

Doble Grau en Estadística i Economia

Títol: Anàlisi d'estratègies d'inversió en el DJIA en el període 2000 a 2020

Autor: Joan Marín Rius

Director: Hector Rufino Alcalde i Francisco Javier Martínez de Albéniz Salas

Departament: Departament d'Econometria, Estadística i Economia Aplicada (UB) i Departament de Matemàtica Econòmica, Financera i Actuarial (UB)

Convocatòria: Febrer 2021



RESUM

En aquest treball s'ha realitzat una anàlisi de les cotitzacions de 28 empreses que formaven part de l'índex Dow Jones l'1 de juny del 2020 i el mateix índex. El període estudiat compren de l'any 2000 al 2020 ambdós inclosos, i s'ha dividit l'estudi en dos períodes, un primer de 16 anys i un segon de 5. En el treball s'han mostrat les relacions entre els models de negoci de les empreses i el seu desenvolupament borsari acompanyat d'una anàlisi de la seva evolució borsària.

S'ha examinat l'ús de mitjanes mòbils simples i del Parabòlic-SAR com a indicadors tècnics. L'estudi ha trobat que per a les tècniques esmentades no s'han obtingut beneficis superiors a l'estratègia de comprar i mantenir un cop s'han tingut en compte les comissions d'intermediació. També s'ha comprovat que els paràmetres popularment utilitzats per aquestes tècniques no obtenen majors rendibilitats que la resta de paràmetres. Utilitzant la correlació de Spearman s'ha trobat que no es pot demostrar de forma clara que els paràmetres de cada tècnica analitzada s'hagin comportat de forma similar per als dos períodes, trobant correlacions positives, negatives i no significatives.

ABSTRACT

In this study it has been performed an analysis of the prize stocks of 28 companies that were part of the Dow Jones index of the first of June of 2020 and the index itself. The studied period encompasses from year 2000 to 2020 both included, and it has been divided in two samples, the first one of 16 years and the second one of 5. In this study it shows the relationship between the enterprises business model and their different stock price evolution.

It has been examined the use of Simple moving averages and Parabolic-SAR as Technical indicators. The study has shown that for the appointed technical trading rules can not outperform the buy and hold strategy once the transaction costs had been accounted. The study also shows that the popular parameters for the trading rules have no proof of increasing the profitability. Using Spearman's correlation, it has not been found a clear relationship between the profitability of using a sample of parameters in both periods founding positive, negative and non significant correlations.

Key Words: Simple Moving Average, Parabolic SAR, Technical Analysis, Spearman, DJIA

Classificació AMS: 62-09 Graphical methods, 91B82 Statistical Methods; economic indices and mesures.

Agraïments: Aprofito aquest espai per mostrar el meu agraïment als dos tutors, L'Hector Rufino Alcalde i en Javier Martínez de Albéniz Salas que m'han acompanyat al llarg de la realització d'aquest treball, que m'han ajudat a donar-li forma i que m'han ofert consells i material sense el qual aquest treball no seria com és.

Índex

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Introducció | 1 |
| 2. | Metodologia | 5 |
| 2.1. | Programari..... | 5 |
| 2.2. | Bases de dades i depuració | 5 |
| 2.3. | Estratègies proposades | 7 |
| 2.3.1. | La Mitjana Mòbil Simple (SMA)..... | 8 |
| 2.3.2. | Parabòlic Stop and Reverse (P SAR) | 13 |
| 2.4. | Anàlisi de dades..... | 18 |
| 2.4.1. | Anàlisi de les cotitzacions..... | 18 |
| 2.4.2. | Anàlisi de les estratègies | 18 |
| 2.5. | Limitacions del treball | 24 |
| 3. | Anàlisi de les cotitzacions..... | 27 |
| 3.1. | Estadístics..... | 29 |
| 3.2. | Anàlisi, evolució i correlacions | 31 |
| 3.3. | Valor en risc i Valor en risc condicional..... | 47 |
| 3.3.1. | Valor en Risc (Var) | 47 |
| 3.3.2. | Valor en risc condicional | 49 |
| 4. | Resultats..... | 51 |
| 4.1. | Primera hipòtesi, rendibilitats de les estratègies..... | 51 |
| 4.1.1. | DMAC | 51 |
| 4.1.2. | Direcció..... | 54 |
| 4.1.3. | SAR | 56 |
| 4.1.4. | Conclusions sobre la primera hipòtesi. | 58 |
| 4.2. | Segona hipòtesi, validesa de l'estratègia proposada Direcció | 58 |
| 4.3. | Tercera hipòtesi, paràmetres recomanats | 59 |
| 4.4. | Quarta hipòtesi, manteniment de la idoneïtat dels paràmetres | 60 |
| 4.5. | Les comissions d'intermediació. | 63 |
| 4.5.1. | Comissions DMAC | 63 |
| 4.5.2. | Comissions Direcció..... | 66 |
| 4.5.3. | Comissions SAR | 67 |
| 5. | Conclusions | 71 |
| 6. | Bibliografia | 73 |
| 7. | Llistat de taules | 75 |

| | | |
|------|---|----|
| 8. | Llistat de gràfics..... | 76 |
| 9. | Annex..... | 77 |
| 9.1. | Valors per als que no hi ha senyals | 77 |
| 9.2. | Resultats iguals SAR..... | 79 |
| 9.3. | Taules completes de resultats..... | 80 |

1. Introducció

Els mercats financers serveixen perquè els diferents agents realitzin l'intercanvi d'instruments financers amb la major facilitat possible. La compra d'actius financers té com a objectiu la seva venda o amortització posterior obtenint-ne un rèdit econòmic.

L'existència dels mercats financers permet posar en contacte els compradors, que tenen excés de capital, amb els venedors, que tenen necessitat de capitals, de manera que el mercat és un espai que proveeix de liquiditat als participants que ho requereixin. L'intercanvi públic, entenent per públic accessible a tothom, i anònim en un mercat permet determinar els preus dels actius financers.

El mercat de valors és el mercat financer on es negocia la compravenda d'actius de renda fixa o de renda variable. Els actius de renda fixa són aquells actius on la remuneració dels actius està determinada i no depèn de cap factor més enllà de la viabilitat econòmica de l'emissor de l'actiu. Els actius de renda variable són aquells en què els futurs fluxos de capital, com a retorn per a ésser propietari de l'actiu, no estan determinats i no són segurs, perquè l'emissor del títol no està obligat a pagar-ne una quantitat determinada. Els actius de renda variable corresponen a una participació del capital de l'entitat a la que pertanyen.

Els valors de renda fixa usualment¹ tenen un venciment establert en el qual l'inversor rep el principal, en canvi en els valors de renda variable l'inversor ha de vendre en el mateix mercat de renda variable el títol que havia comprat, al preu que determini el mercat en aquell moment determinat. Aquesta venda suposa una rendibilitat que és desconeguda per a l'inversor en el moment de realitzar la compra.

Els mercats de valors es poden classificar com a mercats primaris i com a mercats secundaris. Els mercats primaris són els mercats que regulen l'oferta de nous actius i posa en contacte l'emissor del títol i els compradors. Els mercats secundaris són aquells mercats on s'intercanvien els actius que es van emetre en el mercat primari. Posen en contacte els propietaris dels títols i els nous compradors. Els mercats secundaris permeten als compradors d'actius financers del mercat secundari o primari vendre'ls quan ho necessiten i als nous possibles inversors l'oportunitat de comprar títols que en aquell moment no s'estan emetent, així com la recompra dels títols per part de

¹ L'excepció són les rendes perpètuas, són títols de renda fixe on el principal mai és retorna, però els imports de capital són sempre iguals.

l'emissor. De manera que el mercat secundari és l'eina que proveeix de liquiditat el mercat i que permet seguir intercanviant els títols del mercat primari.

El mercat secundari és conegut com a borsa de valors. La borsa de valors és l'espai on s'intercanvien les accions, que són els títols de propietat de les empreses. Els principals drets que atorga la propietat d'una acció envers la companyia són (Hernández, 2000) :

- Dret a assistir i votar a la junta d'accionistes.
- Dret a percebre un dividend, part dels beneficis que reparteix l'empresa.
- Dret a percebre la part proporcional corresponent en cas de liquidació de l'empresa.
- Dret a vendre lliurement la seva acció en qualsevol moment al preu de mercat.

La borsa és l'espai on es negocien les accions, en funció de la demanda dels títols d'un valor i de la seva oferta es determina el preu de l'actiu, de manera que l'objectiu d'un inversor és comprar accions per a obtenir-ne una rendibilitat, ja sigui per la diferència entre el preu de compra i el preu de venda o per l'ingrés dels dividends o ambdues.

A l'hora de predir l'evolució dels preus dels actius financers existeixen dues estratègies principals.

L'anàlisi fonamental que es basa en el càlcul del valor intrínsec de l'actiu financer i segueix la màxima que el preu dels actius està relacionat amb el seu valor, de manera que algú que inverteixi seguint tècniques d'anàlisi fonamental haurà de valorar si el preu dels actius està sobrevalorat o infravalorat, i comprar o vendre en funció de l'anàlisi feta. (Benjamin Graham David L. Dodd, 2008)

I *l'anàlisi tècnica*, que mitjançant tècniques estadístiques i informació extreta fonamentalment a partir de gràfics intenta predir l'evolució de preus dels actius en un futur, donat que suposa que els preus de mercat evolucionen de manera determinada en funció dels preus anteriors. L'origen de l'anàlisi tècnica el trobem en Charles Henry Dow. (Systems, 2015)

C.H. Dow, és conegut per ser un dels dos fundadors del conegut índex al qual dona nom, el Dow Jones Industrial Average. Va considerar que calia tenir en compte l'evolució passada dels preus dels actius perquè aquesta recollia molta informació sobre la futura evolució. Va establir sis premisses sobre la fluctuació del preu dels actius financers amb l'objectiu de ser utilitzades per a l'obtenció de rendibilitats econòmiques.

