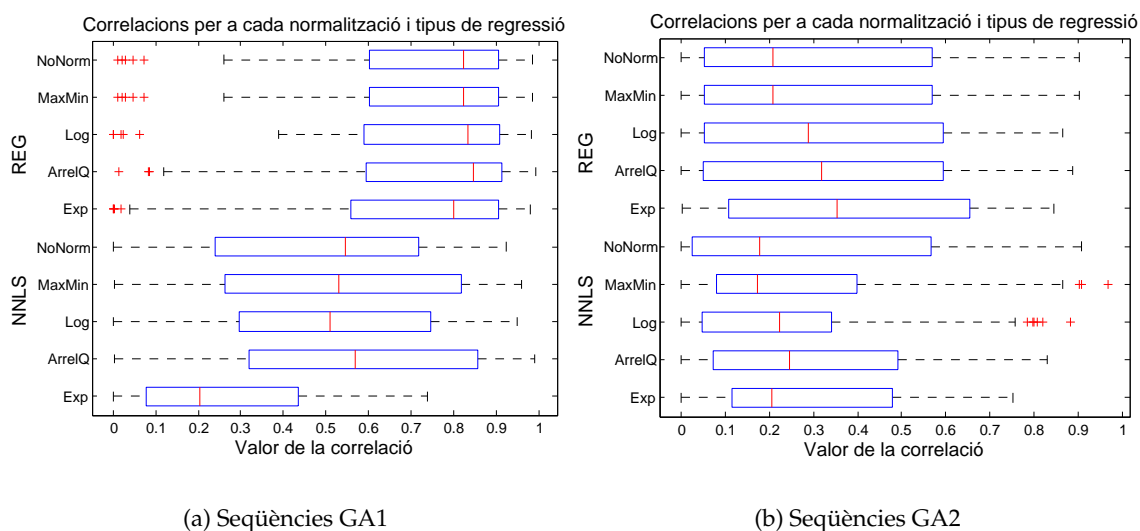


Figura G.2: Boxplots de la correlació resultant per a cada transformació i algorisme de regressió aplicats per a les seqüències GA1 i GA2

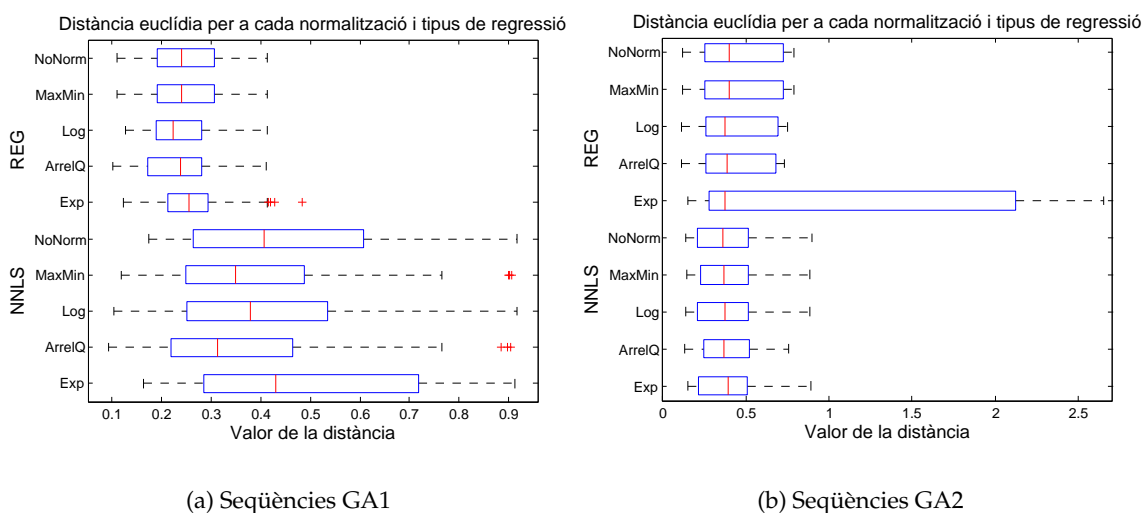


Figura G.3: Boxplots de la distància resultant per a cada transformació i algorisme de regressió aplicats per a les seqüències GA1 i GA2

G.2 Millor algorisme de regressió

Amb les premisses de millor normalització ja analitzades, s'analitza aquí els millors resultats segons els algorismes de regressió. En la figura G.4 es mostren els boxplots de la correlació i la distància euclídia amitjanada per a tots els valors de FE i per a totes les normalitzacions. En el cas de les seqüències GA1, tal i com s'observa a la figura G.4 l'algorisme REG [CH86] dóna resultats de distància euclídia menors que el NNLS [LH74], alhora que també dóna resultats de correlació majors (en el cas de les seqüències GA1, en les seqüències GA2 no és tant clar). Si s'observés només aquests resultats, ens fixaríem només en els resultats finals que ens proporcionés REG. Malgrat això, ambdós correlacions (per a la regressió REG i per a la NNLS) són bones, així com totes dues distàncies euclidianes són petites. Per tant, en última instància, considerarem els dos resultats per a les seqüències GA1; cal recordar que REG considerava la possibilitat que els pesos fossin negatius, i en canvi, NNLS els forçava a tots a tenir una contribució positiva. És força raonable, doncs, que el primer d'ells aconsegueixi millors resultats, disposa de més graus de llibertat per a fixar els valors dels pesos. En la valoració final considerarem els dos algorismes, el NNLS aportarà dades que el REG no conté. No és així, però, en les seqüències GA2. Els resultats que presenta la figura G.4.b no són tan bons com els que presenta la figura G.4.a. Els pesos resultants, doncs, no podran determinar amb tanta fiabilitat els paràmetres que potencialment falten en la funció de *fitness* de l'algorisme genètic.

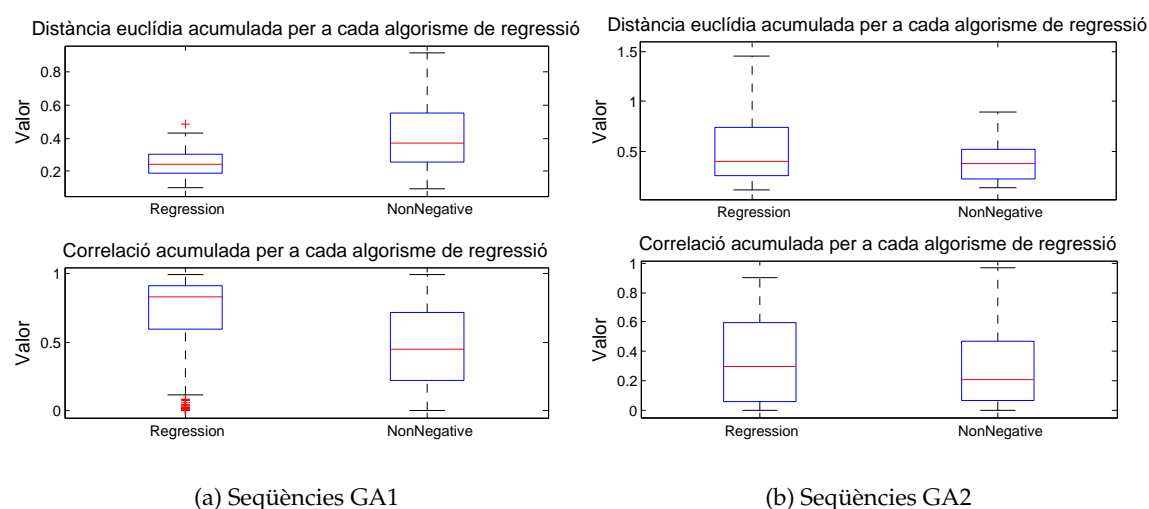


Figura G.4: Comparativa dels resultats globals dels dos algorismes de regressió. Es mostren els boxplots de la distància euclídia i de la correlació per a les regressions REG i NNLS, per als dos tipus de seqüències GA dissenyades (GA1 i GA2). Per tal d'avaluar cada situació s'amitjaven els resultats obtinguts en totes les proves ja realitzades per a cada normalització i per a cada funció *FE*.

G.3 Millor FE

Finalment, es valora quin dels sis *FE* té millors prestacions. Amb aquest propòsit es mostra la figura G.5. A la part superior hi ha representats els *boxplots* corresponents a la distància euclídia per a cada grup de seqüències generat. Els que presenten millor distància euclídia (menor error MSE) són els FE_1 , el FE_3 i el FE_5 . Tant el 2n, com el 4rt com el 6è tenen valors de distància euclídia més gran. D'altra banda, però, els que presenten millor correlació són precisament els FE_2 , el FE_4 i el FE_6 . Les dues figures de mèrit no permeten extraure una conclusió vàlida per als dos casos.

Malgrat aquesta no definició respecte quin *FE* és clarament millor, cal destacar que en les seqüències GA1 els resultats són globalment millors que els de les seqüències GA2 (distàncies euclidianes menors i correlacions majors). L'elecció del *FE* no determinarà un funcionament clarament millor o pitjor de l'estimació de pesos. És per això que en l'anàlisi de les característiques resultants els tindrem en compte tots, i es veurà que de l'un a l'altre no aporten informació gaire diferent.

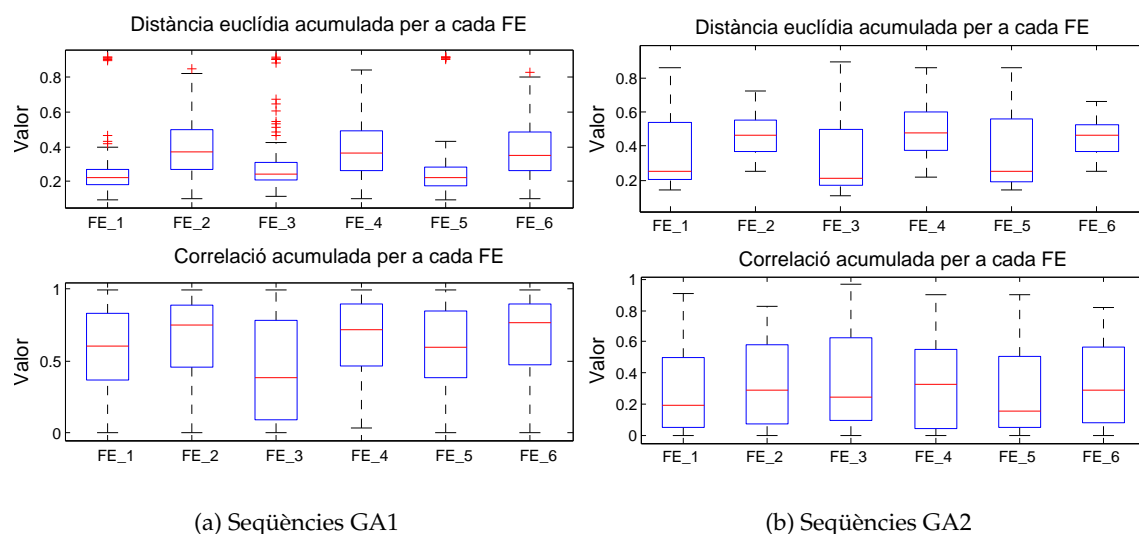


Figura G.5: Comparativa dels resultats globals dels diferents FE . Es mostren els boxplots de la distància euclídia i de la correlació per a totes les funcions FE , per als dos tipus de seqüències GA dissenyades (GA1 i GA2). Per tal d'avaluar cada situació s'amitjanen els resultats obtinguts en totes les proves ja realitzades per a cada normalització i per a cada tipus de regressió (REG i NNLS).

G.4 Els pesos (o *features*) resultants

Per tal de tancar l'estudi, i a la vista dels resultats de la correlació i la distància euclídia vistos, es procedeix a l'anàlisi dels costos corresponents a les seqüències GA1, puix que són els únics que donaran una validesa a l'estimació realitzada, i que per tant, poden servir per a replantejar una funció de *fitness* futura per a trobar noves seqüències GA. Aquells costos que tinguin més representativitat en la generació de les funcions $FF \cdot W$ per a obtenir el valor de y són fermes candidats a ser tinguts en compte de cara al disseny d'una futura funció de *fitness* per a la reavaluació de les seqüències GA, per a obtenir-ne un millor funcionament.

S'estudien a continuació els valors de distància euclídia i de correlació per a les millors normalitzacions i algorismes de regressió, que tal i com s'ha enumerat anteriorment, són les normalitzacions Max-Min i LOG per a l'algorisme REG, i la Max-Min i ArrelQ per a l'algorisme NNLS.

A la figura G.6 s'observa a la part esquerra els valors de la distància euclídia i a la part dreta els valors de correlació. A priori es percep amb claredat que l'algorisme de regressió

REG té millors resultats, tant per distància euclídia com per correlació. Malgrat això, els valors per l'algorisme NNLS són bons, amb valors de correlació significatius i valors de distància euclídia només lleugerament superiors als de l'algorisme REG (tan sols amb FE_1 , FE_3 i FE_5 , no pas en els altres).