Per altra banda el trading algorítmic consisteix en l'ús intensiu d'eines estadístiques sobre les dades de cotitzacions dels valors mitjançant ordinadors per a l'obtenció de rendiments econòmics. El trading algorítmic s'utilitza per definir un conjunt de

condicions de desició i executar la compra amb una rapidesa a la qual un ésser humà per a si mateix no podria (Seth, 2020). Permet també l'anàlisi de moltes dades amb facilitat per a tal de validar estratègies d'inversió, i determinar quines d'aquestes estratègies generen o no beneficis. Permet elaborar anàlisis objectius i reproduïbles.

En contra d'aquestes aproximacions per a l'obtenció de beneficis econòmics es troba la Hipòtesi del mercat eficient, (Fama, 1970). Aquesta hipòtesi assumeix que el mercat funciona de forma eficient i que el preu de les accions incorpora tota la informació disponible. Aquesta hipòtesi postula que el mercat es pot trobar en tres nivells d'eficiència:

- Primer nivell, eficiència dèbil, els preus de mercat inclouen tota la informació disponible passada corresponent als preus de mercat.
- Segon Nivell, eficiència semi-forta, els preus de mercat s'ajusten tota la informació disponible pública com poden ser els beneficis empresarials anunciats.
- Tercer nivell, eficiència forta, els preus de mercat inclouen tota la informació pública disponible i què tota la informació privilegiada està també reflectida.

La literatura econòmica és extensa respecte a la discussió entre els defensors de l'EMH i els defensors de l'anàlisi tècnica i fonamental. Els defensors de l'EMH consideren que no es poden aconseguir beneficis de forma continuada per sobre el mercat i els defensors de l'anàlisi tècnica consideren que existeixen ineficiències en el mercat que fan que els preus de les accions segueixin determinats patrons que permeten obtenir beneficis. En darrer lloc, en el cas dels defensors de l'anàlisi fonamental consideren que a vegades el preu de les accions no reflecteixen la seva valoració real i que se'n poden obtenir beneficis d'aquesta diferència donat que segueixen la premissa que a la llarga els preus de les accions convergeixen al seu valor real.

Existeix un nombre elevat d'anàlisis d'estratègies d'inversions. (Park and Irwin, 2004), fan un recull de diversos estudis i conclou que, tot i que certes estratègies donen resultats positius, aquests no són concloents, degut al moment, el mercat o la metodologia utilitzada.

Tot i no ser conclusiu que les estratègies d'anàlisi tècnica tinguin una rendibilitat real, és fàcil trobar un nombre elevat de referències a blogs, pàgines web, articles, manuals i llibres. Consideracions sobre senyals de compra i venda, alguns més fonamentats que altres, en molts casos els resultats positius es deuen a l'anàlisi d'un marc temporal reduït que permet potser per atzar aconseguir beneficis.

En aquest treball la tècnica d'anàlisi utilitzada consistirà a aplicar trading algorítmic per validar dos indicadors que s'emparen en l'anàlisi tècnica. La mitjana mòbil simple i el *Parabolic Stop and Reverse*. A partir d'aquestes dues tècniques estadístiques se seguiran 3 estratègies; el "DMAC", conegut com a creuament dual de mitjanes; la Direcció, que és un indicador propi, i el "PSAR".

Per a la realització d'aquest treball s'utilitzaran les dades de les cotitzacions d'empreses que pertanyien al Dow Jones industrial Average del 2000 al 2020. Les cotitzacions per a escollir el millor model pertanyen al període 2000 a 2015, i per avaluar el correcte ajust del 2016 al 2020.

En aquest treball s'estudiarà si la rendibilitat continua dels dies en què el senyal és alcista, en els indicadors, és millor que la rendibilitat continua els dies en què els indicadors mostren senyal de mercat baixista. comprovant si la millor estratègia del primer període aconsegueix batre el mercat en el segon període.

S'estudiarà també si els paràmetres que són usualment recomanats en els manuals per a aquests indicadors responen amb majors rendibilitats o aquests nombres han estat escollits arbitràriament.

Es valorarà si l'indicador Direcció proposat en aquest treball suposa una millora respecte el DMAC. I finalment s'ha contrastat si els estadístics de contrast del primer període i els del segon guarden una relació monòtona entre ells.

S'analitzarà el nombre d'operacions de compra i venda en funció dels paràmetres dels indicadors, i com la quantitat de moviments afecta la rendibilitat de les estratègies utilitzades a causa de les comissions d'intermediació.

2. Metodologia

2.1. Programari

El treball s'ha fet amb el programari R, versió 4.0.3, mitjançant l'entorn de desenvolupament integrat RStudio, versió 1.3.1093.

I s'han utilitzat les següents llibreries: "base", "corrplot", "datasets", "data.table", "e1071", "ggplot2", "ggribes", "graphics", "grDevices", "gridExtra", "Hmisc", "hrbrthemes", "methods", "quantmod", "scales", "stats", "tidyverse", "TTR", "utils", "viridis", "xtable", "xts", "zoo".

El codi que s'ha fet servir per a la realització del treball és propi i s'ha utilitzat la pàgina web (The R Graph Gallery, 2021) com a suport per a la realització de gràfics. I la funció "corstars", que combina coeficients i nivells de significació s'ha obtingut de la pàgina web (STHDA, 2021)

El codi utilitzat en aquest treball es troba en el següent repositori, ["https://github.com/a5bv/JMR_TFG"](https://github.com/a5bv/JMR_TFG)

2.2. Bases de dades i depuració

Les dades de les cotitzacions de les empreses s'han obtingut de la plataforma Yahoo Finance (Yahoo Finance, 2021). Les dades ofertes pel portal Yahoo Finance poden en un futur patir canvis menors deguts als ajustaments per dividendes i splits o contrasplits, això és a causa del fet que se n'obtenen les dades amb una quantitat limitada de decimals.

Les dades corresponen a les 28 empreses de les 30 que pertanyien al Dow Jones Industrial Average a data 1 de juny del 2020 i que cotitzaven al mercat de valors el dia 3 de gener de 2000. Les dues empreses que pertanyien l'índex a 1 de juny de 2020 i que han estat descartades són DOW Inc (DOW) i Visa Inc (V), perquè aquestes van sortir a borsa en moments posteriors a l'any 2000.

Les dades de les empreses que s'han obtingut corresponen als valors d'obertura, màxim, mínim, tancament, volum i tancament ajustat. Per a la realització del treball s'han utilitzat només els valors màxims, mínims i preus de tancament diaris.

Les dades s'han ajustat amb la funció "adjustOHLC()" de manera que l'efecte que tenen els Splits i contrasplits en els preus de les cotitzacions desapareixen i s'ajusta el preu dels

dividends. La mateixa pàgina de Yahoo Finance ofereix una columna amb els preus ajustats que calcula seguint els criteris de CRSP (CRSP, 2021).

Les dades utilitzades en aquest treball tenen com a marc temporal des del 1999 fins al 2020, amb les següents característiques:

- Les dades del 1999 s'han fet servir per a calcular valors de les estratègies que requereixin dades anteriors. I aquestes no s'analitzaran al llarg del treball.
- Les dades del 2000 al 2015, al llarg dels 16 anys la borsa va obrir durant 4.025 sessions. Les cotitzacions d'aquest període s'han utilitzat per entrenar el model, i s'estudiarà sobre aquestes dades l'efecte de les comissions d'intermediació.
- Les dades del 2016 al 2020, al llarg d'aquests 5 anys la borsa va obrir durant 1.258 sessions, aquestes dades s'han utilitzat per a testejar els millors models obtinguts en les dades d'entrenament.

Les empreses amb les quals s'ha treballat, s'han classificat segons els sectors als quals pertanyen. La classificació s'ha obtingut de la pàgina de Yahoo finance i segueix els criteris del "Global Industry Classification Standard" (MSCI, 2021), que defineix 11 sectors diferents, el Dow Jones Industrial average exclou les empreses públiques i les de transport per a les que existeixen índexs concrets i independents (SPglobal, 2021) . Un cop excloses les empreses que no han cotitzat en el període estudiat queden 8 sectors. Entre parèntesis els seus tíquers.

- Sector de la informació i tecnologia està composta per: Apple (AAPL), Cisco Systems (CSCO), International Business Machines Corporation (IBM), Intel Corporation (INTC), Microsoft Corporation (MSFT)
- Sector dels serveis de comunicació està format per 2 companyies: The Walt Disney Company(DIS) i Verizon Communications (VZ).
- Sector de la salut està composta per 5 empreses: Johnson & Johnson (JNJ), Merck & Co. (MRK), Pfizer (PFE), UnitedHealth Group Incorporated (UNH) i Walgreens Boot Alliance (WBA)
- Sector financer format per 4 empreses: American Express Company (AXP), The Goldman Sachs Group (GS), JPMorgan Chase & Co (JPM) i The Travelers Companies (TRV).
- Sector industrial format per 4 empreses: The Boeing Company (BA), Caterpillar (CAT), 3M Company (MMM), Raytheon Technologies Corporation (RTX).
- Sector energètic compost per 2 empreses: Chevron Corporation(CVX) i Exxon Mobil Corporation(XOM).

- Sector Consum cíclic format per: The Home Depot (HD), McDonald's Corporation (MCD) i NIKE (NKE)
- Sector Consum defensiu compost per: The Coca-Cola Company (KO), The Procter & Gamble Company (PG) i Walmart (WMT).

S'han utilitzat les dades de l'índex Dow Jones (DJI), del que totes les empreses en formaven part l'1 de juny del 2020. Índex que és àmpliament utilitzat com a referència per a comparar rendiments i per analitzar el cicle econòmic.

Per evitar el biaix del supervivent en aquest treball no s'utilitzarà l'índex com a referència, donat que cal esperar que les empreses que l'any 2020 estan a l'índex i que l'any 2000 cotitzaven han tingut un comportament borsari millor que el global d'empreses cotitzades. Això es deu al fet d'escollir les empreses en funció de la seva posició final. Per tal que l'estudi no deixi de ser vàlid, en tot moment es compararà les rendibilitats de les estratègies amb les del mateix valor.

Les estratègies sobre l'índex s'analitzaran com si aquest fos una empresa que cotitza. Aquesta és una assumptió realista donat que existeixen multitud d'ETF's que repliquen l'índex.

Els ETF's també anomenats fons cotitzats, són instruments d'inversió que repliquen el comportament d'un determinat índex de referència. Els ETF's són fons d'inversió que es negocien i es liquiden de la mateixa manera que les accions, permeten la diversificació pròpia d'un fons d'inversió i la flexibilitat que aporten les accions a l'hora de fer i desfer les inversions (BME, 2021).

2.3. Estratègies proposades

En aquest treball s'analitzen 3 estratègies diferents. La decisió de comprar o vendre vindrà determinada pels senyals de cadascuna de les estratègies.

Aquestes estratègies es defineixen a partir de dos indicadors tècnics: la mitjana mòbil simple i el Parabòlic SAR. A partir de la mitjana mòbil simple es realitzen dues tècniques, el Creuament Dual de Mitjanes Mòbils (DMAC) i una tècnica pròpia anomenada "Direcció", que s'explicarà amb més detall posteriorment. I a partir de l'indicador Parabòlic SAR, es consideraran les compres i vendes tal com va estipular J. Welles Wilder (1978) però no es prendran posicions curtes com sí que indica l'autor. La metodologia a partir de la que s'han calculat els senyals de compra i venda es replicarà de manera igual per a les dades del segon període.

2.3.1. La Mitjana Mòbil Simple (SMA)

Les mitjanes mòbils són un instrument que permet suavitzar les fluctuacions d'una sèrie temporal de manera que permeten diferenciar entre els canvis reals de tendència i les fluctuacions aleatòries pròpies de la sèrie. El desavantatge d'aquests instrument és que és un indicador que mostra aquest canvis amb un cert endarreriment.

Existeixen moltes classes de mitjanes mòbils, la simple, la ponderada i l'exponencial en són les més usades. Els usos de totes elles són els mateixos. Les diferències, més enllà del càlcul, rau en la rapidesa amb la qual reaccionen davant els canvis de les cotitzacions i l'efecte que tenen en elles cotitzacions dels períodes més anteriors.

La mitjana mòbil simple és la més usada en l'anàlisi tècnica (Martin, 2014). Es calcula com la mitjana de n preus on el present preu és el darrer. Aquesta es calcula de la següent manera:

| Preu | SMA |
|------|-----|
| 5 | - |
| 6 | - |
| 7 | - |
| 8 | - |
| 6 | 6.4 |
| 4 | 6.2 |
| 3 | 5.6 |

Taula 2.1 : Exemple de càlcul de la mitjana mòbil simple. Elaboració pròpia.

Per al càlcul de la mitjana mòbil simple, de període 5 en l'exemple, calen els 4 preus anteriors i el present i se'n realitza una mitjana aritmètica. Es realitza aquesta operació de forma successiva, de manera que se'n descarta el valor 5 i s'agafa el valor 4, per a calcular la nova mitjana. Cada vegada s'exclou el primer període i s'afegeix el darrer

La fórmula genèrica, seria la següent, on "v" fa referència l'identificador de la cotització, "n" al valor del període i "i" al dia.

$$SMA_{v,n,i} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} p_{v,-i}$$

Per a calcular aquest indicador es requereix l'existència de dades passades, necessita "n-1" dades anteriors a l'actual on "n" és el període de la SMA. Per aquesta raó en la base de dades descarregada de "Yahoo Finance" s'han extret les dades de l'any 1999.

En el cas de Goldman Sachs que té com a primer dia de cotització el 4 de maig de 1999, ens trobem com a conseqüència la impossibilitat de calcular el valor de la mitjana mòbil de període 171 per al primer dia de l'any 2000, i els 2 primers de la mitjana mòbil de període 172 i així successivament fins a no poder calcular els primers 30 valors de la mitjana mòbil de període 200. Una possible solució seria començar a executar la mitjana mòbil el primer dia del qual es disposen dades, el que es descarta donat l'efecte de distorsió que tindria sobre els resultats en comparar amb les mitjanes mòbils d'altres períodes. Així que s'opta per a utilitzar una mitjana mòbil del període més pròxim possible per al qual es tenen dades.

Per a un dels mètodes estudiats a partir de Mitjanes mòbils utilitza les diferències de les mitjanes mòbils per a determinar si cal o no comprar, aquest fet implica la necessitat de tenir calculades les mitjanes mòbils per al dia anterior al que es comença a operar. De manera que el primer valor de la mitjana mòbil de període 170 corresponent al dia 31 de desembre de 1999, quedarà omplerta amb la mitjana mòbil de període 169 d'aquell dia. La Taula 2.2 mostra com s'han calculat les dades mancants per a les que les mitjanes mòbils simples no ha estat possible calcular-ne els valors per falta de dades, amb el procediment explicat anteriorment.

| | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|
| | SMA170 | SMA171 | SMA172 | | SMA170 | SMA171 | SMA172 |
| 31/12/1999 | NA | NA | NA | | SMA169 | SMA169 | SMA169 |
| 3/1/2000 | SMA170 | NA | NA | → | SMA170 | SMA170 | SMA170 |
| 4/1/2000 | SMA170 | SMA171 | NA | | SMA170 | SMA171 | SMA171 |
| 5/1/2000 | SMA170 | SMA171 | SMA172 | | SMA170 | SMA171 | SMA172 |

Taula 2.2: Tractament dades mancants SMA. Elaboració pròpia.

De manera que es passa de la taula de l'esquerra a la taula de la dreta, s'eliminen les dades mancants i així s'obté un valor que altera el mínim possible el desenvolupament de l'estratègia.

2.3.1.1. Creuament Dual de Mitjanes Mòbils (DMAC)

El DMAC consisteix en l'ús de dues mitjanes on es dona un senyal alcista quan la mitjana mòbil curta talla ascendentment una mitjana mòbil de període més llarg. El període alcista acaba quan la mitjana mòbil curta talla descendentment a la de període més llarg. El creuament en direcció contrària al senyal alcista dona lloc a un senyal baixista.

A Internet es troben diverses referències (HAYES, 2021), on el senyal alcista és anomenada “Golden Cross” i el senyal baixista és anomenat “Death Cross”, creuament de la Mort.

El creuament del preu de tancament per sobre de la mitjana mòbil simple és un cas concret del senyal alcista esmentat anteriorment i que s’analitzarà de forma conjunta però amb especial atenció.

La nomenclatura utilitzada per a referir-se a les diverses tècniques és la següent, DMAC_curt_llarg, on curt i llarg seran substituïdes pels corresponents períodes de la mitjana mòbil, i si el període curt és 1, el mateix preu de tancament, aquest s’indicarà amb una c.



Gràfic 2.1: Mitjanes mòbils simples sobre la cotització d’Apple l’any 2001, i senyal de mercat alcista o baixista segons ambdues estratègies. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 2.1 es pot veure a mode d’exemple la cotització ajustada de l’empresa Apple al llarg de l’any 2001. De color groc podem veure la mitjana mòbil simple de període 10 a partir de preus de tancament. De color porpra podem veure la mitjana mòbil de període 20 a preus de tancament.

A la part inferior es poden veure dos gràfics, la primera indicat amb el títol “DMAC_10_20” fa referència als estats en què es troba l’inversor respecte les accions, 1 si les té i 0 si no, per tant quan passa de 0 a 1 és perquè s’ha produït un senyal de compra i quan passa d’1 a 0 és perquè s’ha produït un senyal de venda. En el cas de la “DMAC_10_20” es dona un senyal de compra en el moment en què la mitjana mòbil de període 10 passa de tenir un valor inferior a superior respecte a la mitjana mòbil de període 20 i es dona un senyal de venda quan la mitjana mòbil de període 10 passa a tenir un valor inferior a la mitjana mòbil de període 20.

Indicat amb “DMAC _c_20”, podem veure amb valor 1 quan el preu de tancament és superior a la mitjana mòbil simple de període 20 i amb valor 0 quan el preu de tancament és inferior

Les mitjanes mòbils curtes utilitzades tindran un període des d'1 fins a 50, la SMA 1 coincideix amb el preu de tancament i s'utilitzaran mitjanes mòbils de període llarg des de 3 fins a 200. Les mitjanes mòbils llargues excediran les curtes per una diferència de com a mínim 2 períodes. En total s'han realitzat 8.675 combinacions de paràmetres per a cada valor.