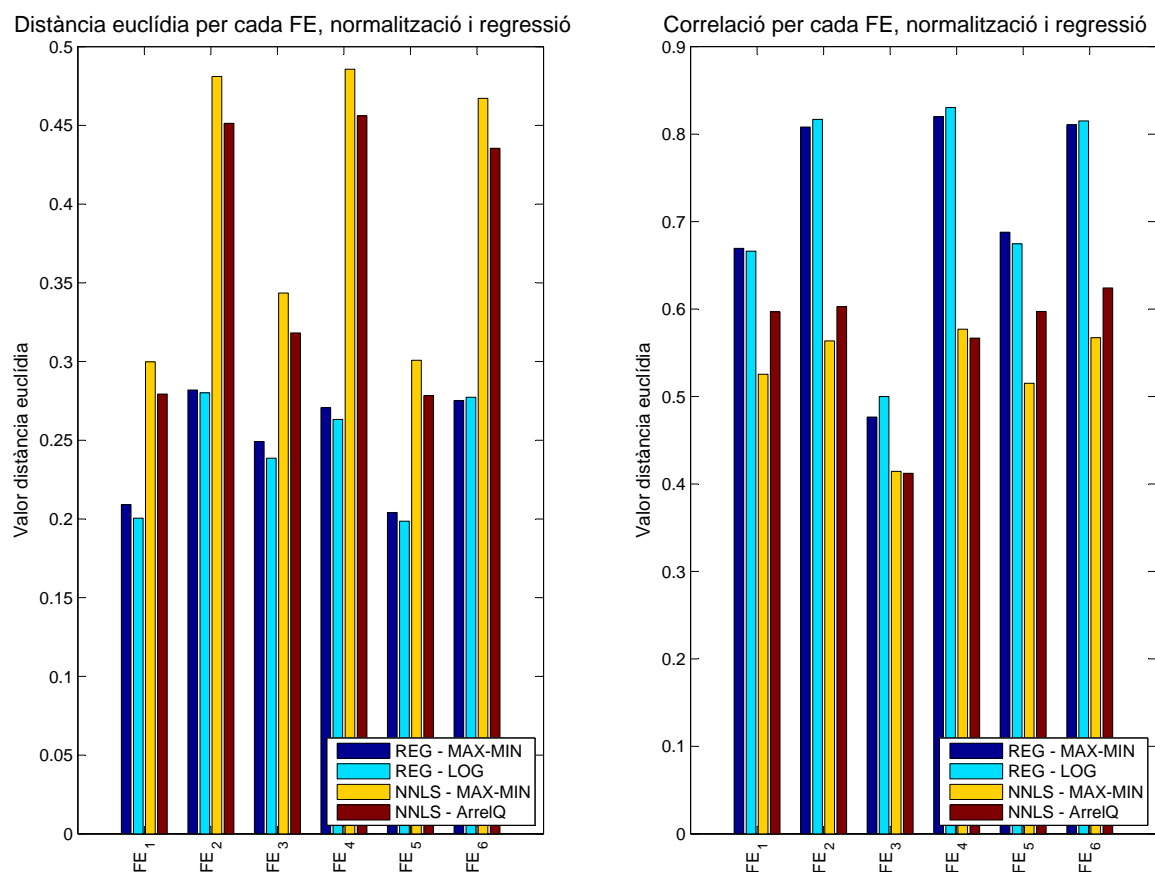


Figura G.6: Comparació de la distància euclídia i de les correlacions per a les millors normalitzacions i mètodes, per a tots els FE possibles per a les seqüències GA1. En l'eix OX hi tenim les distintes funcions FE i en l'eix OY el valor de la distància euclídia.

A la figura G.7 s'hi mostren les correlacions resultants entre tots els FE i els vectors $FF \cdot W$, per els millors casos de normalització i de mètode de regressió. D'aquesta gràfica se n'extreu que les millors correlacions són les del FE_4 i del FE_6 , ja que són les que segueixen millor la recta de regressió sobreescrita a la gràfica, amb una diferència més gran respecte a les altres en el cas d'usar l'algorisme NNLS.

A continuació es realitzarà l'anàlisi detallat dels pesos finals obtinguts en cadascuna de les quatre combinacions privilegiades, que ens acosten a escollir els costos més significatius

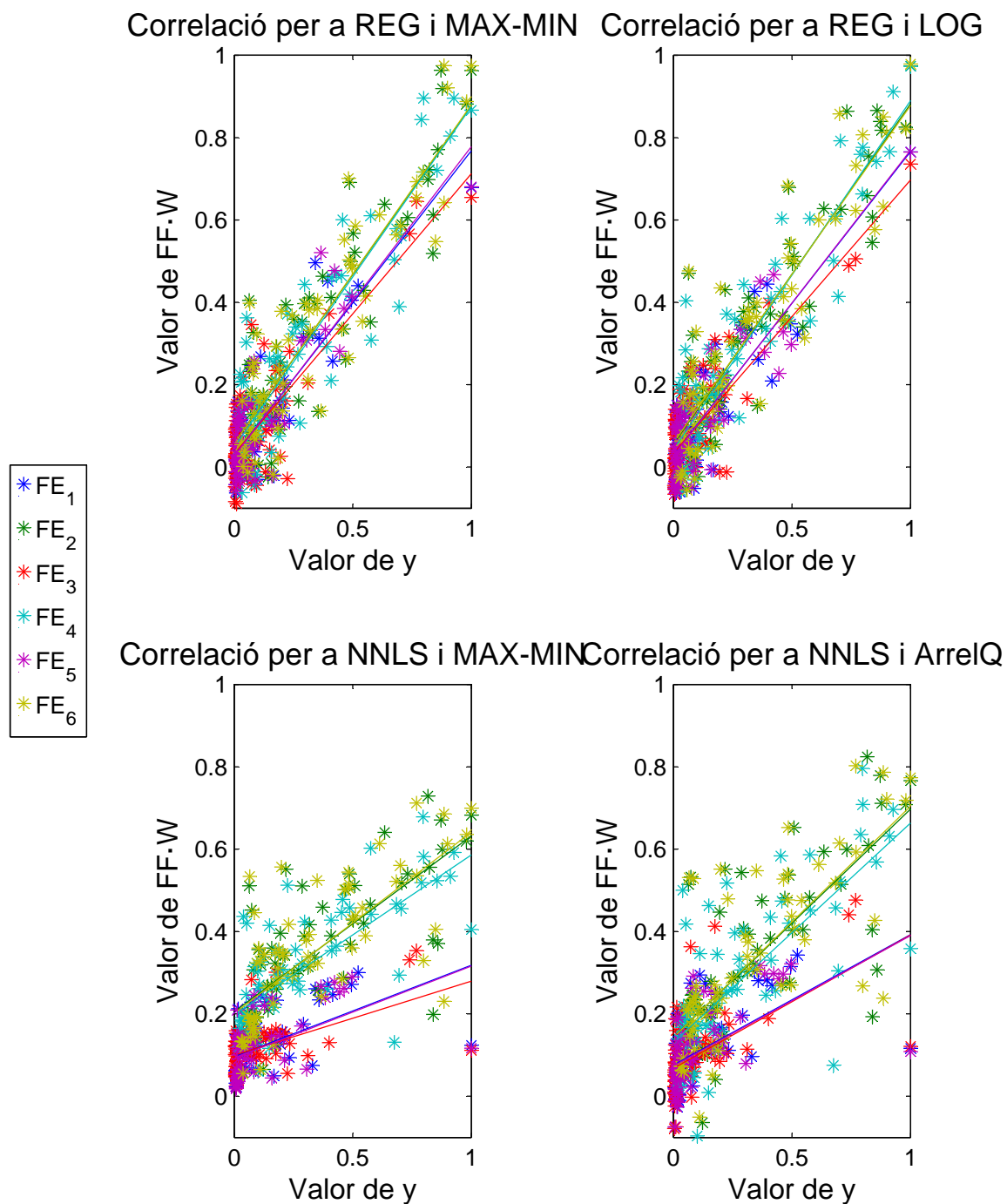


Figura G.7: Comparació de les correlacions entre el valor avaluat de y en l'eix OX (proposat per les sis diferents FE) i el valor estimat obtingut per $FF \cdot W$ en l'eix OY per a les millors normalitzacions i mètodes, per a les seqüències GA1. S'hi ha superposat les rectes de regressió per a cada núvol de dades.

per al disseny d'una futura funció de *fitness*. Els resultats dels pesos obtinguts es poden observar a la figura G.8.

Cas normalització Max-Min i regressió REG

En el cas d'usar normalització Max-Min i de realitzar la regressió amb l'algorisme REG [CH86], els resultats dels pesos s'adjunten a la taula següent (veure taula G.1) i també es poden observar a la figura G.8.

Taula G.1: Resultats dels pesos per a l'algorisme REG i la normalització Max-Min, per a tots els *FE* en les seqüències GA1. *Cal recordar que s'han calculat aquestes correlacions creuades obviant el valor per $\tau = 0$, tal i com ja es va detallar a l'equació 6.11

| Cost | <i>FE</i> ₁ | <i>FE</i> ₂ | <i>FE</i> ₃ | <i>FE</i> ₄ | <i>FE</i> ₅ | <i>FE</i> ₆ |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>fitness</i> | -0.0654 | 0.2454 | -0.1304 | 0.2408 | -0.0556 | 0.2241 |
| Mean AutoCorr Seq | 0.4874 | 0.4550 | 0.4928 | 0.4429 | 0.4776 | 0.4499 |
| Mean AutoCorr Seq _A | 0.2902 | 0.2471 | 0.3743 | 0.2145 | 0.2660 | 0.2736 |
| Mean AutoCorr Seq _B | -0.2842 | -0.3099 | -0.3720 | -0.2658 | -0.2632 | -0.3322 |
| Max AutoCorr Seq | -0.1320 | 0.2623 | -0.2478 | 0.2577 | -0.1320 | 0.2450 |
| Max AutoCorr Seq _A | -0.2489 | -0.3939 | -0.1895 | -0.4026 | -0.2511 | -0.3712 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _B | 0.0862 | 0.0528 | 0.1578 | 0.0224 | 0.0728 | 0.0720 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _C | -0.0418 | -0.0501 | -0.0510 | -0.0464 | -0.0362 | -0.0516 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _D | -0.0222 | -0.1901 | -0.0048 | -0.1782 | -0.0188 | -0.1971 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _B | -0.0439 | 0.1334 | -0.0721 | 0.1047 | -0.0427 | 0.1425 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _C | -0.2137 | -0.2004 | -0.2125 | -0.2713 | -0.2178 | -0.1775 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _D | 0.2496 | 0.3416 | 0.2644 | 0.4146 | 0.2458 | 0.3138 |
| Distribució runs ₁ | 1.1061 | 1.0000 | 1.1174 | 0.7077 | 1.1547 | 1.2153 |
| Distribució runs ₂ | 0.4449 | 0.1663 | 0.4501 | 0.1353 | 0.4637 | 0.2323 |
| Distribució runs ₃ | 0.2474 | 0.0562 | 0.2536 | 0.0743 | 0.2446 | 0.0553 |
| Distribució runs ₄ | 0.2611 | 0.2012 | 0.3148 | 0.1564 | 0.2602 | 0.2356 |
| Distribució runs ₅ | 0.1093 | 0.1134 | 0.1841 | 0.0344 | 0.0971 | 0.1539 |
| Distribució runs ₆ | 0.2857 | 0.1299 | 0.2765 | 0.1737 | 0.2929 | 0.1206 |
| MSE runs Seq | -0.1441 | -0.6905 | 0.1517 | -0.7198 | -0.1739 | -0.6630 |
| MSE runs Seq _A | -0.1596 | -0.2374 | -0.1621 | -0.2367 | -0.1525 | -0.2282 |
| Suma runs Seq | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suma runs Seq _A | -0.5200 | -0.3936 | -0.5592 | -0.4074 | -0.5226 | -0.3981 |
| Suma pond. runs Seq | 0.9051 | 1.1525 | 0.5861 | 0.9670 | 0.9945 | 1.3076 |
| Suma pond. runs Seq _A | -0.4602 | -0.2480 | -0.4750 | -0.2855 | -0.4644 | -0.2353 |

De la taula G.1 se'n poden fer diverses consideracions. Hi ha pesos que no es mantenen constants en valor per als diferents *FE*_{*i*} calculats, com per exemple, el valor del *fitness* original del genètic dissenyat. Aquesta irregularitat no és molt destacable, puix que sigui

positiu o negatiu, el valor que pren és petit. Les autocorrelacions mitjanes, tant per la seqüència sencera com per la seqüència delmada (A) tenen una contribució positiva i no despreciable, del voltant de 0.5 i 0.3 respectivament. Ni els valors màxims ni els valors mitjans de la correlació creuada entre les subseqüències no mostren la seva importància en aquesta taula, perquè prenen valors de pes petits. En canvi, sí que tenen contribució positiva - alguns força gran - el recompte de la distribució de *runs*. Això ens fa pensar que el valor dels *runs* d'ordre 1 i 2 especialment no són indiferents. Així es denota també en la suma ponderada de *runs*, especialment pel cas de la seqüència sencera. La resta de pesos no comentats tenen valors amb signe canviat o bé valors menys rellevants entre els diferents FE i no seran tinguts en compte.

D'aquest estudi se'ns permet concloure un parell de qüestions. En primer lloc, que realment els valors mitjos de l'autocorrelació és un paràmetre de disseny important, tal i com ja es va tenir en compte en el seu moment. Però d'altra banda, ens permet afirmar que la distribució de *runs* i la suma ponderada de *runs* ho és també, i aquest no va ser tingut en compte. Caldrà tenir-ho present per a un proper disseny d'una funció de *fitness* per a la convergència d'una família de seqüències.

Cas normalització LOG i regressió REG

En el cas d'usar normalització LOG i de realitzar la regressió amb l'algorisme REG [CH86], els resultats dels pesos s'adjunten a la taula següent (veure taula G.2) i també es poden observar a la figura G.8.

En el cas de la taula G.2 s'observa també que alguns pesos presenten inestabilitat en el sentit que en un FE prenen un valor positiu, i en d'altres negatiu. Malgrat això, i tal i com ja passava a la taula anterior, no n'hi ha cap d'aquests que prengui un valor elevat, tant positiu com negatiu. Podem interpretar aquests valors com a petit soroll del sistema, o alhora, i això es dona en algunes interpretacions del resultat de la regressió lineal, es diu que petites variacions en els pesos d'alguns pesos poden arribar a donar més graus de llibertat d'implicació en els altres pesos [CH06]. Malgrat tot, aquesta disquisició no serà matèria d'aquest treball de tesi.

En canvi, a la taula G.2 sí que mostra altra vegada clara influència de la mitjana de l'autocorrelació, tant de la seqüència sencera com de les subseqüències. També té contribució positiva en aquest cas l'autocorrelació màxima de la seqüència sencera, un paràmetre que no es tingué en compte i que valdrà la pena tenir en compte en un futur disseny de *fitness*. La resta de valors dels pesos no són destacables, a excepció d'algun puntual corresponent a la correlació creuada, fins a arribar als *runs* d'ordre 1 i d'ordre 2 especialment. Tal i com ja s'ha trobat en el cas anterior, la suma de *runs* té una contribució positiva en el FE avaluat.