Com podem comprovar en el gràfic superior, i es confirmarà posteriorment, l'ús de mitjanes mòbils més llargues en general comporta una menor quantitat de senyals. L'ús de mitjanes mòbils més curtes comporta una major quantitat de senyals, però aquestes en general es donen amb més rapidesa. Una quantitat molt elevada de senyals implica una pèrdua en forma de comissions que a la llarga pot resultar contraproductiu.

Si observem l'exemple, amb una mateixa mitjana mòbil llarga es passa de 5 senyals de compra a 15, si emparem els preus de tancament o la mitjana mòbil curta.



Gràfic 2.2: Mitjanes mòbils simples sobre cotització Apple l'any 2001, i rendibilitat acumulada d'ambdues estratègies. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 2.2 es pot veure a la part inferior les rendibilitats logarítmiques acumulades obtingudes sense comissions per a les dues estratègies anteriorment explicades en aquest apartat. Com es pot observar amb facilitat els períodes en què no es tenen accions corresponen als períodes en què la rendibilitat logarítmica acumulada no canvia.

De color verd podem veure les rendibilitats logarítmiques acumulades de l'acció d'Apple, amb la que comparem la rendibilitat de les estratègies dutes a terme. De color groc podem veure la rendibilitat acumulada de seguir l'estratègia abans esmentada del Creuament Dual de les Mitjanes Mòbils simples de períodes 10 i 20. De color porpra podem veure la rendibilitat acumulada de la mateixa estratègia però amb paràmetres 1 i 20, essent 1 els preus de tancament. Com podem veure per a l'acció d'Apple al llarg de l'any 2001 ambdues estratègies han tingut una rendibilitat inferior a la pròpia acció d'Apple.

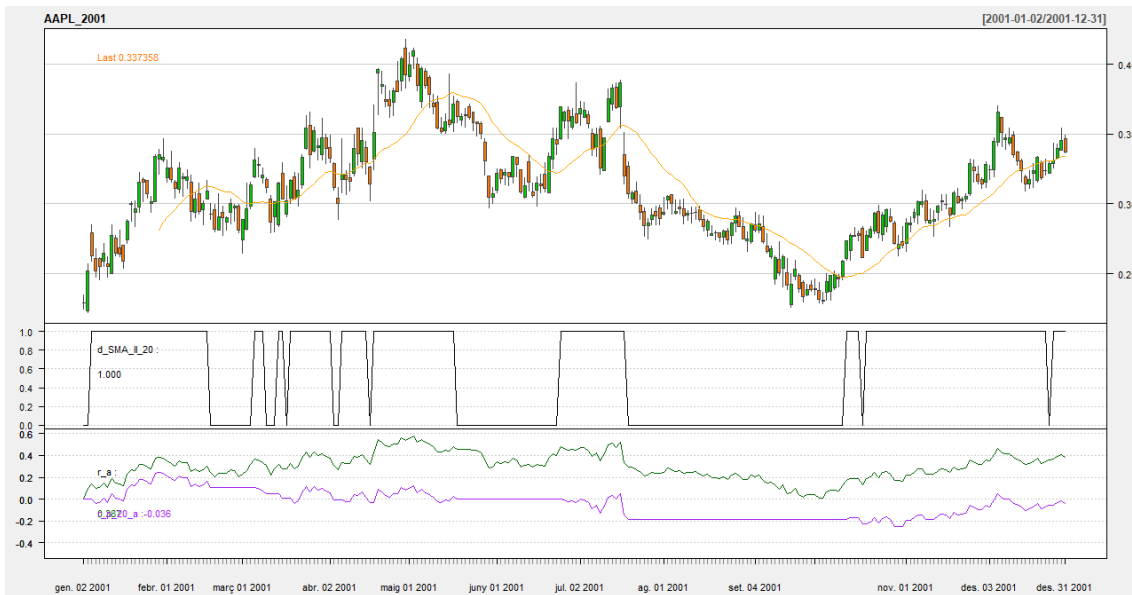
Caldria, però en aquest cas tenir en compte que l'estratègia amb paràmetres 10-20 ha tingut 5 operacions de compra i 5 de venda i que l'estratègia amb paràmetres c-20 ha tingut 15 operacions tant de compra com de venda. I en aquest exemple les possibles comissions no s'han tingut en compte.

Tal com havíem comentat abans també podem observar que l'estratègia amb paràmetres c-20 en ser més sensible registra més operacions. Dues d'aquestes són molt exemplificants per a entendre el que es coneix com a senyals falsos. Si s'observa el període de setembre es pot veure que l'estratègia amb paràmetres 10-20 dona de forma continuada un senyal de seguir fora del mercat en canvi amb els paràmetres c-20 fa 3 operacions de compra i les seves corresponents vendes i aquestes 3 resulten tenir una rendibilitat negativa. Per al que podem considerar que aquests senyals eren soroll i l'estratègia c-20 a diferència de la 10-20 no ha estat capaç d'evitar-les.

2.3.1.2. Direcció

Aquesta estratègia pren com a base fer el contrari d'un dels principis majors de l'estratègia amb mitjanes mòbils (Martin,2014,pg211) que consisteix a prendre com a referència l'increment o decrement del valor de la SMA en comptes del seu creuament amb una altra Mitjana mòbil de període diferent. Aquesta estratègia pretén utilitzar la mitjana mòbil com a indicador suavitzat de la direcció real de les cotitzacions i veure si l'endarreriment amb la que es donen els senyals no és un perjudici prou gran

Els períodes de les mitjanes mòbils analitzades per als 28 valors i l'índex en aquesta tècnica van del 3 al 200.



Gràfic 2.3: Mitjana mòbil simple sobre la cotització d'Apple l'any 2001, períodes de mercat alcista o baixista, i rendibilitat acumulada. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 2.3 es pot veure a la part superior la cotització ajustada d'Apple l'any 2001 amb la seva mitjana mòbil simple de període 20. A la franja intermèdia podem veure els dies en els quals a tancament es tenen les accions i els que no, que corresponen als dies en el fet que la SMA simple de període 20 creix i decreix respectivament. En aquest cas es realitzen 10 operacions de compra i 9 de venda.

En l'última franja del Gràfic 2.3 es pot veure la rendibilitat contínua acumulada de l'estratègia en porpra i la rendibilitat logarítmica acumulada de l'acció en verd. Com es pot observar el rendiment és inferior i el balanç al llarg de l'any 2001 negatiu.

2.3.2. Parabòlic Stop and Reverse (P SAR)

Aquest indicador és utilitzat en anàlisi tècnica per a detectar canvis de tendència en la direcció del preu. El P. SAR és un indicador desenvolupat per J.Welles Wilder (J. Welles Wilder, 1978).

És un indicador que utilitza els màxims i mínims diaris, que considera que el mercat sempre és alcista o baixista, sense posició intermèdia i a més utilitza dos paràmetres, l'acceleració i l'acceleració màxima.

Quan la tendència és alcista l'indicador retorna uns valors que són els mínims a trencar per a considerar que ha canviat la tendència, i quan és baixista indica quin són els valors màxims a trencar per a considerar que s'ha trencat la tendència. Els valors del SAR es generen de la següent manera.

$$\text{Alcista : } SAR_{i+1} = SAR_i + \text{accel}(\text{Max} - SAR_i)$$

$$\text{Baixista : } SAR_{i+1} = SAR_i - \text{accel}(\text{Min} - SAR_i)$$

En el moment que hi ha hagut un canvi de tendència el valor del SAR correspon al màxim registrat en l'anterior període en cas que comenci una tendència baixista: i del mínim registrat en l'última tendència en cas que comenci una tendència alcista. El valor inicial d'accel, és el paràmetre d'acceleració.

El canvi de tendència es produeix quan el màxim o el mínim diari sobrepassa el valor establert el dia anterior de l'indicador SAR. El valor del SAR és per tant la quantia a superar per a canviar de tendència.

Cada cop que es registra un nou màxim, o mínim, des de l'inici de la tendència "accel" passa a valdre el valor que tenia anteriorment més el paràmetre d'acceleració, i aquest valor pot prendre com a màxim el valor d'acceleració màxima.

I el valor Max i Min s'actualitzen cada vegada que es registra un nou màxim o un nou mínim.

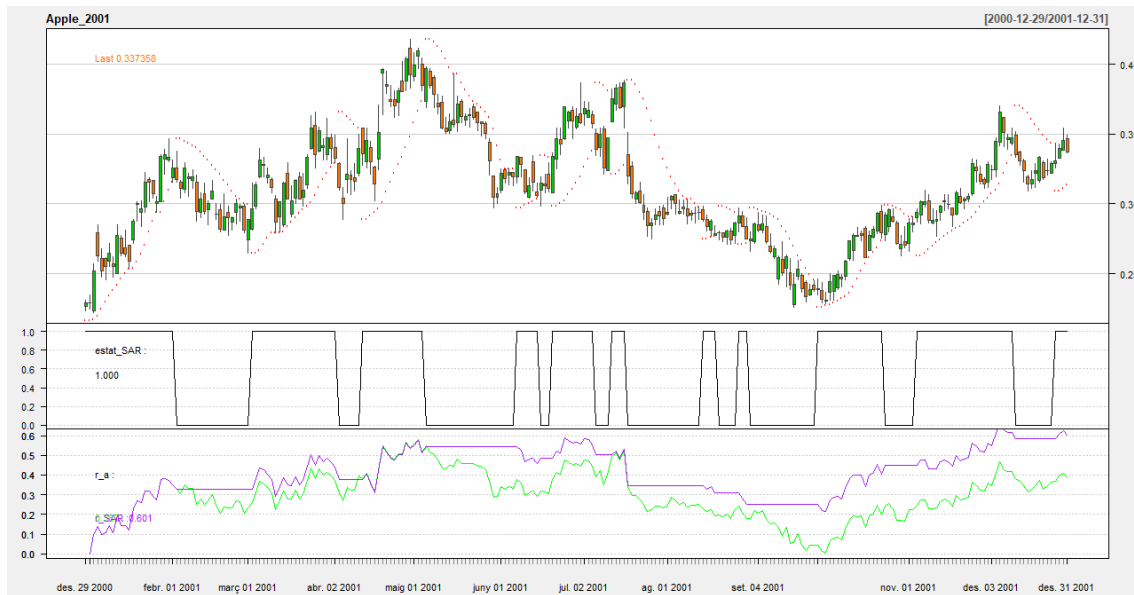
En aquest estudi els paràmetres que s'han utilitzat són:

- Per al paràmetre d'acceleració de 0,002 fins a 0,04, en intervals de 0,002.
- Els paràmetres d'acceleració màxims que s'han seleccionat en funció del paràmetre d'acceleració multiplicant-lo per valors d'entre 1 i 22.

En total s'han realitzat 440 combinacions de paràmetres per a cadascuna de les 28 accions i l'índex. J.Welles Wilder defineix el paràmetre òptim d'acceleració en 0,02 i el paràmetre d'acceleració màxima en 0,2.

Posteriorment com es comentarà amb més detall en els resultats s'eliminaran tots aquells paràmetres d'acceleració màxima compresos entre les 19 i 22 vegades del paràmetre d'acceleració ambdós inclosos

Aquesta eliminació es realitza perquè el paràmetre d'acceleració màxima no suposa cap diferència per al primer període de 16 anys per a cap dels valors. De manera que es considera que l'efecte d'aquesta eliminació tindrà uns efectes mínims de cara a una possible eliminació de la millor combinació de paràmetres.



Gràfic 2.4: P-SAR sobre la cotització d'Apple l'any 2001, períodes de mercat alcista o baixista, i rendibilitat acumulada. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 2.4 es veu a la part superior les cotitzacions d'Apple ajustades de l'any 2001 i el valor del PSAR. Per a aquest exemple s'ha agafat com a paràmetre d'acceleració 0,02 i com a paràmetre d'acceleració màxima 0,2. En la segona secció del gràfic es poden veure els moments en els quals segons aquesta estratègia es tindrien accions, amb valor 1, que corresponen a uns valors de l'indicador SAR per sota de les cotitzacions, i on el valor de l'indicador SAR s'incrementa de forma diària. I amb valor 0 correspon a quan no es tenen accions i el valor de l'indicador SAR es troba per sobre dels preus màxims.

En la tercera secció del Gràfic 2.4 es poden veure les rendibilitats contínues acumulades al seguir l'estratègia a partir de l'indicador SAR, de color porpra i en color verd les rendibilitats acumulades de l'acció. Al llarg de l'any s'haurien dut a terme 10 operacions de compra i 10 operacions de venda, sense tenir en compte que comença i acaba situant-se dins del mercat i caldria computar una compra el primer dia i una venda l'últim dia del període.

Com es pot veure per aquest període l'estratègia utilitzada aconsegueix una rendibilitat superior que la de l'acció.

2.3.2.1. La convergència del P-SAR

J. Wells Wilder en l'obra en la qual publica aquesta tècnica realitza la següent pregunta, "On s'hauria de començar a operar amb aquest sistema? Donat que cada punt d'entrada és un revers d'una operació anterior, on comença la primera operació?"

L'autor com a solució proposa dues solucions en funció de la situació del mercat, en cas que el mercat sigui alcista proposa agafar el mínim d'aquesta tendència i utilitzar-lo com a primer valor del SAR i operar a partir d'aquest punt. En cas que la tendència sigui baixista proposa endarrerir l'entrada fins a l'última tendència alcista de manera que l'indicador entre el punt escollit i el punt d'entrada desitjat tingui un punt d'inversió.

Com que en aquest treball s'han provat 20 paràmetres d'acceleració diferents per a 29 cotitzacions diferents, analitzar els 29 gràfics diferents i garantir que el punt d'inici és el correcte requeriria una anàlisi manual de com a mínim 580 gràfics diferents. Si es tenen en compte els diferents paràmetres d'acceleració màxima el nombre de diferents possibles gràfics seria de 12760.

Una tasca que requereix la cerca d'alternatives per a determinar el punt inicial. Per altra banda determinar el punt inicial de la tendència de manera manual implica un grau de subjectivitat en la presa d'aquesta decisió que podria alterar els resultats finals de l'estudi i no el faria reproduïble.

La implementació de la funció que determina els valors de l'indicador SAR, es troben en el paquet "TTR", aquesta funció assigna de forma arbitrària una tendència alcista a l'inici del període i utilitza els dies següents al primer per a determinar-ne el valor d'inici de l'indicador a partir de la desviació estàndard de la sèrie històrica (Ulrich, 2021).

S'ha valorat la possibilitat d'un criteri inicial alternatiu consistent en l'inici de la sèrie històrica en un període prou anterior com per a que independentment del dia escollit el valor del indicador SAR sigui el mateix.

Això es possible perquè aquest indicador canvia de direcció amb molta sensibilitat quan es produeixen cotitzacions extremes. S'ha realitzat en aquest treball una prova per a valorar si és possible o no iniciar l'operativa en un període prou anterior com per a que de ser-ho encara més anterior no tingués efecte aquesta decisió. Es comprova que de realitzar l'inici de l'operativa en moments diferents, els valors de l'indicador convergeixen. Aquesta convergència es dona quan el dia en que l'indicador canvia de direcció per a ambdues sèries començades el mateix dia el valor més extrem de la cotització en l'última tendència es el mateix.

Aquesta comprovació es realitza de forma pràctica de la següent manera.

S'agafa de manera aleatòria dos dies entre els primers 450 disponibles de la sèrie històrica que comença el 1999. Es calculen els valors de l'indicador SAR amb els mateixos paràmetres amb els dos dies d'inici diferents, i es comprova quants dies tarden les dues sèries a convergir, i es mesuren els dies des de l'inici de la sèrie que comença posteriorment. Es realitzen 500 proves per a cadascun dels 29 valors, en total 14500

proves per a cada combinació de paràmetres. Les combinacions de paràmetres escollides corresponen als valors extrems de l'estudi i a la combinació de paràmetres acceleració 0.02 i acceleració màxima 0.2 proposades per J. Wells Wilder.

| Min | 1Q | Mediana | Mitjana | 3Q | Max | accel | max_accel |
|-----|-----|---------|---------|------|------|-------|-----------|
| 1 | 13 | 21 | 26.215 | 35 | 142 | 0.020 | 0.2000 |
| 1 | 301 | 559 | 787.203 | 1063 | 2222 | 0.002 | 0.0020 |
| 1 | 69 | 121 | 150.405 | 196 | 595 | 0.002 | 0.0044 |
| 1 | 22 | 35 | 39.567 | 52 | 194 | 0.040 | 0.0400 |
| 1 | 8 | 13 | 16.093 | 21 | 95 | 0.040 | 0.8800 |

Taula 2.3 : Dies necessaris per assolir valors coincidents en funció dels paràmetres del SAR. Elaboració pròpia.

En la Taula 2.3 es poden veure diferents estadístics dels dies que han tardat a coincidir els valors SAR amb diferents paràmetres. Els diferents paràmetres que s'han provat corresponen als valors extrems i a la combinació de paràmetres que J.J. Wilder va proposar.

Com es pot veure en totes les simulacions la sèrie ha convergit, en aquelles que els paràmetres eren més elevats el nombre de canvis de direcció de l'indicador és superior i la sensibilitat als canvis també es major, això provoca que per a paràmetres elevats es produeixi una convergència més ràpida.

Donat que per a la combinació de paràmetres amb un menor grau d'acceleració i una acceleració màxima limitada al màxim el 25% de simulacions tarden a convergir més de 1000 dies i això representaria que calen més de 4 anys de valors. Es descarta per a aquest estudi aquesta opció.

Existeix altrament, la possibilitat de modificar la funció per assignar com a primer mínim i punt d'inici del SAR el mínim del dia anterior, aquesta solució l'aporta un usuari a la pàgina web (Stack Overflow, 2021). En la discussió entre els dos usuaris que hi participen parlen sobre l'existència del biaix, com aquest és molt gran en cas que la quantitat de dades disponible sigui reduït i s'aporta una modificació del codi de la funció SAR, del Paquet TTR per tal que el punt d'inici no depengui de dades futures.

Aquesta solució tot i no utilitzar dades futures, presenta la mateixa problemàtica que la funció per defecte del paquet TTR pel que fa a considerar el mercat alcista o baixista.

Per a la realització d'aquest treball finalment s'ha considerat que la diferència entre utilitzar o no la funció per defecte del paquet TTR és mínima. Per tant s'ha utilitzat la funció per defecte del paquet "TTR" i com a dia d'inici el primer dia en què el mercat va obrir l'any 2000 considerant un mercat alcista.

Per a estudis on s'utilitzi el SAR com a indicador i els dos paràmetres a estudiar tinguin uns paràmetres d'acceleració elevats, si la sèrie històrica existeix, inicialitzar els valors del SAR en un període suficientment anterior és el mètode més encertat que no utilitza la valoració subjectiva de l'inversor.