Taula G.2: Resultats dels pesos per a l'algorisme REG i la normalització LOG, per a tots els FE en les seqüències GA1. * Cal recordar que s'han calculat aquestes correlacions creuades obviant el valor per $\tau = 0$, tal i com ja es va detallar a l'equació 6.11

| Cost | FE ₁ | FE ₂ | FE ₃ | FE ₄ | FE ₅ | FE ₆ |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>fitness</i> | 0.0544 | 0.3698 | 0.0108 | 0.3177 | 0.0672 | 0.3814 |
| Mean AutoCorr Seq | 0.3804 | 0.3362 | 0.3754 | 0.3333 | 0.3785 | 0.3307 |
| Mean AutoCorr Seq _A | 0.1328 | 0.0178 | 0.2614 | 0.0079 | 0.1003 | 0.0285 |
| Mean AutoCorr Seq _B | -0.1922 | -0.1971 | -0.2968 | -0.1904 | -0.1620 | -0.1949 |
| Max AutoCorr Seq | 0.0371 | 0.3024 | 0.0148 | 0.2084 | 0.0381 | 0.3509 |
| Max AutoCorr Seq _A | -0.2776 | -0.4169 | -0.2374 | -0.3960 | -0.2822 | -0.4146 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _B | 0.0608 | 0.0257 | 0.1226 | 0.0084 | 0.0456 | 0.0352 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _C | -0.0246 | -0.0232 | -0.0498 | -0.0026 | -0.0221 | -0.0348 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _D | -0.2228 | -0.3926 | -0.2091 | -0.3668 | -0.2135 | -0.4108 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _B | -0.1340 | 0.0146 | -0.1539 | -0.0312 | -0.1270 | 0.0336 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _C | -0.1662 | -0.1895 | -0.1298 | -0.2969 | -0.1695 | -0.1454 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _D | 0.2047 | 0.2772 | 0.2074 | 0.3851 | 0.1977 | 0.2299 |
| Distribució runs ₁ | 0.6347 | 0.6611 | 0.6185 | 0.5947 | 0.6215 | 0.7186 |
| Distribució runs ₂ | 0.2643 | 0.2994 | 0.2124 | 0.3613 | 0.2576 | 0.2755 |
| Distribució runs ₃ | 0.0338 | 0.0749 | 0.0016 | 0.1124 | 0.0332 | 0.0386 |
| Distribució runs ₄ | 0.2585 | 0.4126 | 0.3056 | 0.3934 | 0.2372 | 0.4110 |
| Distribució runs ₅ | -0.0541 | 0.0425 | -0.0072 | 0.0020 | -0.0687 | 0.0493 |
| Distribució runs ₆ | 0.0178 | -0.0798 | -0.0087 | -0.0154 | 0.0267 | -0.1140 |
| MSE runs Seq | -0.0164 | -0.3544 | 0.1588 | -0.3722 | -0.0335 | -0.3524 |
| MSE runs Seq _A | -0.1657 | -0.2060 | -0.1723 | -0.2021 | -0.1603 | -0.1994 |
| Suma runs Seq | -0.2972 | -1.2927 | -0.0337 | -1.3576 | -0.2756 | -1.1763 |
| Suma runs Seq _A | -0.5554 | -0.3961 | -0.5986 | -0.3853 | -0.5609 | -0.4141 |
| Suma pond. runs Seq | 0.2014 | -0.2645 | 0.0089 | -0.2366 | 0.2564 | -0.1862 |
| Suma pond. runs Seq _A | -0.5234 | -0.3434 | -0.5236 | -0.3498 | -0.5350 | -0.3471 |

Cas normalització Max-Min i regressió NNLS

En el cas d'usar normalització LOG i de realitzar la regressió amb l'algorisme NNLS [LH74], els resultats dels pesos s'adjunten a la taula següent (veure taula G.3) i també es poden observar a la figura G.8.

Taula G.3: Resultats dels pesos per a l'algorisme NNLS i la normalització Max-Min, per a tots els FE les seqüències GA1. * Cal recordar que s'han calculat aquestes correlacions creuades obviant el valor per $\tau = 0$, tal i com ja es va detallar a l'equació 6.11.

| Cost | FE_1 | FE_2 | FE_3 | FE_4 | FE_5 | FE_6 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <i>fitness</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mean AutoCorr Seq | 0.0656 | 0.2106 | 0.0167 | 0.1380 | 0.0630 | 0.2241 |
| Mean AutoCorr Seq _A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mean AutoCorr Seq _B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Max AutoCorr Seq | 0.1968 | 0.2268 | 0.1416 | 0.1871 | 0.2058 | 0.2591 |
| Max AutoCorr Seq _A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _B | 0 | 0.0357 | 0 | 0 | 0 | 0.0667 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _D | 0.0618 | 0.2016 | 0.0353 | 0.2589 | 0.0584 | 0.1592 |
| Distribució runs ₁ | 0.0396 | 0 | 0.1979 | 0 | 0.0233 | 0 |
| Distribució runs ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Distribució runs ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Distribució runs ₄ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Distribució runs ₅ | 0 | 0.1789 | 0.0219 | 0.1017 | 0 | 0.1971 |
| Distribució runs ₆ | 0.0360 | 0.1244 | 0 | 0.1541 | 0.0356 | 0.0979 |
| MSE runs Seq | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MSE runs Seq _A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suma runs Seq | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suma runs Seq _A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suma pond. runs Seq | 0 | 0.2114 | 0 | 0.2299 | 0 | 0.1840 |
| Suma pond. runs Seq _A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

A la taula G.3 s'observa que els resultats dels pesos per a l'algorisme NNLS [LH74] divergeixen força dels que s'havien obtingut per l'algorisme REG [CH86]. Hi ha molts pesos que sorgeixen amb valor zero, i òbviament, no n'hi ha cap amb valor negatiu (és una de les restriccions de l'algorisme de regressió). En aquest cas, els pesos amb més contribució són els que corresponen al valor màxim de l'autocorrelació de la seqüència sencera. També hi

tenen contribució el valor mig de l'autocorrelació de la seqüència sencera, i algunes contribucions distribuïdes de les correlacions creuades màximes entre les subseqüències (A-D), però no és estable per a tots els valors de *FE*. Un altre dels pesos que prenen valor és la distribució dels *runs* d'ordre 1, tal i com ja ens havíem trobat anteriorment, així com la distribució de *runs* d'ordre superior. Finalment, també la suma ponderada dels *runs* té contribució en alguns dels *FE*.

Cas normalització ArrelQ i NNLS En el cas d'usar normalització LOG i de realitzar la regressió amb l'algorisme NNLS [LH74], els resultats dels pesos s'adjunten a la taula següent (veure taula G.4) i també es poden observar a la figura G.8.

Taula G.4: Resultats dels pesos per a l'algorisme NNLS i la normalització ArrelQ, per a tots els *FE* les seqüències GA1. *Cal recordar que s'han calculat aquestes correlacions creuades obviant el valor per $\tau = 0$, tal i com ja es va detallar a l'equació 6.11.

| Cost | <i>FE</i> ₁ | <i>FE</i> ₂ | <i>FE</i> ₃ | <i>FE</i> ₄ | <i>FE</i> ₅ | <i>FE</i> ₆ |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>fitness</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mean AutoCorr Seq | 0.0515 | 0.1031 | 0.0569 | 0.0880 | 0.0467 | 0.1059 |
| Mean AutoCorr Seq _A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mean AutoCorr Seq _B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Max AutoCorr Seq | 0.2893 | 0.4035 | 0.2821 | 0.3318 | 0.2891 | 0.4397 |
| Max AutoCorr Seq _A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _B | 0 | 0.0298 | 0 | 0.0232 | 0 | 0.0290 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Mean XCorr Seq _A – Seq _D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _B | 0 | 0.0786 | 0 | 0 | 0 | 0.1204 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Max XCorr Seq _A – Seq _D | 0.1301 | 0.3720 | 0.1151 | 0.4779 | 0.1260 | 0.3103 |
| Distribució runs ₁ | 5.5136 | 6.5893 | 5.3018 | 5.0255 | 5.7052 | 7.1512 |
| Distribució runs ₂ | 0.1752 | 0 | 0.0759 | 0 | 0.2525 | 0 |
| Distribució runs ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Distribució runs ₄ | 0.2526 | 0 | 0.7586 | 0 | 0.1846 | 0 |
| Distribució runs ₅ | 0 | 0.2050 | 0 | 0.1054 | 0 | 0.2192 |
| Distribució runs ₆ | 0.0134 | 0.1532 | 0 | 0.2094 | 0.0169 | 0.1149 |
| MSE runs Seq | 0 | 0 | 0.6769 | 0 | 0 | 0 |
| MSE runs Seq _A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suma runs Seq | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suma runs Seq _A | 0.5008 | 0.8290 | 0.4546 | 0.7168 | 0.5103 | 0.8575 |
| Suma pond. runs Seq | 1.4989 | 3.0339 | 0.2549 | 2.7217 | 1.7202 | 3.0701 |
| Suma pond. runs Seq _A | 0 | 0.0897 | 0 | 0.0725 | 0 | 0.0883 |

A la taula G.4 s'observa dependència en la contribució referent a l'autocorrelació mitjana de la seqüència principal, així com també a l'autocorrelació màxima de la seqüència principal. Les correlacions creuades mitjanes i màximes tenen contribucions puntuals (excepte les A-D), però no igual d'estables en tots els diferents FE possibles. El que sí que té una contribució distribuïda força uniforme són els *runs*, que afecten especialment els d'ordre baix, però també de forma puntual els d'ordre més elevat. En aquest sentit, cal destacar la contribució dels *runs* d'ordre 1, d'un ordre molt superior a la resta de contribucions dels altres pesos. La dependència és, doncs, molt elevada. Finalment també tenen contribució positiva tant la suma dels *runs* de la seqüència delmada, com les dues sumes ponderades, tant la de la seqüència sencera, com la de la seqüència delmada A, malgrat que sigui menor i no tant estable.

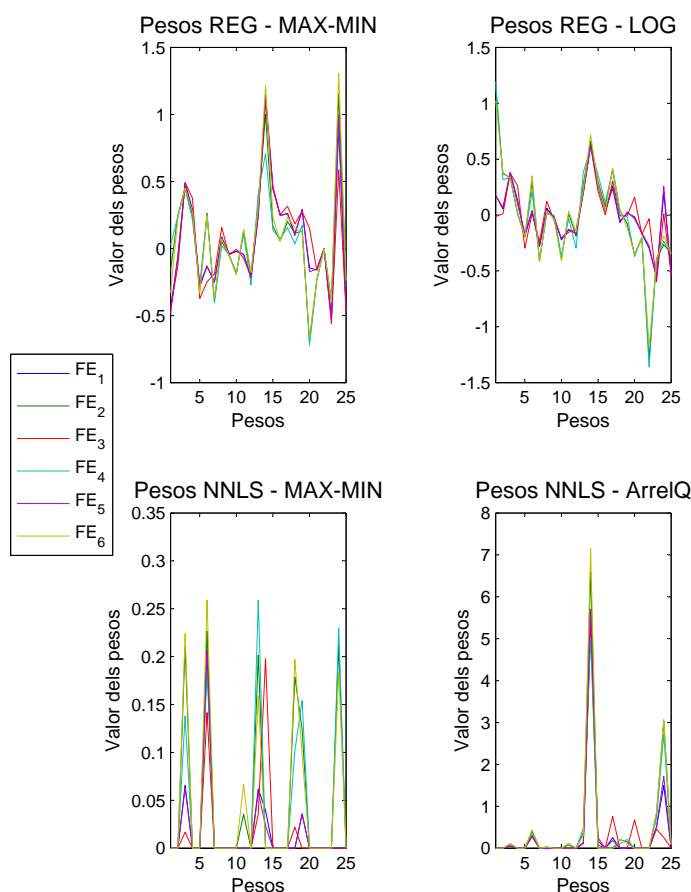


Figura G.8: Valors dels pesos W escollits per a les sis funcions de FE, i els millors mètodes i normalitzacions anteriorment seleccionats (REG-MAXMIN, REG-LOG, NNLS-MAXMIN i NNLS-ArrelQ), per al cas de les seqüències GA1

APÈNDIX H

PREAVALUACIÓ DE LES NOVES SEQÜÈNCIES GA PROPOSADES

En aquest annex s'adjunten les noves propostes de *fitness*, tenint en compte les conclusions obtingudes en el capítol 6. Les noves avaluacions de *fitness* de l'algorisme genètic proporcionen dues famílies noves de seqüències GA, en el primer intent de tenir en compte els paràmetres omesos en les equacions 6.12 i 6.13, per a incorporar les conclusions extretes en l'apartat 6.6.4.

H.1 Noves funcions de *fitness*

A continuació es detallen els càlculs realitzats per a les noves components de *fitness*, que inclouen l'avaluació del *Run property*, alhora que els màxims laterals d'autocorrelació i de correlació creuada. Aquesta nova aproximació a la funció de *fitness* es realitza només per a generar dues famílies, les noves NGA1 i NGA2, versions evolucionades de les seqüències GA1 i GA2, mantenint les seves particularitats.

H.1.1 Càlcul de les noves components per a la funció de *fitness*

Per tal de poder definir correctament les noves funcions de *fitness* cal detallar l'avaluació de les noves característiques a tenir en compte. Aquestes són el *run property*, i els màxims laterals tant d'autocorrelació com de correlació creuada. A continuació es detalla per a cada una de les característiques les avaluacions realitzades.

Run Property

En l'apartat 6.6.4 es detallen diferents formes d'avaluar el *run property*. Les repassem breument i se n'escollirà una per a aplicar al *fitness*. La primera d'elles és la més senzilla, es tracta de recomptar el nombre de *runs* de cada tipus, tant per a la seqüència sencera com per a la seqüència delmada. Llavors cal comparar la distribució d'aquests amb la distribució teòrica de *runs* (veure figura 6.32) per a fer-se la idea de si s'assemblen o no. El problema de la distribució de *runs* és que es tracta d'un valor al que cal aproximar-se, i per tant, el que realment és necessari és mesurar-ne l'error. En l'apartat 6.6.4 es proposen formes variades de mesurar aquest error.

En primer lloc se'n mesura la distribució per a cada tipus de *run* (ordre 1, ordre 2, etc.), i s'avalua aquest paràmetre per separat per a cada tipus de *run*. L'avantatge d'aquesta mesura és que ens dóna una visió clara de la influència de cada tipus de *run* en el resultat. L'inconvenient és que es tracta d'entre 5 i 6 paràmetres més a tenir en compte. En segon lloc, se'n mesura l'error quadràtic mig entre la distribució de *runs* de la seqüència i de la subseqüència i la distribució ideal. Té en compte les mateixes dades que la mesura anterior, però integrades en un sol valor. La tercera mesura proposada és la suma del nombre de *runs*, tant per a la seqüència sencera com per a la seqüència delmada. Finalment, també s'ha avaluat la suma ponderada de *runs* per a cada seqüència, tant sencera com delmada.