2.4. Anàlisi de dades

2.4.1. Anàlisi de les cotitzacions

Per a elaborar l'anàlisi estadística de les cotitzacions s'han transformat les sèries històriques prenent tots els valors com a base el dia 3 de gener de l'any 2000 primer dia de la sèrie que s'analitza amb valor 1. En els gràfics l'escala és logarítmica de base 2, per a poder interpretar amb facilitat quàntes vegades han duplicat les accions el seu valor.

La resta d'anàlisis realitzats en el treball s'han realitzat a partir de les rendibilitats contínues.

Les rendibilitats contínues es calculen de la següent manera:

$$r_i = \ln\left(\frac{P_i}{P_{i-1}}\right) = \ln(P_i) - \ln(P_{i-1})$$

Els estadístics principals de les rendibilitats contínues dels valors estudiats són: La mitjana, la mediana, la desviació típica, l'asimetria, la curtosi i la rendibilitat composta anual. Que s'ha calculat de la següent manera:

$$R_{ca} = e^{r_m} - 1$$

On "ca" fan referència a composta anual i "m" fa referència al nombre de dies que té un any, que s'ha calculat dividint el nombre total de dies de l'estudi entre 21, que són els anys estudiats. Aquesta rendibilitat s'ha calculat per a tenir una valoració més intuïtiva i facilitar-ne la interpretació al lector.

2.4.2. Anàlisi de les estratègies

Per a totes les estratègies la metodologia de compravenda serà la mateixa. Si l'indicador que se segueix indica compra, es compraran accions i aquestes es mantindran fins que

l'indicador assenyali que s'ha de vendre, i durant el període baixista no es prendran accions prestades.

A tancament de les cotitzacions, es prendran els preus de tancament el màxim i el mínim de la sessió i es determinaran els preus de tancament o màxims i mínims a superar per tal de realitzar-se una compra o venda en la subhasta de tancament del següent dia.

Si al llarg de la sessió se superen els límits establerts el dia anterior, en la subhasta de tancament es vendran la totalitat d'accions o es compraran accions per la totalitat del capital en una ordre de mercat, de manera que aquesta s'executarà íntegrament a preu de tancament.

D'aquesta manera un inversor només hauria de comprovar la seva operativa una vegada al dia.

Seguir aquesta operativa permet reduir el màxim possible el temps que ha de dedicar l'inversor. Aquesta operativa és similar a la proposada en altres estudis, com Metghalchi, Marcucci & Chang (2012), que analitzen si 5 minuts abans del tancament del mercat se supera en un 1% l'indicador corresponent i es decideix aleshores efectuar l'operació de compra o venda si així ho indica, en el cas d'aquest treball s'utilitza la simplificació explicada anteriorment.

Donat que el treball està realitzat amb dades ja existents, a diferència de la realitat a la qual s'ha d'enfrontar un inversor, per a la simplificació del treball no s'han calculat dia a dia els valors teòrics que generarien el senyal de compra o venda sinó que aquestes s'han calculat amb les dades del següent dia. Fet que en simplifica els càlculs però no canvia en absolut els resultats que hauria obtingut un inversor respecte aquest treball.

En aquest treball s'han realitzat diverses hipòtesis per al que fa a la rendibilitat de les estratègies aplicada a les dades.

La hipòtesi principal d'aquest treball consisteix a determinar si a partir de les 3 estratègies és possible aconseguir rendibilitats o si aquestes estratègies no aporten valor.

A part d'aquesta hipòtesi, se n'han valorat 4 més, que són les següents:

- Si l'indicador proposat en aquest treball, la Direcció, aconsegueix un millor rendiment que el DMAC.
- Si els paràmetres que usualment s'utilitzen per a realitzar les mitjanes mòbils tenen un millor comportament que la resta de paràmetres estudiats. I si la combinació de paràmetres del parabòlic SAR proposada pel creador del mètode és superior a la resta.

- Si existeix correlació entre el comportament de les combinacions de paràmetres en els dos períodes, estudiat per a cada valor.

Per a la validació de les hipòtesis s'ha treballat amb les rendibilitats contínues de les accions i s'ha considerat que una estratègia és bona en cas que aquesta presenti una rendibilitat continua mitjana superior en els dies que es tenen accions que quan aquestes no es tenen.

$$\bar{r}_a = \frac{1}{\sum_{i=2}^n f_{i-1}} \sum_{i=2}^n r_i \cdot f_{i-1}$$

$$\bar{r}_b = \frac{1}{\sum_{i=2}^n (1 - f_{i-1})} \sum_{i=2}^n r_i \cdot (1 - f_{i-1})$$

On “ f_i ” és la funció que ens indica si aquell dia, quan el mercat ha tancat, es tenen o no es tenen accions i “ r ” el vector que compte les rendibilitats contínues diàries.

Es penalitzarà cada compra i cada venda, en concepte de costos de transacció, a partir de la informació proporcionada per DEGIRO (DEGIRO, 2021). Aquesta informa del preu mitjà dels competidors i proporciona els preus dels competidors i la mitjana d'aquests. Per a la realització del càlcul de comissió es prenen els 7 valors de les empreses competidores i el de DEGIRO, la mitjana de comissió per transacció per a una operació de 10.000€ en accions del NASDAQ o NYSE és de 25,27€.

El portal DEGIRO també ofereix les comissions de 7 empreses competidores per a la compra d'un ETF de fora d'Espanya, com que la diferència és reduïda es prendran els mateixos costos de transacció per a tot tipus d'operacions.

La comissió que s'ha utilitzat per a la realització d'aquest treball correspon al 0,2527%, que en termes de rendibilitats logarítmiques correspon a -0,002530198, que es tindrà en compte per a cada compra o venda.

S'ha calculat el nombre total d'operacions i multiplicat pel valor de la comissió i es dividirà entre el nombre de dies en què s'han tingut les accions, de manera que la rendibilitat mitjana quedarà expressada de la següent manera.

$$\bar{r}_{ac} = \bar{r}_a + \frac{d \cdot c}{\sum_{i=2}^n f_{i-1}} ; d = \sum_{i=2}^n [f_i \cdot (1 - f_{i-1}) + (1 - f_i) \cdot (f_{i-1})]$$

2.4.2.1. Primera hipòtesi, validesa de les 3 estratègies

La primera hipòtesi que s'ha contrastat en aquest treball correspon a la idoneïtat d'escollir una de les 3 estratègies plantejades per a invertir. Considerant que una estratègia bona aconseguix que les rendibilitats dels dies en què es tenen accions és superior a la rendibilitat dels dies en què no es tenen accions

Un cop s'han tingut en compte les comissions d'intermediació la hipòtesi a contrastar és la següent:

$$\begin{aligned} H_0 &: \bar{r}_{ac} - \bar{r}_b = 0 \\ H_a &: \bar{r}_{ac} - \bar{r}_b > 0 \end{aligned}$$

La hipòtesi nul·la és que la rendibilitat continua dels dies en què es tenen accions i dels dies en què no es tenen és la mateixa, i la hipòtesi alternativa és que la rendibilitat continua dels dies en què es tenen accions és superior a la dels dies que no es tenen.

En incloure les comissions d'intermediació la hipòtesi nul·la passa a ser que la rendibilitat mitjana els dies en què es tenen accions minorant les comissions és igual a la rendibilitat contínua els dies en què no es tenen accions. I la hipòtesi nul·la que la rendibilitat continua els dies en què es tenen accions minorant les comissions és superior a la rendibilitat contínua els dies en què no es tenen accions.

Es calcularà la validesa de la hipòtesi tant per a les rendibilitats contínues amb comissions com sense. L'estadístic de contrast que s'ha fet servir és la t-test de Welch's, seguint la metodologia utilitzada en altres estudis com Metghalchi, Marcucci & Chang (2012), o Pätäri & Vilska (2014)

$$t = \frac{\bar{r}_a - \bar{r}_b}{\sqrt{\frac{\text{Var}(a)}{N_a} + \frac{\text{Var}(b)}{N_b}}}; \quad t = \frac{\bar{r}_{ac} - \bar{r}_b}{\sqrt{\frac{\text{Var}(a)}{N_a} + \frac{\text{Var}(b)}{N_b}}}$$

On "Var(a)" i "Var(b)", es refereixen a la variabilitat dels dies en què es tenen accions i dels dies en què no respectivament i "N_a" i "N_b" els dies en què es tenen i no es tenen accions respectivament.

Per al que fa a les dades mancants en el càlcul de l'estadístic t. No s'ha donat el cas per a cap combinació de paràmetres del primer període, en canvi en calcular l'estadístic t per a les dades del backtest sí que existeix la impossibilitat de calcular alguns valors. Aquesta impossibilitat ve donada en uns casos per un senyal continu de compra i en altres casos perquè al llarg de tot el període només en un dia no s'han tingut accions i no és possible calcular-ne la variabilitat.

En l'Annex 9.1 s'adjunta un llistat de totes les combinacions de paràmetres per a tots els valors per als quals no ha estat possible calcular l'estadístic t, totes les combinacions que no ha estat possible calcular els valors han estat excloses.

Per a considerar que una de les 3 tècniques estudiades funciona per a un determinat valor s'ha observat el p-valor obtingut en el backtest de la millor estratègia del primer període, donat que s'ha treballat amb 28 empreses i l'índex per a considerar que es rebutja la hipòtesi nul·la s'ha ajustat el nivell alpha del 5%, amb el mètode de Bonferroni.

De manera addicional a aquests valors obtinguts, s'ha calculat la posició relativa de l'estadístic t del segon període temporal obtingut per a la millor combinació de paràmetres del primer període. Aquest indicador ens mostra quina proporció de la resta de paràmetres calculats han obtingut una major valor de l'estadístic t.