De totes aquestes mesures s'ha escollit la suma ponderada de *runs* per a incorporar en la funció de *fitness*. S'avaluarà el valor teòric que ha de prendre el nombre ponderat de *runs* de les seqüències ($meanR_S$ i $meanR_{SA}$, ambdues avaluen el mateix paràmetre, la primera referent a la seqüència sencera i la segona referent a la seqüència delmada), i es farà la diferència entre el valor avaluat per a cada seqüència i el valor teòric, per tal de poder penalitzar tant els valors superiors com els inferiors. En aquest cas, la suma ponderada de *runs* no es tracta d'un valor a minimitzar en sí mateix. El que cal minimitzar-ne és la seva diferència del valor ideal per a una seqüència pseudoaleatòria.

El total que s'incorporarà a la funció de *fitness* serà el següent:

$$\begin{aligned}
 Run_S &= \left| \frac{1}{\sum_i num_{runi}} (run_1 \cdot num_{run1} + run_2 \cdot num_{run2} + \right. \\
 &\quad \left. + run_3 \cdot num_{run3} + \dots) - meanR_S \right| \\
 Run_{SA} &= \left| \frac{1}{\sum_i num_{runiA}} (run_{1A} \cdot num_{run1A} + run_{2A} \cdot num_{run2A} + \right. \\
 &\quad \left. + run_{3A} \cdot num_{run3A} + \dots) - meanR_{SA} \right|
 \end{aligned} \tag{H.1}$$

On num_{run_i} és el nombre de *runs* de longitud i , i run_i correspon a la longitud del *run*. Les dues mesures - en el fons observen el mateix però de seqüències diferents - avaluen el valor mig dels *runs* de la seqüència d'interès. El seu valor es compararà sempre amb el valor mig òptim de la seqüència i de la subseqüència, que es pot avaluar si es segueix la proporcionalitat que marca la regla dels *runs*. Es cometrà un error important tant si el valor mig és superior com si es inferior, puix que en un cas hi haurà un excés de *runs* d'ordre elevat - i probablement un defecte de *runs* d'ordre baix -, i en el segon cas hi haurà un excés de *runs* d'ordre baix - i probablement un defecte de *runs* d'ordre elevat -. A les conclusions del capítol 6 es mostra que aquesta mesura relativa als *runs* és una de les més adequades per a mesurar la qualitat de les seqüències resultants.

L'avaluació d'aquests dos paràmetres s'incorporarà a la funció de *fitness*, tal i com es mostrarà més endavant (veure apartat H.1.2).

Màxims laterals d'autocorrelació de la seqüència sencera i de les seqüències delmades

En l'apartat 6.6.4 es mostra com els màxims laterals de l'autocorrelació, tant de la seqüència sencera com de la seqüència delmada tenen una influència en el resultat que presenta la seqüència obtinguda amb l'algorisme genètic. Els màxims laterals en l'autocorrelació poden no ésser únics en el disseny de cada seqüència, però tenir-los en compte tots seria complicat matemàticament parlant. És per això que es tindrà en compte només el valor més elevat, i serà aquest el que s'incorporarà a la nova funció de *fitness*:

$$\begin{aligned} \max_{AutS} &= \max(|\text{corr}(c^i[n], c^i[n + \tau])|_{\tau \neq 0}) \\ \max_{AutSA} &= \max(|\text{corr}(c_A^i[n], c_A^i[n + \tau])|_{\tau \neq 0}) \end{aligned} \quad (\text{H.2})$$

on c^i és la seqüència PN sencera, i c_A^i és la primera de les delmacions de la seqüència PN. S'aclareix que $\tau \neq 0$ perquè el valor màxim de l'autocorrelació s'obté sempre quan les seqüències estan en fase, i cal descartar aquest valor.

Màxims laterals de la correlació creuada de les seqüències delmades

Finalment, només resta avaluar els màxims laterals de la correlació creuada de les seqüències delmades. Tal i com ja s'ha descrit també en l'autocorrelació, es tindrà en compte només el valor màxim descrit a continuació:

$$\max_{XCorrSA} = \max(|\text{corr}(c_A^i[n], c_A^j[n + \tau])|) \quad (\text{H.3})$$

on c_A^i és la primera subseqüència de la seqüència i , i c_A^j és la primera subseqüència de la seqüència j . En el cas d'estar realitzant el disseny d'una família de seqüències GA1, s'assumirà que $\tau \neq 0$, perquè tal i com es detallava en el capítol 6, es dona aquest grau de llibertat a l'algorisme genètic. En el cas d'estar realitzant el disseny d'una família de seqüències GA2, el valor de τ pot ésser qualsevol.

H.1.2 Disseny del *fitness* de la seqüència NGA1

A continuació es presenta la nova funció de *fitness* per a les seqüències GA1. Inclouen els cinc paràmetres detallats en l'apartat anterior d'aquest annex.

Cal dir que en aquesta nova funció de *fitness* s'ha decidit treure alguns dels paràmetres que s'havien tingut en compte per al disseny del *fitness* de les seqüències GA1. Hi ha hagut dos motius fonamentals: *i*) en primer lloc, s'ha decidit treure la possibilitat que es donava que la seqüència A delmada fos qualsevol de les M subseqüències que té una seqüència GA. Es descarta, doncs, treballar amb qualsevol altra subseqüència que no sigui l'A. En descartar aquesta possibilitat, les autocorrelacions de les altres subseqüències delmades, així com les correlacions creuades de les subseqüències delmades no calia minimitzar-les. El segon motiu *ii*) és que d'aquesta manera, es fa menor el nombre de propietats a tenir en compte per a calcular el *fitness*, i així se'n facilita la convergència. Esta clar que és a costa de la pèrdua de graus de llibertat de les seqüències finals, però són uns graus de llibertat que probablement no s'haurien usat en l'estructura multiresolutiva.

$$\begin{aligned} R_{AutoC} &= R_{AC}^2 + R_{AC_1}^2 & (\text{H.4}) \\ R_{XCorr} &= (R_{CC_{12}}^\neq)^2 + (R_{CC_{13}}^\neq)^2 + (R_{CC_{14}}^\neq)^2 \\ fitness_{1seq}^{NGA1} &= \sqrt{R_{AutoC} + R_{XCorr}^\neq + Run_S^2 + Run_{SA}^2 + max_{AutS}^2 + max_{AutSA}^2 + max_{XCorrSA}^2} \end{aligned}$$

La nova família GA1 també tindrà en compte la possibilitat de que les distintes subseqüències de la seqüència sencera tinguin una elevada correlació creuada quan estiguin sincronitzades $\tau = 0$, i per tant a $\max_{XCorrSA}$ caldrà que $\tau \neq 0$, tal com ja s'havia comentat en la descripció.

H.1.3 Disseny del *fitness* de la seqüència NGA2

A continuació es detalla la nova funció de *fitness* per a les seqüències GA2. També inclou els cinc paràmetres detallats en l'apartat anterior d'aquest mateix annex. També s'han obviat els mateixos paràmetres corresponents a l'autocorrelació de les seqüències delmades fora de la A i la correlació creuada de les subseqüències excepte amb la principal.

$$\begin{aligned}
 R_{AutoC} &= R_{AC}^2 + R_{AC_1}^2 & (H.5) \\
 R_{XCorr} &= R_{CC_{12}}^2 + R_{CC_{13}}^2 + R_{CC_{14}}^2 \\
 fitness_{1seq}^{NGA2} &= \sqrt{R_{AutoC} + R_{XCorr} + Run_S^2 + Run_{SA}^2 + max_{AutS}^2 + max_{AutSA}^2 + max_{XCorrSA}^2}
 \end{aligned}$$

H.2 Resultats de *fitness* per a cada una de les famílies

A continuació es detalla l'evolució del *fitness* per als resultats de cada una de les famílies. S'estudia el *fitness* de cada seqüència per a la família NGA1 i també per a la família NGA2. Alhora, també s'estudia l'evolució del *fitness* i també cada una de les components d'aquest per al millor individu de cada família.

La generació d'aquestes dues famílies s'ha realitzat usant *creuament* i selecció per torneig (ja que en l'apartat 6.4.3 s'havia observat que era el que convergia millor, malgrat que amb poca diferència), i s'han generat 1000 individus per a cada família.

H.2.1 Família NGA1

En primer lloc s'analitza l'evolució del *fitness* per a cada individu dels 1000 individus generats. A la figura H.1 s'observa el valor del *fitness* per a totes les seqüències, i la gràfica inferior de la figura H.1 mostra amb més detall els *fitness* de les millors 50 seqüències.

A la figura H.2 es mostra l'evolució de les components del *fitness* del millor individu de la família NGA1; per tal de veure l'evolució del *fitness* de la seqüència aquest es mostra a la gràfica inferior.

H.2.2 Família NGA2

A continuació, a la figura H.3 es mostren els valors del *fitness* de cada individu de la família NGA2 ordenats per *fitness* creixent. A la figura inferior de la figura H.3 s'hi mostra el *fitness* en detall per a les millors 50 seqüències.

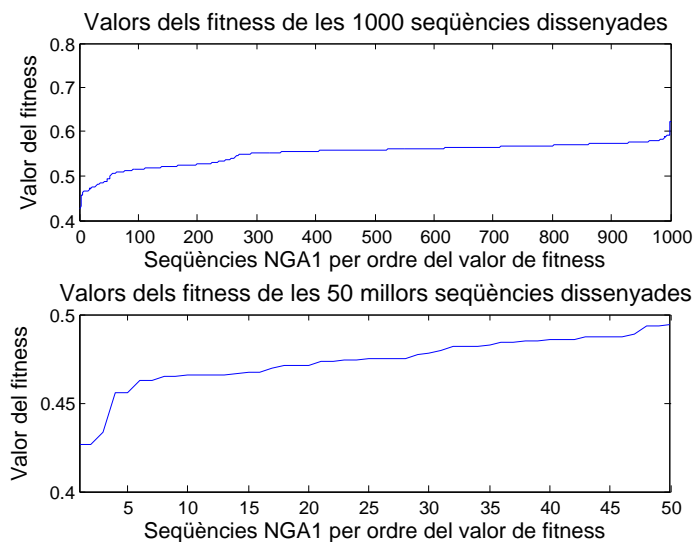


Figura H.1: Valors de *fitness* per a les 1000 seqüències de la família NGA1, ordenades per *fitness* creixent. A la gràfica inferior hi ha un detall del *fitness* dels millors 50 individus.

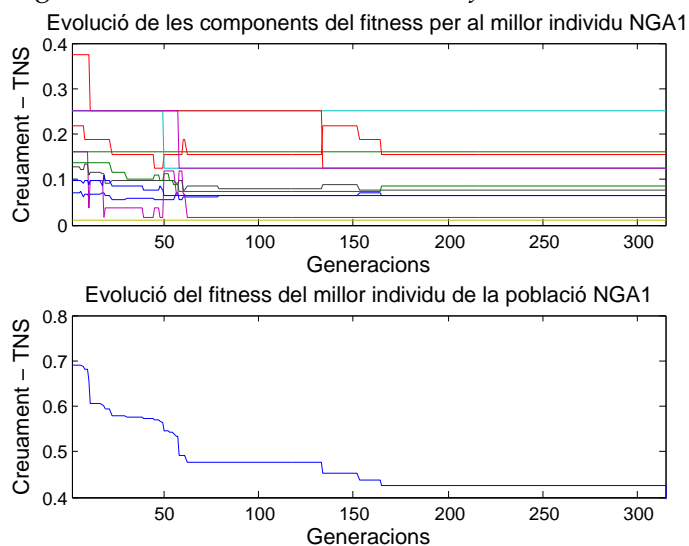


Figura H.2: Valors de les components del *fitness* del millor individu de la família NGA1. A la gràfica inferior es mostra l'evolució del *fitness* de la millor seqüència de la família NGA1.

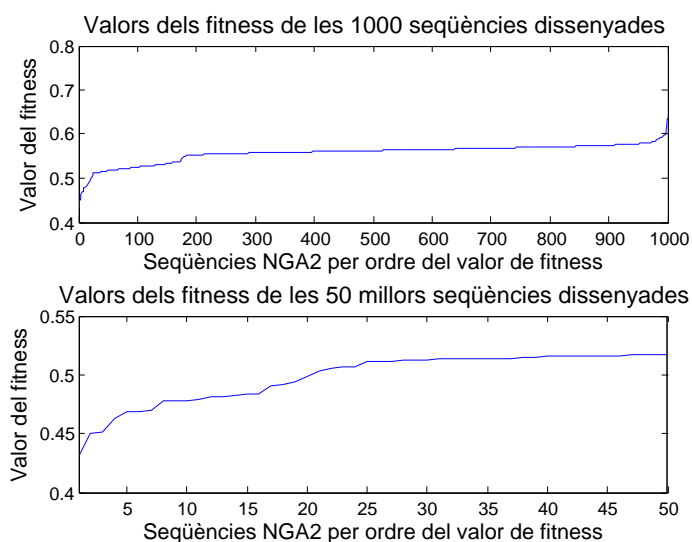


Figura H.3: Valors de *fitness* per a les 1000 seqüències de la família NGA2, ordenades per *fitness* creixent. A la gràfica inferior hi ha un detall del *fitness* dels millors 50 individus.

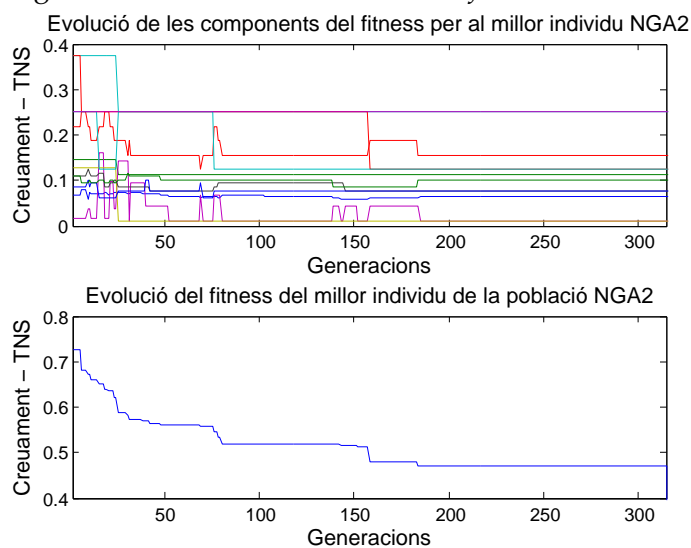


Figura H.4: Valors de les components del *fitness* del millor individu de la família NGA2. A la gràfica inferior es mostra l'evolució del *fitness* de la millor seqüència de la família NGA2.

Finalment, a la figura H.4 es mostra l'evolució de cada un dels components del *fitness* de la millor seqüència de la família NGA2. A la figura inferior s'hi projecte l'evolució del *fitness* de la millor seqüència de la família NGA2.

COMPENDI DE REGLES LINGÜÍSTIQUES DELS SISTEMES D'ESTIMACIÓ I DE CONTROL BASATS EN LÒGICA DIFUSA

I.1 Definició de regles lingüístiques

La definició de les regles lingüístiques difuses usades en aquest treball s'ha realitzat en base a les propostes de Zadeh [Zad73] i de Sugeno [SY93]. L'aplicació del procediment en el cas concret dels ratios de l'estructura multiresolutiva i a les variables *Acquisition* i *SNR* es mostra breument a continuació, posant d'exemple una aproximació a la variable *Acquisition*.

En primer lloc, es realitzà un escombrat de tots els valors possibles de les variables d'entrada (en aquest cas, dels quatre ratios). Un cop finalitzat aquest estudi, es disposà ja dels marges dinàmics de cada un dels paràmetres. En segon terme, com que es disposà del coneixement de l'adquisició correcta del sistema - cal partir de la base que estem treballant amb dades simulades -, es realitza una taula d'associació [SY93] entre els valors que prenen els ratios d'entrada, classificades en funció de si el sistema està adquirit, o no ho està.

Com que es treballà amb una quantitat de valors molt gran, aquesta taula d'equivalències es converteix en una estadística per als valors dels ratios. En aquest moment es fa evident que, quan tots els ratios presenten valors elevats, el sistema està adquirit sense discussió. El mateix succeeix quan tots els ratios prenen valors baixos. Aquesta claredat ens permet marcar - tot i que posteriorment es validarà - un conjunt de valors dels ratios

d'entrada que implicaven necessàriament adquisició en el receptor. La zona intermèdia serà la més complexa de definir, puix que quan els ratios d'entrada no prenen tots valors afins - grans o petits - sovint l'adquisició no estava garantida. És llavors quan es definiren les zones intermígies en funció del comportament estadístic de la combinació (AND o OR) dels ratios d'entrada.

En aquest punt es disposava ja d'una família de regles lingüístiques força completa. Calia només buscar redundàncies entre les diverses regles difuses, per tal de simplificar-les. Quan més senzilles siguin les regles, i menys quantitat n'hi hagi, més ràpid serà el controlador difús.

Es pot prendre, per exemple, les dues primeres regles de l'apartat I.2. La primera d'elles (1), mostra que, independentment del valor de $Ratio_1$ i de $Ratio_{1trac}$, si els altres dos ratios estan posicionats com a *Not-Acq*, la sortida de la variable *Acquisition* serà *Not-Acq*. No succeeix així en la segona de les regles (2), quan pel fet que el $Ratio_1$ presenti una mínima probabilitat d'estar adquirit (*Ph-Acq*), malgrat el segon dels ratios presenti un valor més proper a la no adquisició, el resultat serà *Near-Acq*, que és proper a l'adquisició.

I.2 Regles de a la primera proposta d'estimador difús per a canals amb esvaïments ràpids

Les regles lingüístiques que es proposen a continuació són el detall del sistema d'estimació difús presentat a l'apartat 7.2.

1. If ($Ratio_2$ is Not-Acq) or ($Ratio_3$ is Not-Acq) then (Adquisicio is Not-Acq)
2. If ($Ratio_1$ is Ph-Acq(low)) and ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) then (Adquisicio is Near-Acq)
3. If ($Ratio_1$ is Ph-Acq(high)) and ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) then (Adquisicio is Near-Acq)
4. If ($Ratio_1$ is Ph-Acq(high)) and ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) then (Adquisicio is Near-Acq)
5. If ($Ratio_1$ is Ph-Acq(low)) and ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) then (Adquisicio is Near-Acq)
6. If ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-10)) then (Adquisicio is Near-Acq)
7. If ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-10)) then (Adquisicio is Near-Acq)
8. If ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-5)) then (Adquisicio is Near-Acq)
9. If ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-5)) then (Adquisicio is Near-Acq)
10. If ($Ratio_1$ is Not-Acq(low)) and ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) then (Adquisicio is Near-NotAcq)
11. If ($Ratio_1$ is Not-Acq(high)) and ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) then (Adquisicio is Near-NotAcq)

12. If ($Ratio_1$ is Not-Acq(low)) and ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) then (Adquisicio is Near-NotAcq)
13. If ($Ratio_1$ is Not-Acq(high)) and ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) then (Adquisicio is Near-NotAcq)
14. If ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is NotAcq-SNR(-15)) then (Adquisicio is Near-NotAcq)
15. If ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is NotAcq-SNR(-15)) then (Adquisicio is Near-NotAcq)
16. If ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is NotAcq-SNR(-15)) then (Adquisicio is Near-NotAcq)
17. If ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is NotAcq-SNR(-15)) then (Adquisicio is Near-NotAcq)
18. If ($Ratio_1$ is Acq) and ($Ratio_2$ is Not-Det) then (Adquisicio is Near-Acq)
19. If ($Ratio_1$ is Acq) and ($Ratio_3$ is Not-Det) then (Adquisicio is Near-Acq)
20. If ($Ratio_3$ is Not-Det) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-5)) then (Adquisicio is Near-Acq)
21. If ($Ratio_3$ is Not-Det) and ($Ratio_{1trac}$ is Acquired) then (Adquisicio is Near-Acq)
22. If ($Ratio_3$ is Not-Det) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-10)) then (Adquisicio is Not-Predictable)
23. If ($Ratio_2$ is Not-Det) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-10)) then (Adquisicio is Not-Predictable)
24. If ($Ratio_2$ is Not-Det) and ($Ratio_{1trac}$ is Acquired) then (Adquisicio is Near-Acq)
25. If ($Ratio_2$ is Not-Det) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-5)) then (Adquisicio is Near-Acq)
26. If ($Ratio_1$ is Not-Acq(low)) and ($Ratio_2$ is Not-Det) then (Adquisicio is Not-Predictable)
27. If ($Ratio_1$ is Not-Acq(high)) and ($Ratio_2$ is Not-Det) then (Adquisicio is Not-Predictable)
28. If ($Ratio_1$ is Not-Acq(high)) and ($Ratio_3$ is Not-Det) then (Adquisicio is Not-Predictable)
29. If ($Ratio_1$ is Not-Acq(low)) and ($Ratio_3$ is Not-Det) then (Adquisicio is Not-Predictable)
30. If ($Ratio_3$ is Not-Det) and ($Ratio_{1trac}$ is NotAcq-SNR(-15)) then (Adquisicio is Not-Predictable)
31. If ($Ratio_3$ is Not-Det) and ($Ratio_{1trac}$ is NotAcq-SNR(-15)) then (Adquisicio is Not-Predictable)
32. If ($Ratio_2$ is Not-Det) and ($Ratio_{1trac}$ is NotAcq-SNR(-15)) then (Adquisicio is Not-Predictable)
33. If ($Ratio_2$ is Not-Det) and ($Ratio_{1trac}$ is NotAcq-SNR(-15)) then (Adquisicio is Not-Predictable)
34. If ($Ratio_2$ is Perh-Acq) or ($Ratio_3$ is Perh-Acq) then (Adquisicio is Near-Acq)
35. If ($Ratio_2$ is Acq) or ($Ratio_3$ is Acq) then (Adquisicio is Acq)
36. If ($Ratio_2$ is Prob-Acq) or ($Ratio_3$ is Prob-Acq) then (Adquisicio is Acq)
37. If ($Ratio_2$ is Acq-MedSNR) or ($Ratio_3$ is Acq-MedSNR) then (Adquisicio is Acq)

38. If ($Ratio_1$ is Acq) and ($Ratio_2$ is Perh-Acq) then (Adquisicio is Acq)
39. If ($Ratio_2$ is Perh-Acq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acquired) then (Adquisicio is Acq)
40. If ($Ratio_2$ is Perh-Acq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-5)) then (Adquisicio is Acq)
41. If ($Ratio_2$ is Perh-Acq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-10)) then (Adquisicio is Acq)
42. If ($Ratio_1$ is Acq) and ($Ratio_3$ is Perh-Acq) then (Adquisicio is Acq)
43. If ($Ratio_3$ is Perh-Acq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acquired) then (Adquisicio is Acq)
44. If ($Ratio_3$ is Perh-Acq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-5)) then (Adquisicio is Acq)
45. If ($Ratio_3$ is Perh-Acq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-10)) then (Adquisicio is Acq)
46. If ($Ratio_2$ is Not-Acq) or ($Ratio_3$ is Not-Acq) then (SNR is SNR(-20))
47. If ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) or ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) then (SNR is SNR(-15))
48. If ($Ratio_2$ is Not-Det) or ($Ratio_3$ is Not-Det) then (SNR is SNR(-12.5))
49. If ($Ratio_2$ is Perh-Acq) or ($Ratio_3$ is Perh-Acq) then (SNR is SNR(-10))
50. If ($Ratio_2$ is Prob-Acq) or ($Ratio_3$ is Prob-Acq) then (SNR is SNR(-7.5))
51. If ($Ratio_2$ is Acq-MedSNR) or ($Ratio_3$ is Acq-MedSNR) then (SNR is SNR(-5))
52. If ($Ratio_2$ is Acq) or ($Ratio_3$ is Acq) then (SNR is SNR(0))
53. If ($Ratio_2$ is Acq) or ($Ratio_3$ is Acq) then (SNR is SNR(-2.5))
54. If ($Ratio_1$ is Acq) and ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) then (SNR is SNR(-12.5))
55. If ($Ratio_1$ is Acq) and ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) then (SNR is SNR(-12.5))
56. If ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acquired) then (SNR is SNR(-12.5))
57. If ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-5)) then (SNR is SNR(-12.5))
58. If ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-5)) then (SNR is SNR(-12.5))
59. If ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acquired) then (SNR is SNR(-12.5))
60. If ($Ratio_2$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-10)) then (SNR is SNR(-12.5))
61. If ($Ratio_3$ is Prob-NotAcq) and ($Ratio_{1trac}$ is Acq-SNR(-10)) then (SNR is SNR(-12.5))

I.3 Regles de a la proposta definitiva d'estimador difús per als escenaris del canal ionosfèric

Les regles difuses llistades a continuació són el detall del sistema de control difús presentat a l'apartat 7.3, adaptats als escenaris de la taula 2.2.

1. If ($Ratio_1$ is Adq) or ($Ratio_2$ is Adq) or ($Ratio_3$ is Adq) or ($Ratio_{1trac}$ is Adq) then (adq is Adq)
2. If ($Ratio_1$ is Adq) and ($Ratio_2$ is Adq) and ($Ratio_3$ is NoAdq) then (adq is Adq)
3. If ($Ratio_1$ is NoAdq) and ($Ratio_2$ is Adq) and ($Ratio_3$ is Adq) then (adq is Adq)

4. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) then (adq is *Adq*)
5. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *Adq*)
6. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *Adq*)
7. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) then (adq is *Adq*)
8. If ($Ratio_1$ is *Adq*) or ($Ratio_2$ is *Adq*) or ($Ratio_3$ is *Adq*) or ($Ratio_{1trac}$ is *Adq-1path*) then (adq is *Adq*)
9. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *NoAdq*)
10. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *NoAdq*)
11. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *NoAdq*)
12. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *NoAdq*)
13. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *NoAdq*)
14. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *NoAdq*)
15. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *NoAdq*)
16. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *NoAdq*)
17. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) then (adq is *Adq*)
18. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) then (adq is *Adq*)
19. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *Adq*)
20. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *Adq*)
21. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *NoAdq*) then (adq is *Adq*)
22. If ($Ratio_1$ is *NoAdq*) and ($Ratio_2$ is *NoAdq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) then (adq is *Adq*)
23. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) and ($Ratio_{1trac}$ is *Adq-1path*) then (adq is *Adq*)
24. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) and ($Ratio_{1trac}$ is *Adq-1path*) then (adq is *Adq*)
25. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) and ($Ratio_{1trac}$ is *Adq-1path*) then (adq is *Adq*)
26. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) and ($Ratio_{1trac}$ is *Adq-1path*) then (adq is *Adq*)
27. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) and ($Ratio_{1trac}$ is *Adq-1path*) then (adq is *Adq*)
28. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) and ($Ratio_{1trac}$ is *Adq-1path*) then (adq is *Adq*)
29. If ($Ratio_1$ is *Adq*) and ($Ratio_2$ is *Adq*) and ($Ratio_3$ is *Adq*) and ($Ratio_{1trac}$ is *Adq-1path*) then (adq is *Adq*)

APÈNDIX J

COMPARATIVA DE COSTOS COMPUTACIONALS DELS SISTEMES D'ADQUISICIÓ COMPARATS

A continuació es detalla breument un anàlisi preliminar dels costos computacionals que presenten alguns blocs dels esquemes simulats en aquest treball de tesi. Els temps que es mostren a continuació es mesuren en segons, i han estat avaluats usant el programa de simulació MATLAB [The07]. S'assumeix que en la implementació en un entorn real dels algorismes es procuraria fer el màxim eficients possible tots aquests procediments, i per tant, els temps que es presenten a continuació es reduirien sensiblement.

Totes les proves han estat realitzades assumint una seqüència PN de longitud $N_c = 128$ xips, treballant a un nombre de $N = 16$ mostres/xip. En el cas de les propostes de Takki[HYKH06] i de El-Tarhuni[ET97] els valors de Q o bé valen 32 ($N_c/4$) o bé directament la mateixa longitud que la seqüència PN (N_c). També s'assumeix (per facilitat del càlcul) que tots els filtres de *tracking* són iguals i tenen longitud $\frac{N_c}{4}$.

En tots els casos s'ha obviat el cost computacional associat a la localització del màxim, puix que s'ha considerat que es tractava d'un temps igual en tots aquells algorismes que comparteixen longitud dels filtres adaptatius. Així també s'han obviat altres operacions que cal realitzar per a tractar les dades de forma vectorial, així com delmacions - presents en tots els algorismes -, assignacions i altra operativa de programació bàsica. Tan sols s'han avaluat la operativa de més cost computacional alhora que de més valor afegit. Totes les mesures temporals s'han pres en règim permanent dels algorismes, cap d'elles en transitori, per a evitar costos excessius d'arrancada d'algun dels algorismes. L'ordinador amb el que s'han realitzat aquests càlculs és un IntelCore Duo 2.26GHz 2.27GHz, amb 4GB de

RAM.