La manera com s'ha calculat ha estat la següent:

- S'han calculat tots els estadístics t, del segon període ajustats per comissions.
- S'han exclòs tots aquells valors per als que no ha estat possible calcular l'estadístic t, tal com està explicat en l'annex 9.1.
- S'ha assignat un valor d'ordre, calculant el rang dels oposats dels valors t obtinguts, amb la funció "Frank" del programari r, amb el mètode per corregir empats "average".
- S'ha sostret 1 del valor obtingut com també del nombre total de combinacions de paràmetres que no han estat nul·les. I se n'ha realitzat el quocient.

L'ús d'aquesta metodologia, permet que si la millor estratègia ho és per als dos períodes el valor del rang relatiu sigui 0, i si la millor estratègia del primer és la pitjor en el segon obtingui el valor 1. De manera que el valor obtingut com a Rang Relatiu representa la proporció d'estratègies que s'han comportat millor que la triada.

2.4.2.2. Validesa de l'estratègia proposada Direcció

La segona hipòtesi d'aquest treball consisteix a validar si l'estratègia proposada Direcció que es realitza a partir de les mitjanes mòbils simples aconseguix una millora respecte al DMAC, donat que la Direcció és una variació d'aquesta.

Es considerarà que l'estratègia Direcció amb un determinat paràmetre és una modificació del DMAC amb el mateix paràmetre per a la mitjana mòbil de període llarg. D'aquesta manera es considerarà que cada DMAC amb una determinada mitjana mòbil simple i per a la Direcció de paràmetres equivalents com un experiment de Bernoulli

amb dos possibles resultats, el valor de l'estadístic t associat a la Direcció és superior a la mediana dels valors t del DMAC.

D'aquesta manera es considerarà un èxit si l'indicador dir supera a més de la meitat dels indicadors del DMAC amb paràmetres equivalents.

$$H_0 : t_{dir} = mediana(t_{DMAC})$$

$$H_a : t_{dir} > mediana(t_{DMAC})$$

Per a la realització d'aquesta hipòtesi s'ha considerat l'índex com una empresa més.

2.4.2.3. Paràmetres recomanats

La tercera hipòtesi que s'ha contrastat en aquest treball consisteix a determinar si els paràmetres que usualment es recomanen són millors que la resta de paràmetres.

Els paràmetres que són utilitzats com a representatius són; per al DMAC i les seves mitjanes curtes, el preu de tancament, 5, 10, 20; per a les mitjanes llargues del DMAC, 50, 100, 150 i 200 Pätäri & Vilska (2014). Per al P-SAR s'ha avaluat si la combinació de paràmetres proposada pel creador del mètode que correspon a un paràmetre d'acceleració de 0,02 i un paràmetre d'acceleració màxim de 0,2 és millor que a la resta de combinacions de paràmetres estudiades.

La hipòtesi nul·la és que els paràmetres esmentats tenen la mateixa rendibilitat que la resta i la hipòtesi alternativa és que els paràmetres esmentats tenen una major rendibilitat que el conjunt de paràmetres.

Per a validar aquesta hipòtesi s'ha utilitzat la mateixa metodologia que en la hipòtesi formulada anteriorment, en aquest cas sí que es corregirà el nivell alpha amb el mètode de Bonferroni. I es considerarà cada empresa com un experiment diferent.

$$H_0 : t_{x_v} = mediana(t_x)$$

$$H_a : t_{x_v} > mediana(t_x)$$

On "x" fa referència a la tècnica utilitzada i "v" a alguna de les combinacions de paràmetres que es contrasta.

2.4.2.4. *Manteniment de la idoneïtat dels paràmetres*

La quarta hipòtesi d'aquest treball consisteix a valorar si de forma general per a cada acció i per a l'índex en els dos períodes temporals existeix correlació amb els valors t obtinguts.

Aquesta hipòtesi és d'especial interès per a l'inversor donat que en cas que existeixi una forta correlació entre els dos períodes temporals permet a un inversor confiar més en les dades que disposa per a fer inversions futures i en cas d'existir una forta correlació negativa indicaria que la troballa d'uns paràmetres que han estat de molta utilitat en un període temporal no seran una tria fiable de cara a invertir en un futur.

La hipòtesi nul·la queda definida com la no existència de correlació entre la significació dels paràmetres entre els dos períodes i la hipòtesi alternativa com a l'existència de correlació entre els dos períodes.

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_a : \rho \neq 0$$

El nivell alpha del 5% s'ha ajustat amb el mètode de Bonferroni donat que s'estan realitzant simultàniament 87 proves, corresponents a 29 proves per cadascun dels 3 mètodes.

2.5. *Limitacions del treball*

Aquest estudi simplifica alguns aspectes de la realitat al que ha de fer front un inversor. Aquestes limitacions cal tenir-les en compte a l'hora d'interpretar els resultats.

En la realització del treball s'ha suposat que es reinverteix la totalitat del capital, aquesta suposició té una limitació quant a l'exactitud de la compra, donat que s'ha suposat que es poden comprar decimals d'accions.

A l'hora de quantificar les comissions d'intermediació el valor que s'ha calculat són comissions variables en funció del capital, no s'han tingut en compte les comissions fixes ni les comissions per manteniment de compte. Aquestes comissions són importants quan l'inversor inverteix quantitats reduïdes.

Les dades de les cotitzacions utilitzades en aquest estudi estan ajustades, els ajustos produïts per l'efecte dels Splits i Contrasplits no generen per a l'inversor cap problema més enllà d'haver de comprar o vendre algun dret per a tal d'ajustar-se als múltiples d'aquesta. Com per exemple podria passar si per cada dues accions se'n passen a tenir

tres, seria un problema si l'inversor tingués un nombre senar d'accions, aquest efecte, però es pot considerar irrellevant.

Els dos ajustos que es produeixen en els preus de les accions i que sí que resulten problemàtics vénen derivats de les ampliacions de capital i del pagament de dividendes.

Les ampliacions de capital suposen un desemborsament de capital per part de l'inversor, aquest fet altera totalment l'operativa seguida al llarg del treball, ja que se suposa que l'inversor reinverteix la totalitat del seu capital en cada operació de manera que en cas que es produeixi una ampliació de capital caldria que l'inversor aportes el capital necessari, vengués una part dels drets o la seva totalitat. En el primer cas caldria una aportació de capital prevista i en els altres dos com a mínim s'haurien de tenir en compte les possibles comissions d'intermediació. Aquest efecte distorsionador, però per a un període llarg com l'estudiat en aquest treball no és important donat que les ampliacions de capital no són una operació freqüent.

El pagament de dividendes sí que suposa una problemàtica major a l'hora d'avaluar de forma realista els canvis en les accions. No ajustar les cotitzacions significaria que cada vegada que les empreses efectuïn el pagament dels dividendes les seves cotitzacions es vegin afectades de manera arbitrària. Aquests pagaments es descompten de les cotitzacions i això impacta de forma negativa a la rendibilitat real de l'inversor.

Per altra banda però, utilitzar l'ajust que s'ha fet servir en aquest treball comporta altres problemes. En primer lloc se suposa que l'inversor reinverteix aquests fluxos de capital en més accions en el moment en què es descompte, però el dividend no es cobra en aquell moment i no que aquest es cobra més tard, aquest fet requereix que l'inversor utilitzi un capital extra.

En segon lloc pel que fa a la quantitat en l'ajust de dividendes no es tenen en compte les comissions d'intermediació d'aquests, i en aquest cas les comissions fixes sí que solen representar una part important del dividend.

I en tercer lloc el cobrament de dividendes està subjecte a una retenció impositiva del 19% a Espanya.

L'amortització d'accions pròpies per part de l'empresa, com a forma indirecta de retribució a l'accionista, no té cap efecte en l'anàlisi tècnica ni en aquest estudi, i per tant no en suposa una limitació. Aquesta és una forma de retribució a l'accionista més comú als Estats Units que no pas a Espanya. No es produeixen efectes perquè no s'altera de forma immediata la cotització de l'empresa, en canvia el valor per acció, però aquesta anàlisi correspon a l'anàlisi fonamental.

Pel que fa a la compravenda d'accions, existeix una inexactitud que correspon al ja esmentat abans, a la retenció en concepte d'IRPF, aquesta és igual que la retenció dels dividends que es paguen en metàl·lic.

Cal tenir en compte que les retencions d'IRPF, es compensen a posteriori a les operacions que han generat pèrdues. Qualsevol inversor que vulgui replicar les compravendes d'algun sistema com els explicats en aquest estudi o creat per ell mateix cal que tingui present la necessitat de reservar una part del capital per a poder realitzar les operacions de compravenda amb la liquiditat suficient.

L'altra limitació d'aquest treball rau en la tria de les empreses estudiades, aquestes empreses han estat escollides a posteriori. Són les integrants de l'Índex Dow Jones 20 anys després de l'inici del període, de manera que les empreses que han estat escollides tenen un biaix, pel que fa al seu creixement. Aquest biaix s'anomena biaix del supervivent, és per això que els resultats de l'anàlisi d'una estratègia no es poden comparar amb els de l'índex. Perquè la probabilitat d'obtenir millors resultats és més alta que si s'haguessin agafat valors aleatoris a l'inici del període.