Taula J.1: Comparativa de costos computacionals entre la correlació [LG94], la proposta Ralsina, la proposta Moran [Mor01], la proposta El-Tarhuni [ET97] i la proposta Takki [HYKH06].

| Algorisme | Paràmetres | Temps mig d'adquisició | Temps mig de control | Temps total - adq., track. i control - |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------|--|
| Correlació | Long= $N_c \cdot N$ | 110.5ms | N.A. | 110.5ms |
| Correlació | Long= $\frac{N_c}{4} \cdot N$ | 13.8ms | N.A. | 55.2ms |
| Ralsina* | Long. filtres $\frac{N_c}{4}$ | 2.6ms | C. difús 1.6ms | 14.4ms |
| Ralsina* (veure ap. 7.4.1) | Long. filtres $\frac{N_c}{4}$ | 2.6ms | C. difús 1.6ms | $\approx \in [5.2, 14.4]$ ms |
| Moran | Long. filtres $\frac{N_c}{4}$ | 2.6ms | C. estabilitat 0.5ms | 13.2ms |
| El-Tarhuni | Long. filtre $\frac{N_c}{4}$ | 2.1ms*** | Finestra 1.1ms | 5.2ms** |
| El-Tarhuni | Long. filtre N_c | 11.3ms | Finestra 1.1ms | 15ms |
| Takki | Long. filtres $\frac{N_c}{4}$ | 2.1ms*** | Finestra 1.7ms | 12.2ms |

* El cost computacional de l'algorisme Ralsina s'ha avaluat sense tenir en compte l'estructura RAKE completa. S'ha avaluat només un sol filtre de *tracking* en comptes de tres. ** Aquest temps no contempla en cap cas la probabilitat de falsa alarma causada pel fet que la longitud del filtre escollida pot deixar fora la posició correcta d'adquisició.

*** El temps d'avaluació del filtre adaptatiu LMS de longitud $\frac{N_c}{4}$ és menor que en els casos de Ralsina i Moran perquè no disposa d'avitjanament amb *exponential smoothing*.

BIBLIOGRAFIA

- [ABM05] R.M. Alsina, E. Bernadó i J.A. Morán. Evolution Strategies for DS-CDMA Pseudonoise Sequence Design. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications - Artificial Intelligence Research and Development*, 131:189 – 196, 2005. IOS Press - Proceedings del Congrés Català d'Intel·ligència Artificial (CCIA).
- [ABSD09] R.M. Alsina, P. Bergadà, J.C. Socoró i M. Deumal. Multiresolutive Acquisition Technique for DS-SS Long-Haul HF Data Link. Dins *Proceedings of the 11th Ionospheric Radio Systems and Techniques (IRST)*. IET, Edimburgh (Regne Unit), Abril 2009.
- [AFJN10] N. Akhter, L. Ferdouse, F. T. Jaigirdar i T. H. Nipa. A Performance Analysis of LMS, RLS and Lattice based Algorithms as Applied to the Area of Linear Prediction. *Journal of Global Research in Computer Science*, 1:49–53, 2010.
- [AFSB07] R. M. Alsina, L. Formiga, J. C. Socoró i E. Bernadó. Multiobjective Evolution Strategies for DS-CDMA Pseudonoise Sequence Design in a Multiresolutive Acquisition. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications - Artificial Intelligence Research and Development*, 163:384 – 391, 2007. IOS Press - Proceedings del Congrés Català d'Intel·ligència Artificial (CCIA).
- [AGA03] A. Aziz, Kim-Chyan Gan i I. Ahmed. W-CDMA Rake Receiver Comes to Life in DSP. Motorola, CommsDesign.com, Novembre 2003.
- [AK99] N.S. Alagha i P. Kabal. Generalized Raised-Cosine Filters. *IEEE Transactions on Communications*, 47(7):989 – 997, 1999.

- [AKETG04] M. Abou-Khousa, M. El-Tarhuni i A. Ghayeb. A Novel Finger Assignment Algorithm for RAKE Receivers in CDMA Systems. *IEEE Communications Society Magazine*, pàgines 2516–2520, 2004.
- [AKGET05] M. Abou-Khousa, A. Ghayeb i M. El-Tarhuni. On Multipath Detection in CDMA Systems. Dins *Proceedings de l'International Conference on Communications*. Seül (Corea), 2005.
- [AKGET07] M. Abou-Khousa, A. Ghayeb i M. El-Tarhuni. An Efficient Multipath Detection Scheme for CDMA Systems. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 6:2776–2781, 2007.
- [Als00] R. M. Alsina. Optimització del receptor d'un sistema DS-SS amb propagació ionosfèrica. Projecte F. de Carrera o Tesina de L., La Salle - Universitat Ramon Llull, Barcelona (Espanya), 2000.
- [Als02] R. M. Alsina. Receptor intel·ligent d'un sistema de comunicacions DS-SS. Projecte F. de Carrera o Tesina de L., La Salle - Universitat Ramon Llull, Barcelona (Espanya), 2002.
- [Als03] R. M. Alsina. Disseny d'un sistema d'adquisició i detecció d'un receptor DS-SS en un entorn multiusuari. Curs de Doctorat de Metodologia de la Investigació Científica, La Salle - Universitat Ramon Llull, 2003.
- [Als07] R. M. Alsina. Diploma d'Estudis Avançats. La Salle - Universitat Ramon Llull, Barcelona (Espanya), Desembre 2007.
- [AM07] S. Asoodeh i H. Maddahi. On PN Code Acquisition in Direct Sequence Code Division Multiple Access. Dins *Proceedings of the International Conference in Wireless Communications Networking and Mobile Computing*. Hawaii (EUA), 2007.
- [AMS01] R.M. Alsina, J.A. Morán i J.C. Socoró. Diseño de un bloque de adquisición adaptativo para un sistema DS-SS sobre canal ionosférico. Dins *Proceedings del XVII Simposium de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI)*. Villaviciosa de Odón (Espanya), 2001.
- [AMS03] R.M. Alsina, J.A. Morán i J.C. Socoró. Multiresolution Adaptive Structure for Acquisition and Detection in DS-SS Digital Receiver in a Multiuser Environment. Dins *Proceedings de 7th International Symposium on Signal Processing and Applications (ISSPA)*, volum 03EX714C. Paris (França), 2003.

- [AMS05] R.M. Alsina, J.A. Morán i J.C. Socoró. Sequential PN Acquisition Scheme Based on a Fuzzy Logic Controller. *Lecture Notes in Computer Science - Springer Verlag*, 3512:1238 – 1245, 2005. Proceedings de l'International Work-conference on Artificial Neural Networks (IWANN).
- [AMS07] R. M. Alsina, C. Mateo i J.C. Socoró. Multiresolutive Adaptive PN Acquisition Scheme with a Fuzzy Logic Estimator in Non Selective Fast SNR Variation Environments. *Lecture Notes in Computer Science - Springer Verlag*, 4507:367 – 374, 2007. Proceedings de l'International Work-Conference on Artificial Neural Networks (IWANN).
- [AMS09] R. M. Alsina, C. Mateo i J.C. Socoró. *Artificial Intelligence Enciclopedia*, capítol 'F': Fuzzy Logic Estimator for Variant SNR Environments, pàgines 719–728. IGI Global, (EUA), 2009.
- [AMSB05] R.M. Alsina, J.A. Morán, J.C. Socoró i D. Bonet. Multiresolution Adaptive Scheme for Acquisition and Tracking in a DS-SS Digital Receiver in a Multipath Environment. Report tècnic COST-289 Spectrum and Power Efficient Broadband Communications, La Salle - Universitat Ramon Llull, Barcelona (Espanya), 2005.
- [AMSD08] R. M. Alsina, C. Mateo, J. C. Socoró i M. Deumal. Neural Network Acquisition Estimator for Multiresolutive Adaptive PN Acquisition Scheme in Multiuser Non Selective Fast SNR Variation Environments. Dins *Proceedings of the 8th International Conference on Hybrid Intelligent Systems (HIS)*. Barcelona (Espanya), 2008.
- [AMSS02] R.M. Alsina, J.A. Morán, J.C. Socoró i X. Sevillano. Diseño de un sistema de adquisición basado en lógica difusa para un sistema DS-SS sobre canal ionosférico. Dins *Proceedings del XVII Simposium de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI)*. Alcalá de Henares (Espanya), 2002.
- [And70] H. C. Andrews. Transmission of Information by Orthogonal Functions. *IEEE Transactions on Computers*, C-19:656 – 656, 1970.
- [APMSB12] R. M. Alsina-Pages, C. Mateo, J.C. Socoró i P. Bergadà. *Fuzzy Logic - Controls, Concepts, Theories and Applications*, capítol Fuzzy Logic Control for Multiresolutive Adaptive PN Acquisition Scheme in Time-Varying Multipath Ionospheric Channel, pàgines 131–156. In-Tech Open, 2012.

- [ASMS03] R. M. Alsina, X. Sevellano, J. A. Morán i J. C. Socoró. FastICA Techniques Applied to a DS-CDMA Detector. 1st European Summer School on ICA, Berlin (Alemanya), 2003.
- [Azi02] A. Aziz. Channel Estimation for WCDMA Rake Receiver. Freescale Semiconductor Inc. Application Note AN2253/D Rev. 1, Setembre 2002.
- [BAPVR12] P. Bergadà, R. M. Alsina-Pages, C. Vilella i J.R. Regué. *Remote Sensing*, capítol Low Rate High Frequency Data Transmission from Very Remote Sensors. In-Tech Open, 2012.
- [BDAP09] P. Bergadà, M. Deumal, R. M. Alsina i J.L. Pijoan. Time Interleaving Study for an OFDM Long-Haul HF Radio Link. Dins *Proceedings of the 11th Ionospheric Radio Systems and Techniques (IRST)*. IET, Edimburgh (Regne Unit), April 2009.
- [BDV⁺09] P. Bergadà, M. Deumal, C. Vilella, J.R. Regué, D. Altadill i S. Marsal. Remote Sensing and Skywave Digital Communication from Antarctica. *Sensors*, 9:10136–10157, 2009.
- [Bon04] D. Bonet. Implementació d'un receptor RAKE en un sistema DS-SS. Projecte F. de Carrera o Tesina de L., Enginyeria i Arquitectura La Salle. Universitat Ramon Llull, 2004.
- [BP00] E.A. Bretz i T.S. Perry. X Marks the Spot, Maybe. *IEEE Spectrum*, 37:26–36, 2000.
- [Bri81] A. Brindle. *Genetic Algorithms for Function Optimization*. Tesi Doctoral, Dept. of Computing Science - University of Alberta, Edmonton (Canada), 1981.
- [Bri11] Encyclopdia Britannica. Guglielmo Marconi. Encyclopdia Britannica Online, 2011. Consultat el 14 de març de 2011.
- [But30] S. Butterworth. On the Theory of Filter Amplifiers. *Wireless Engineer (Experimental Wireless and the Wireless Engineer)*, 7:536–541, 1930.
- [BV94] C. Baum i V. Veeravalli. Hybrid Acquisition Schemes for Direct Sequence CDMA Systems. Dins *Proceedings of the International Conference on Communications*. New Orleans (EUA), 1994.
- [CH86] S. Chatterjee i S. Hadi. Influential Observations, High Leverage Points, and Outliers in Linear Regression. *Statistical Science*, 1:379–416, 1986.

- [CH06] S. Chatterjee i Ali S. Hadi. *Regression Analysis by Example*. John Wiley & Sons, 2006.
- [CJLL98] K. Chang-Joo, H-J. Lee i H-Soo Lee. Adaptive Acquisition of PN Sequences for DSSS Communications. *IEEE Transactions on Communications*, 46(8):993–996, 1998.
- [CS94] K. Chawla i D. V. Sarwate. Acquisition of PN Sequences in Chip Synchronous DS-SS Systems Using a Random Sequence Model and the SPRT. *IEEE Transactions on Communications*, COM-42:2325–2332, 1994.
- [CVVL02] C.A. Coello, D.A. Van Veldhuizen i G.B. Lamont. *Evolutionary Algorithms for Solving Multi-objective problems*. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [Dav65] K. Davies. *Ionospheric Radio Propagation*. National Bureau of Standards Monograph, Estats Units d'Amèrica, 1965.
- [Dav91] L. Davis. *Handbook of Genetic Algorithms*. Van Nostrand Reinhold, 1991.
- [DB69] P.R. Jr. Drouibet i S.I. Bernstein. TATS - A Baseband Modulation System for Multiple Access Tactical Satellite Communication. Dins *EASCON Convention Record*. 1969.
- [dEdT] Secretaría de Estado de Telecomunicaciones. Cuadro nacional de atribución de frecuencias. On-line (www.mityc.es/Telecomunicaciones/Secciones/Espectro/cnaf).
- [Din97] P. S. R. Diniz. *Adaptive Filtering, Algorithms and Practical Implementation*. Kluwer Academic Publishers, Estats Units d'Amèrica, 1997.
- [dReEiC01] Grup de Recerca en Electromagnetisme i Comunicacions. Enllaç ionosfèric amb espectre eixamplat INTA - La Salle. CICYT-TIC97/0787-C02, octubre 1997 - octubre 2001.
- [dReEiC07] Grup de Recerca en Electromagnetisme i Comunicacions. Caracterització i modelatge del canal antàrtic. REN2003-08376-C02-01, novembre 2003 - abril 2007.
- [dReEiC09] Grup de Recerca en Electromagnetisme i Comunicacions. Monitorització de la variabilitat ionosfèrica i geomagnètica a l'ilal Livingstone. Tècniques avançades per a la seva caracterització i transmissió de dades a la banda d'HF. CGL2006-12437-C02-01, octubre 2006 - novembre 2009.

- [dReEiC10] Grup de Recerca en Electromagnetisme i Comunicacions. Estudio de la variabilidad del canal de comunicaciones ionosférico y optimización de la transmisión de datos en HF entre Isla Livingston y el Observatorio del Ebro. Acció Complementària. CGL2006-12437-C02-02/ANT, 2009-2010.
- [dReEiCG14] Grup de Recerca en Electromagnetisme i Comunicacions (GRECO). Monitorización y análisis de las características geomagnéticas y ionosféricas en BAE JCI. Sondeo ionosférico transequatorial y transmisión de datos en tiempo casi-real vía HF. CTM2010-21312-C03-03, 2011-2014.
- [DRR50] L.A. De Rosa i M. Rogoff. Application of Statistical Methods to Secrecy Communication Systems. Proposal 946 Fed. Telecommunications Lab. Nutley, NJ, agost 1950.
- [Dur65] A. Durkee. Ionospheric Radio Propagation. *IEEE Spectrum*, 2:178, 1965.
- [DVH06] D. Delgado, D. Vidal i G. Hernandez. Evolutionary Design of Pseudorandom Sequence Generators based on Cellular Automata and Its Applicability in Current Cryptosystems. Dins *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO 2006)*. Seattle (EUA), 2006.
- [DZGP10] X. Du, T. Zhang, Y. Gao i T. Pang. Analysis on PN Code Acquisition Performance in DS-SS over Multipath Environment. Dins *Proceedings of the 3rd International Congress on Image and Signal Processing*. Yantai (Xina), 2010.
- [ES87] K. Enge i D. V. Sarwate. Spread-spectrum Multiple-access Performance of Orthogonal Codes: Linear Receivers. *IEEE Transactions on Communications*, 36(12):1309–1319, 1987.
- [ET97] M. G. El-Tarhuni. *Application of Adaptive Filtering to Direct-Sequence Spread-Spectrum Code Synchronization*. Tesi Doctoral, Carleton University - Ottawa, 1997.
- [ETG02] M. El-Tarhuni i A. Ghayeb. A Multipath Resistant PN Code Tracking Algorithm. Dins *Proceedings of the 13th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*. Lisboa (Portugal), 2002.
- [ETG04] M. El-Tarhuni i A. Ghayeb. A Robust PN Code Tracking Algorithm for Frequency Selective Rayleigh-Fading Channels. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 3:1018–1023, 2004.

- [ETS96a] M. G. El-Tarhuni i A. U. H. Sheikh. Adaptive Synchronization for Spread Spectrum Systems. Dins *Proceedings of the Vehicular Technology Conference - Mobile Technology for Human Race*, pàgines 170–173, 1996.
- [ETS96b] M. G. El-Tarhuni i A. U. H. Sheikh. MSE Tracking Performance of DS-SS Code Tracking Scheme Using an Adaptive Filter. *Electronic Letters*, 32:1543–1545, 1996.
- [ETS96c] M. G. El-Tarhuni i A. U. H. Sheikh. On Code Tracking in Direct Sequence Spread Spectrum Systems Using Adaptive Filter Techniques. Dins *Proceedings of Personal Indoor and Mobile Radio Communications*. Taipei (Taiwan), 1996.
- [ETS97] M. El-Tarhuni i A. U. H. Sheikh. Adaptive Filtering Based DS/SS Code Acquisition In Frequency Selective and Flat Rayleigh Fading Channels. Dins *Proceedings of the 47th International Conference on Vehicular Technology*. 1997.
- [ETS98a] M. El-Tarhuni i A. U. H. Sheikh. An Adaptive Filtering PN Code Acquisition Scheme with Improved Acquisition Based Capacity in DS/CDMA. Dins *Proceedings of the 9th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*. Boston (EUA), 1998.
- [ETS98b] M. El-Tarhuni i A. U. H. Sheikh. Code Acquisition of DS/SS Signals in Fading Channels Using an LMS Adaptive Filter. *IEEE Communications Letters*, 2:85–88, 1998.
- [ETS98c] M. El-Tarhuni i A. U. H. Sheikh. PN Code Acquisition in CDMA Systems Using a MMSE Adaptive Filter. Dins *Proceedings of the IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*. Waterloo (Canadà), 1998.
- [ETS98d] M. G. El-Tarhuni i A. U. H. Sheikh. Performance Analysis for an Adaptive Filter Code Tracking Technique in Direct-Sequence Spread Spectrum Systems. *IEEE Transactions on Communications*, 46(8):1058–1064, 1998.
- [fAP11] Laboratory for Astronomy i Solar Physics. Solar Flare Theory Web Pages. <http://hesperia.gsfc.nasa.gov/sftheory/>, 2011. Consultat el 14 de març de 2011.
- [FBR81] P.L. Feintuch, N.J. Bershad i F.A. Reed. Time Delay Estimation Using the LMS Adaptive Filter - Dynamic Behavior. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*, ASSP-29:571–576, 1981.

- [Fre80] J.P. Freret. Applications of Spread-Spectrum Radio to Wireless Terminal Communications. Dins *Proceedings of the National Telesystems Conference (NTC)*. 1980.
- [FS04] L Freitag i M. Stojanovic. MMSE Acquisition of DSSS Acoustic Communication Signals. *Oceans*, 1:14–19, 2004.
- [Gan02] Kim-Chyan Gan. Maximum Ratio Combining for WCDMA RAKE Receiver. Freescale Semiconductor Inc. Application Note AN2251/D Rev 1, febrer 2002.
- [GD91] D. E. Goldberg i K. Deb. A Comparative Analysis of Selection Schemes Used in Genetic Algorithms. *Foundation of Genetic Algorithms*, 1:69–93, 1991.
- [GL95] S. G. Glisic i P. A. Leppänen. *Code Division Multiple Access Communications*. Kluwer Academic Publishers, Països Baixos, 1995.
- [Gli90] S.G. Glisic. Instantaneous CFAR Algorithm. Dins *Proceedings of IEEE Conference on Global Communications*. San Diego, California, 1990.
- [Gli91] S.G. Glisic. Automatic Decision Threshold Level Control in Direct Sequence Spread Spectrum Systems. *IEEE Transactions on Communications*, 39(2):519–527, 1991.
- [Gli98] S.G. Glisic. Automatic Decision Threshold Level Control in Direct Sequence Spread Spectrum Systems Based on Matched Filtering. *IEEE Transactions on Communications*, 36(4):519–527, 1998.
- [God80] D.N. Godard. Self-Recovering Equalization and Carrier Tracking in Two-Dimensional Data Communication Systems. *IEEE Transactions on Communications*, 28(11):1867–1875, 1980.
- [Gol64] S.W. Golomb. *Digital Communications with Space Applications*. Prentice Hall, 1964.
- [Gol67] S.W. Golomb. *Shift Register Sequences*. Holden-Day, 1967.
- [Gol68] R. Gold. Maximal Recursive Sequences with 3-valued Recursive Cross-Correlation Functions. *IEEE Transactions on Information Theory*, IT-14:154–156, 1968.

- [Gol89] D. E. Goldberg. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison-Wesley, 1989.
- [GPW⁺99] S. G. Glisic, T.J. Poutanen, W.W. Wu, G.V. Petrovic i Z. Stefanovic. New PN Code Acquisition Scheme for CDMA Networks with Low Signal-to-Noise Ratios. *IEEE Transactions on Communications*, 47:300–310, 1999.
- [Gua41] G. Guanella. Distance Termining System. US Patent 2253975, Agost 1941.
- [GV97] S. G. Glisic i B. Vucetic. *Spread Spectrum CDMA Systems for Wireless Communications*. Artech House Publishers, Estats Units d'Amèrica, 1997.
- [Har28] R.V.L. Hartley. Transmission of Information. *Bell Systems Technology*, 7:535–563, 1928.
- [Hay96] S. Haykin. *Adaptive Filter Theory*. Prentice Hall International, Estats Units d'Amèrica, 1996.
- [Hea02] O. Heaviside. Telegraphy, I. Theory. *Enciclopaedia Britannica*, 33:215, 1902.
- [HH03] R. Hunsucker i J. Hargreaves. *The High-Latitude Ionosphere and its Effects on Radio Propagation*. Cambridge University Press, 2003.
- [HNG94] J. Horn, N. Nafpliotis i D.E. Goldberg. A Niched Pareto Genetic Algorithm for Multiobjective Optimization. Dins *Proceedings of the First IEEE Conference on Evolutionary Computation*, volum 1. Orlando (EUA), 1994.
- [HNJ08] K. Hua, L. Nguyen i W.M. Jang. Synchronization of Self-Encoded Spread Spectrum System. *Electronic Letters*, 44:2, 2008.
- [Hol75] J.H. Holland. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. The University of Michigan Press, 1975.
- [Hop77] P.M. Hopkins. An Unified Analysis of Pseudonoise Synchronization by Envelope Correlation. *IEEE Transactions on Communications*, 25(8):770–778, 1977.
- [HR98] J. M. Hernando Rábanos. *Transmisión por radio*. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A., Espanya, 1998.
- [HSR00] M. Hosemann, S. Srikanteswara i J.H. Reed. A Code Tracking Technique for Direct Sequence Spread Spectrum Using Adaptive Filtering. Dins *Proceedings of the IEEE Conference on Radio and Wireless*. Denver (EUA), 2000.

- [HYKH06] M. Han, T. Yu, C. Kang i D. Hong. A New Adaptive Code-Acquisition Algorithm Using Parallel Subfilter Structure. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 55(6):1790–1796, Novembre 2006.
- [IM84] R. Iltis i L.B. Milstein. Performance Analysis of Narrow-Band Interference Rejection Techniques in DS Spread Spectrum Systems. *IEEE Transactions on Communications*, COM-32:1169–1177, 1984.
- [JDE⁺97] E. E. Johnson, R. I. Desourdis, G. D. Earle, S. C. Cook i J. C. Ostergaard. *Advanced High-Frequency Radio Communications*. Artech House, Estats Units d'Amèrica, 1997.
- [JU07] B. Jovic i C.P. Unsworth. Performance Comparison of Multi-User Chaos-Based DS-CDMA Synchronization Unit within AWGN and Rayleigh Fading Channel. *Electronic Letters*, 43:2, 2007.
- [Jud62] W.J. Judge. Multiplexing Using Quasiorthogonal Functions. Dins *Proceedings of the AIEE Winter General Meeting*. Nova York (EUA), 1962.
- [K92] K. H. A. Kärkkäinen. Mean-Square Cross-Correlation as a Performance Measure for Spreading Code Families. Dins *Proceedings of the IEEE Second International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications*, pàgines 147–150. Yokohama (Japó), 1992.
- [K95] K. H. A. Kärkkäinen. Influence of Various PN Sequence Phase Optimization Criteria on the SNR Performance of an Asynchronous DS-CDMA System. Dins *Proceedings of the IEEE Military Communications Conference*, volum 2, pàgines 641–646. San Diego (EUA), 1995.
- [Kas66] T. Kasami. Weight Distribution Formula for Some Class of Cyclic Codes. Report tècnic, University of Illinois, 1966.
- [Ken02] A. Kennelly. On the Elevation of the Electrically Conducting Strata of the Earth Atmosphere. *Elect. World and Eng.*, 39:473, 1902.
- [KIG00a] M. Katz, J. Iinatti i S. Glisic. Two-Dimensional Code Acquisition in Slow- and Fast-Fading Channels. Dins *Proceedings of the International Symposium on Spread Spectrum Techniques and its Applications*. Parsippang (EUA), 2000.
- [KIG00b] M. Katz, J. Iinatti i S. Glisic. Two-Dimensional Code Acquisition in Fixed Multipath Channels. Dins *Proceedings of the International Conference on Vehicular Technology*. Boston (EUA), 2000.

- [Kil73] C. Kilgus. Pseudonoise Code Acquisition using Majority Logic Decoding. *IEEE Transactions on Communications*, COM-21:772–773, 1973.
- [KL98] K. H. A. Kärkkäinen i P. A. Leppänen. The Importance of Initial-Phase Selection Agreement of PN Sequences from the Standpoint of Numerical Analysis and Simulation of DS-SS System. *IEEE Global Telecommunications Conference*, pàgines 3295–3301, 1998.
- [Koh95] R. Kohavi. A Study of Cross-validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection. Dins *Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Montreal (Canada), 1995.
- [KP82] J. Ketchum i J. Proakis. Adaptive Algorithms for Estimating and Suppressing Narrow-Band Interference in PN Spread Spectrum Systems. *IEEE Transactions on Communications*, COM-30:913–924, 1982.
- [KS94] R. Korkosz i D. V. Sarwate. Estimation of Delay of Signature Sequences in Coherent Chip-Synchronous DS-SS System. Dins *IEEE International Conference on Communications*. New Orleans (EUA), 1994.
- [La 09] La Salle. Grup de Recerca en Electromagnetisme i Comunicacions (GRECO). <http://www.salle.url.edu/GRECO/>, 2009.
- [LCCW05] H.Y. Lin, Hu C.C., Y.F. Chen i J.H. Wen. An Adaptive Robust LMS Employing Fuzzy Step Size and Partial Update. *IEEE Signal Processing Letters*, 12:545–548, 2005.
- [LG94] A. Leon-Garcia. *Probability and Random Processes for Electrical Engineering*. Addison-Wesley Publishing Company, Estats Units d'Amèrica, 1994.
- [LH74] C. L. Lawson i R. J. Hanson. *Solving Least Squares Problem*. Prentice-Hall, 1974.
- [LHCW05] H. Lin, C. Hu, Y. Chen i J. Wen. An Adaptive Robust LMS Employing Fuzzy Step Size and Partial Update. *IEEE Signal Processing Letters*, 12, 2005.
- [Lil67] H. W. Lilliefors. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American Statistical Association*, 62:399–402, 1967.

- [Lil69] H. W. Lilliefors. On the Kolmogorov-Smirnov Test for the Exponential Distribution with Mean Unknown. *Journal of the American Statistical Association*, 64:387389, 1969.
- [LK99] W.V. Leekwijck i E.E. Kerre. Defuzzification: Criteria and Classification. *Fuzzy Sets and Systems*, 108:159–178, 1999.
- [LK02] S. Lee i J. Kim. Performance Analysis of DS-SS PN Code Acquisition Systems Using Soft-Decision Techniques in Rayleigh-Fading Channel. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 51(6), 2002.
- [LR02] Q. Li i L.A. Rusch. Multiuser Detection for DS-CDMA UWB in the Home Environment. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 20(9):1701–1711, 2002.
- [LW01] H. Li i R. Wang. A Novel Blind Code Synchronization Scheme for DS-CDMA System in Multipath Fading Channels. Dins *Proceedings of the IEEE Global Communications Conference*. Texas (EUA), 2001.
- [LW03] H. Li i J. Wang. Filterbank-Based Blind Code Synchronization for DS-CDMA Systems in Multipath Fading Channels. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 51:160–171, 2003.
- [MA42] H.K. Markey i G Anthiel. Secret Communication System. US Patent n. 2292387., Agost 1942.
- [MA75] E.H. Mamdani i S. Assilian. An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7:1–13, 1975.
- [MA08] C. Mateo i R. Alsina. Nuevas técnicas para el sistema de control de un receptor multiresolutivo de DS-SS CDMA. *Revista del Centro de Investigación, Universidad La Salle México*, 8:29–49, 2008.
- [Mag61] H. Magnuski. Wideband Channel for Emergency Communication. Dins *IRE Int. Conv. Rec. New York, part 8*. 1961.
- [Mal01] R. Malik. Spread Spectrum - Secret Military Technology to 3G. *IEEE History Centre*, 2001.

- [Mat98] M. Matsumoto. Simple Cellular Automata as Pseudorandom m-Sequence Generators for Built-In Self-Test. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, 8:31–42, 1998.
- [Mil95] S. Miller. An Adaptive Direct-Sequence Code-Division Multiple-Access Receiver for Multiuser Interference Rejection. *IEEE Transactions on Communications*, COM-43:1746–1755, 1995.
- [Mor01] J. A. Morán. *Sistema ràpid d'adquisició per transmissió DS-SS sobre canal ionosfèric*. Tesi Doctoral, Enginyeria i Arquitectura La Salle. Universitat Ramon Llull, Barcelona (Espanya), 2001.
- [MP93] U. Madhow i M. B. Pursley. Acquisition in Direct-Sequence Spread-Spectrum Communication Network: An Asymptotic Analysis. *IEEE Transactions on Information Theory*, 39:903–912, 1993.
- [MP95] U. Mitra i V. Poor. Adaptive Receiver Algorithms for Near-Far Resistant CDMA. *IEEE Transactions on Communications*, COM-43:1713–1724, 1995.
- [MS95] M. Mukai i M. Serizawa. DS-SS Code Acquisition in a Rapid Fading Environment. Dins *Proceedings of the Vehicular Technology Conference*. Phoenix (EUA), 1995.
- [MS08] B. Martin i P. Sole. Pseudo-random sequences generated by cellular automata. Dins *Proceedings of the International Conference on Relations, Orders and Graphs: Interactions with Computer Science*. Madhin (Tunísia), 2008.
- [MSAT03] J.A. Morán, J.C. Socoró, R.M. Alsina i F. Tarrés. Multi-Stage Adaptive Parallel Search Acquisition. Dins *Proceedings del XVIII Simposium de la Unió Científica Internacional de Radio*. A Coruña (Espanya), 2003.
- [MSJ⁺01] J.A. Morán, J.C. Socoró, X. Jové, J.L. Pijoan i F. Tarrés. Multiresolution Adaptive Structure for acquisition in DS-SS receivers. Dins *International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*. Salt Lake City (EUA), 2001.
- [Mut96] R.N. Mutagi. Pseudo Noise Sequences for Engineers. *Electronics and Communication Engineering Journal*, pàgines 79–87, 1996.
- [Nyq24] H. Nyquist. Certain Factors Affecting Telegraph Speed. *Bell Systems Technology*, 3:324–346, 1924.

- [OWS00] A.V Oppenheim, A.S. Willsky i Nawa S.H. *Señales y Sistemas*. Prentice Hall, 2000.
- [Par96] V. Pareto. *Cours d'Economie Politique*. F.Rouge, Lausanne, 1896.
- [Par96] P.N. Paraskevolopoulos. *Digital Control Systems*. Prentice Hall, 1996.
- [PG58] R. Price i P.E. Jr. Green. A Communication Technique for Multipath Channels. Dins *Proceedings of the IRE, vol 46*. 1958.
- [Pie49] J.R. Pierce. Time Division Multiplex System with Erratic Sampling Times. Report tècnic, Technical Memorandum 49-150-15, Bell Telephone Laboratories, 1949.
- [Pij00] J. L. Pijoan. *Nous detectors multiusuari i estimadors de canal cecs per a sistemes DS-CDMA amb rebot ionosfèric*. Tesi Doctoral, Enginyeria i Arquitectura La Salle. Universitat Ramon Llull, Barcelona (Espanya), 2000.
- [PNAHL98] A. Pérez-Neira, C. Antón-Haro i M. A. Lagunas. An Adaptive Fuzzy Logic Enhancer for Rejection of Narrowband Interference in DS-SS. Dins *Proceedings of the Vehicular Technology Conference*. Ottawa (Canadà), 1998.
- [PR71] H. Pearce i M. Ristenbatt. The Threshold Decoding Estimation for Synchronization with Binary Linear Recursive Sequences. Dins *Proceedings of the International Conference on Communications*. Montreal (Canadà), 1971.
- [Pro95] J. G. Proakis. *Digital Communications*. McGraw-Hill, Singapur, 1995.
- [PZB95] R. L. Peterson, R. E. Ziemer i D. E. Borth. *Introduction to Spread Spectrum Communications*. Prentice Hall, Estats Units d'Amèrica, 1995.
- [Rec73] I. Rechenberg. *Evolutionsstrategie: Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution*. Frommann-Holzboog, Alemanya, 1973.
- [RFB81] F.A. Reed, P.L. Feintuch i N.J. Bershad. Time Delay Estimation Using the LMS Adaptive Filter - Static Behavior. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*, ASSP-29:561-570, 1981.
- [RM94] R. Rick i L.B. Milstein. Noncoherent Parallel Acquisition in CDMA Spread Spectrum Systems. Dins *Proceedings of the International Conference on Communications*. New Orleans (EUA), 1994.

- [SAK66] J.W. Schwartz, J.M. Aein i J. Kaiser. Modulation Techniques for Multiple Access to a Hard-Limiting Satellite Repeater. *Proceedings of the IEEE*, 54:763–777, 1966.
- [SAYC07] J. Shim, M. Amde, K. Yun i R. Cruz. Synchronization at Low SINR in Asynchronous Direct-Sequence Spread-Spectrum Communications. Dins *Proceedings of the International Conference on Systems and Networks Communications*. Cap Esterel (França), 2007.
- [Sch75] H.P. Schwefel. *Evolutionsstrategie und numerische Optimierung*. Tesi Doctoral, Technische Universitat Berlin, Berlin (Alemanya), 1975.
- [Sch82] R.A. Scholtz. The Origins of Spread-Spectrum Communications. *IEEE Transactions on Communications*, COM-30:822–854, 1982.
- [Sch83] R.A. Scholtz. Notes on Spread-Spectrum History. *IEEE Transactions on Communications*, COM-31:82–84, 1983.
- [Sch94] R.A. Scholtz. The Evolution of Spread-Spectrum Multiple-Access Communications. Dins *Proceedings of the International Symposium on Spread Spectrum and its Applications*. Oulu (Finlandia), 1994.
- [Sch09] M. R. Schroeder. *Number Theory in Science and Communication*. Springer, 2009.
- [SD94] N. Srinivas i K. Deb. Multiobjective Optimization Using Nondominated Sorting in Genetic Algorithms. *Journal on Evolutionary Computation*, 2, 1994.
- [Sha49] C.E. Shannon. Communication in the Presence of Noise. *Proceedings of the IRE*, 37:10–21, 1949.
- [Sil59] R. Silberstein. The Origin of the Current Nomenclature of the Ionosphere Layers. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, 13, 1959.
- [SKIM00] N. Suehiro, N. Kuroyanagi, T. Imoto i S. Matsufuji. Very Efficient Frequency Usage System Using Convolutional Spread Time Signals Based on Complete Complementary Code. Dins *Proceedings of the Personal, Indoor and Mobile Communications*. 2000.
- [Sk188] B. Sklar. *Digital Communications, Fundamentals and Applications*. Prentice Hall International, Estats Units d'Amèrica, 1988.

- [SLY08] W. Song, B. Li i L. Yongqian. Design of Digital Intermediate Frequency DSSS System Based on Software Define Radio. Dins *International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*. Dalian (Xina), 2008.
- [SM95] R. Smith i S. Miller. Coarse Acquisition Performance of the Minimum Mean-Squared Error Receiver. Dins *IEEE Military Communications Conference*. San Diego (EUA), 1995.
- [SMP⁺91] D.L. Schilling, L.B. Milstein, R. L. Pickholtz, M. Kullback i F. Miller. Spread Spectrum for Commercial Applications. *IEEE Communications Magazine*, pàgines 66–79, 1991.
- [Soc02] J. C. Socoró. *Nous mètodes d'equalització i d'estimació de canal per a l'optimització de receptors digitals en comunicacions DS-SS/CDMA ionosfèriques*. Tesi Doctoral, Enginyeria i Arquitectura La Salle. Universitat Ramon Llull, Barcelona (Espanya), 2002.
- [SOSL94] M.K. Simon, R.A. Omura, B.K. Scholtz i B.K. Levitt. *Spread Spectrum Communications Handbook*. McGraw Hill, 1994.
- [SPB84] D. V. Sarwate, M. B. Pursley i T. U. Basar. Partial Correlation Effects in Direct-Sequence Spread-Spectrum Multiple-Access Communication Systems. *IEEE Transactions on Communications*, COM-32:567–573, 1984.
- [Spi78] J.J. Jr. Spilker. GPS Signal Structure and Performance Characteristics. *Journal of Insitute of Navigation*, 25:121–146, 1978.
- [SWD95] A.J. Subberud, I.J. Williams i J.J. DiStefano. *Schaum's Outline of Feedback and Control Systems*. McGraw Hill Professional, 1995.
- [SY93] M. Sugeno i T. Yasukawa. A Fuzzy-Logic-Based Approach to Qualitative Modelling. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 1:7–31, 1993.
- [Syw89] G. Sywerda. Uniform Crossover in Genetic Algorithms. Dins *Proceedings of the 3rd International Conference on Genetic Algorithms*. Virginia (EUA), 1989.
- [Tay60] J.E. Taylor. Asynchronous Multiplexing. *AIEE Transactions on Communications and Electronics*, 79:1054–1062, 1960.
- [TC07] P. Y. Tsai i T. D. Chiuch. A Low-Power Multicarrier-CDMA Downlink Baseband Receiver for Future Cellular Communication Systems. *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, 54(10), 2007.

- [The07] The Mathworks. Matlab, The Language of Technical Computing. Version 7.4.0.287 (R2007a), gener 2007.
- [Tur80] G.L. Turin. Introduction to Spread-Spectrum Antimultipath Techniques and their Application to Urban Digital Radio. *Proceedings of the IEEE*, 68:328–353, 1980.
- [Ver94] S. Verdú. Adaptive Multiuser Detection. Dins *Proceedings IEEE Int. Symp. on Spread Spectrum Theory and Applications*. Oulu (Finlandia), 1994.
- [Ver98] S. Verdú. *Multiuser Detection*. Cambridge University Press, Estats Units d'Amèrica, 1998.
- [Vil07] C. Vilella. *Comunicacions avançades d'HF entre la Base Antàrtica Espanyola i l'Observatori de l'Ebre: caracterització de canal i transmissió de dades*. Tesi Doctoral, Enginyeria i Arquitectura La Salle. Universitat Ramon Llull., Barcelona (Espanya), 2007.
- [Vit95] A. J. Viterbi. *CDMA Principles of Spread Spectrum Communication*. Addison-Wesley Wireless Communications Systems, Estats Units d'Amèrica, 1995.
- [VMA⁺09] C. Vilella, D. Miralles, D. Altadill, F. Acosta, J. G. Sole, J. M. Torta i J.L. Pijoan. Vertical and Oblique Ionospheric Soundings over a Very Long Multihop HF Radio Link from Polar to Midlatitudes: Results and Relationships. *Radio Science*, 44, 2009.
- [VMP08] C. Vilella, D. Miralles i J.L. Pijoan. An Antarctica-to-Spain HF Ionospheric Radio Link: Sounding Results. *Radio Science*, 43, 2008.
- [War65] R. Ward. Acquisition of pseudonoise signals by sequential estimation. *IEEE Transactions on Communications*, COM-13:475–483, 1965.
- [Wel74] L. R. Welch. Lower Bounds on the Maximum Cross-correlation of Signals. *IEEE Transactions on Information Theory*, 1974.
- [Whi84] W.D. White. A Conversation with Claude Shannon. *IEEE Communications Magazine*, 22:123–126, 1984.
- [YCH08] T. Yu, M. Cho i D. Hong. Synchronization Performance Comparison between Adaptive Filter and Correlator. Dins *Proceedings of Wireless Communications & Networking Conference*. Las Vegas (EUA), 2008.

- [YF95] R.R. Yager i D.P. Filev. *Essentials of Fuzzy Modeling and Control*. Wiley-Interscience, 1995.
- [YHHK02] T. Yu, S. Han, D. Hong i C. Kang. A Generalized Adaptive Code Acquisition Scheme using Backpropagation Network in DS-SS Systems. Dins *Proceedings of the International Conference on Communication Systems (ICCS)*. Singapur, 2002.
- [YHHK04] T. Yu, M. Han, D. Hong i C. Kang. Improved Adaptive Code Acquisition Scheme for Practical DS-SS Systems. Dins *Proceedings of the Vehicular Technology Conference*. Los Angeles (EUA), 2004.
- [YJL11] S. Yeom, Y. Jung i S. Lee. An Adaptive Threshold Technique for Fast PN Code Acquisition in DS-SS Systems. *Transactions on Vehicular Technology*, 60(6), 2011.
- [YKH06] T. Yu, C. Kang i D. Hong. Limitations in Code Acquisition Performance for Adaptive Filter Versus Correlator. *IEEE Signal Processing Letters*, 11, 2006.
- [YKJ⁺01] T. Yu, J. Kwun, H. Jeon, D. Hong i C. Kang. Noncoherent Adaptive Code Acquisition Scheme using a Differential Detection Technique in DS-SS Systems. Dins *Proceedings of the Vehicular Technology Conference*. Rodes (Grècia), 2001.
- [Zad65] L.A. Zadeh. Fuzzy Sets. *IEEE Transactions on Information and Control*, 8:338–353, 1965.
- [Zad73] L.A. Zadeh. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. *IEEE Transactions System Man Cybernetics*, 3:28–44, 1973.
- [Zad88] L.A. Zadeh. Fuzzy Logic. *Computer*, 21(4):83–92, 1988.
- [ZDYL07] T. Zhang, S. Dai, L. Yang i X. Li. Estimate and Track the PN Sequence of Weak DS-SS Signals. Dins *Proceedings of the International Conference on Computational Intelligence and Security*. Harbin (Xina), 2007.
- [ZS95] M. Zarrabizadeh i E. Sousa. Analysis of a Differentially Coherent DS-SS Parallel Acquisition Receiver. Dins *Proceedings of the Vehicular Technology Conference*. Phoenix (EUA), 1995.

-
- [ZYY07] C. Zhang, L. Yang i D Yan. A New Non-Coherent Delay-Lock Loop. Dins *Proceedings of the International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communications Systems*. Xiamen (Xina), 2007.



Aquesta Tesi Doctoral ha estat defensada el dia ____ d _____ de ____
al Centre _____

de la Universitat Ramon Llull

davant el Tribunal format pels Doctors sotasignants, havent obtingut la qualificació:

President/a

Vocal

Vocal

Vocal

Secretari/ària

Doctorand/a