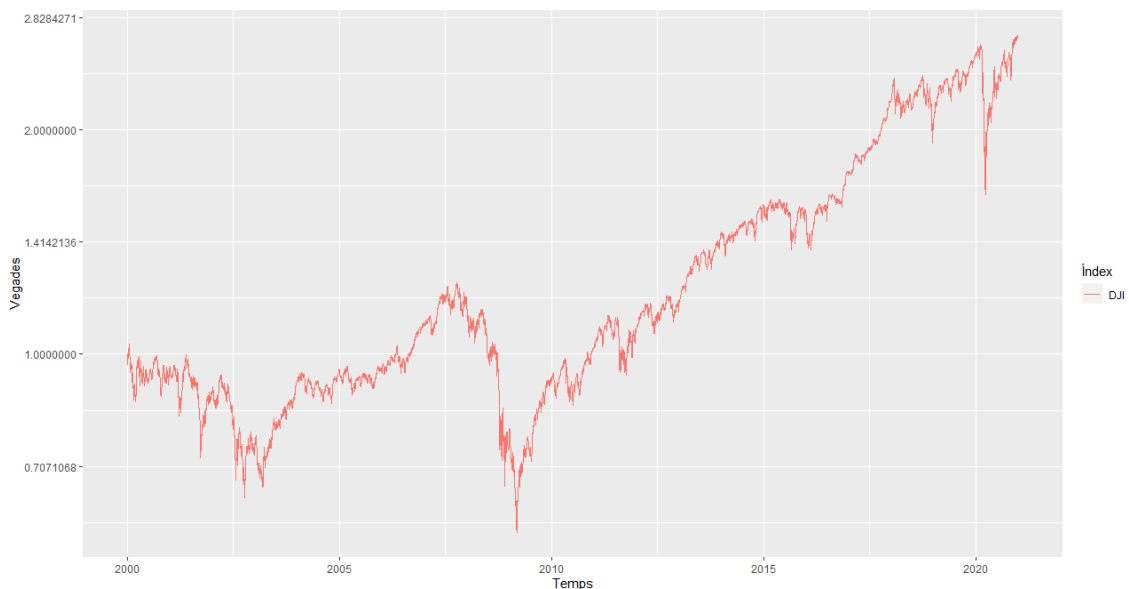
Cal per tant tenir en compte que la validació es realitza sobre valors de caràcter alcista i no representatius del mercat. Excepte els resultats obtinguts sobre el mateix índex que sí que són representatives donat que l'índex és actualment un referent i també ho era al principi del període analitzat.

3. Anàlisi de les cotitzacions

El període estudiat comprèn 21 anys, en el que hi ha hagut 5283 sessions, a partir d'aquí s'han obtingut 5282 rendibilitats contínues per a cadascuna de les 28 empreses i l'índex.

El període estudiat comprèn des de l'any 2000 al 2020, ambdós inclosos. L'extensió del període permet que l'anàlisi duta a terme sigui transversal i la naturalesa dels esdeveniments al llarg dels 21 anys sigui diversa.

S'analitzarà el gràfic de l'índex relacionant els principals canvis de tendència que ha patit amb els esdeveniments polítics i econòmics que més impacte han tingut en l'evolució de l'índex. L'índex es diversifica i els components d'aquest han anat canviant al llarg dels 21 anys estudiats. El Dow Jones es utilitza com a índex de referència tant per a la borsa com l'economia.



Gràfic 3.1: Dow Jones industrial Average 2000-2020, base any 2000. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.1, es pot veure l'evolució de l'índex Dow Jones industrial average de l'any 2000 al 2020, ambdós inclosos, prenent com a base el primer dia de l'any 2000. L'escala del gràfic és logarítmica.

L'evolució del Dow Jones explica molts dels esdeveniments més importants dels últims 21 anys, i l'evolució del Dow Jones també serveix com a referència per entendre els esdeveniments que afecten les empreses estudiades.

Els anys anteriors a l'estudi els índexs tecnològics havien registrat fortes pujades, que donaren lloc a la coneguda com la bombolla de les puntcom. El dia 14 de gener de l'any 2000 el Dow Jones registra un màxim i a partir d'aquí inicia una correcció. Aquest canvi de tendència no es produeix en tots els índexs i valors al mateix temps. El 10 de març es

registra el punt màxim per al Nasdaq, i en les setmanes següents altres índexs de la borsa nord-americana registren també els seus màxims, i s'inicia una tendència baixista general.

Per al Dow Jones aquesta correcció no és tan forta com la que pateixen altres índexs com el Nasdaq. Al llarg del període les companyies del sector de la informació i tecnologia van rebre fortes correccions en les seves valoracions i les seves cotitzacions se'n van veure afectades amb bruscos descensos.

Els principals esdeveniments al llarg d'aquest període baixista són l'atemptat contra les torres bessones 11 de setembre del 2001, que provocà fortes baixades borsàries i el tancament del mercat fins al dia 17 de setembre, un fet que no es donava des de la Gran Depressió el 1929 i que no s'ha tornat a donar (Ulick, 2001). Aquest fet va provocar una correcció brusca i curta en el temps per la incertesa que va provocar. Aquesta incertesa que va provocar les davallades borsàries anticipaven una possible guerra. Guerra que va arribar posteriorment amb el conflicte armat a l'Afganistan. D'altra banda l'inici de circulació de l'euro no genera en canvi un canvi de tendència en la borsa nord-americana.

A partir del març del 2003 coincidint amb l'inici de la guerra d'Iraq s'inicia una tendència alcista que durarà fins a l'esclat de la crisi financera del 2008. Aquest període no presenta grans correccions. Al llarg d'aquests anys els països emergents prenen més importància en l'aspecte econòmic amb creixement per sobre de la mitjana. La unió europea incrementa el nombre de països membres.

Aquest període d'expansió s'atura el 2007 amb el canvi de perspectives, un alt endeutament i bombolles immobiliàries en molts països com Espanya i Irlanda. Però l'increment del tipus d'interès als Estats Units atura l'expansió del crèdit que ràpidament es transforma en un col·lapse.

Les empreses més afectades, en un primer moment en són les entitats bancàries i el sector de la construcció. La fallida de Lehman Brothers, Washington Mutual, l'absorció de Merrill Lynch's i la sol·licitud d'ajuda a la reserva federal per part de AIG's, són alguns exemples, de com algunes de les entitats bancàries més grans dels Estats Units van desaparèixer de cop.

La crisi financera que es va estendre a la resta de sectors va provocar caigudes generalitzades, i un increment de la volatilitat fins al març del 2009 on comença la recuperació borsària.

De l'any 2009 fins al 2020 es produeix un creixement de la borsa continuat. Aquest període alcista s'inicia amb la política fiscal i monetària expansionista per a la sortida de

la crisi, no es veu afectada per la crisi del deute Europea, fet que sí que afecta de forma general a les borses europees.

Els anys 2015 i 2016 la tendència és lateral, a causa de la inestabilitat econòmica i política. En l'àmbit econòmic el tercer rescat de Grècia per part de la Unió Europea i la devaluació del Yuan Xines no propiciaven bones perspectives. I en l'àmbit polític cal destacar el Brèxit i el successor de Barack Obama a la Casa Blanca. La segona meitat del 2016 les dues grans incerteses es van resoldre. Tot i que els resultats van ser els que els analistes consideraven negatius, la incertesa va desaparèixer.

L'elecció de Donald Trump com a president dels Estats Units d'Amèrica inicia una tendència alcista fins al febrer del 2020. Al llarg d'aquest període només hi va haver dues correccions d'importància. A principis de gener poc després que el govern federal tanqués per falta de fons i a finals del 2018, pel mateix motiu.

La tendència alcista acaba abruptament el febrer del 2020, amb l'expansió del COVID-19 per Europa i Estats Units, anticipant unes restriccions a la mobilitat que afectarien l'economia. A partir de finals de març l'índex canvia de tendència i comença a recuperar el que havia perdut.

Aquestes tendències que s'observen en l'índex són compartides, de manera general per les empreses estudiades, l'índex serveix per a interpretar de forma general les perspectives de l'economia i com s'ha comprovat en l'apartat 3.2, així es compleix. Les empreses, però també tenen una variabilitat associada al sector com s'ha pogut comprovar més endavant en el Gràfic 3.10 Gràfic 3.10: Correlacions rendibilitats contínues empreses. i una altre font de variabilitat correspon a la pròpia empresa.

3.1. Estadístics

Al llarg dels 21 anys estudiats les 28 empreses i l'índex s'han comportat de forma diferent, els principals estadístics de les rendibilitats contínues diàries es presenten en la Taula 3.1. Per a facilitar-ne la lectura de les dades la mitjana i la mediana es troben expressades en mil·lèsimes de manera que el nombre apareix 1000 vegades superior i n'és més fàcil d'interpretar.

| | Mitjana* | Mediana* | Desviació Típica | Asimetria | Curtosi | R composta % |
|------|----------|----------|---------------------|-----------|-----------|-----------------|
| AAPL | 0.95495 | 0.90270 | 0.02657 | -4.11066 | 112.27831 | 27.14944 |
| CSCO | 0.01666 | 0.47539 | 0.02426 | 0.09730 | 9.16658 | 0.41982 |
| IBM | 0.10186 | 0.27622 | 0.01671 | -0.22681 | 8.36289 | 2.59503 |

| | | | | | | |
|------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| INTC | 0.10954 | 0.47899 | 0.02386 | -0.54337 | 10.10488 | 2.79341 |
| MSFT | 0.33842 | 0.35498 | 0.01949 | -0.16389 | 9.86358 | 8.88491 |
| DIS | 0.38980 | 0.40888 | 0.01941 | 0.01408 | 10.12630 | 10.30124 |
| VZ | 0.19264 | 0.28868 | 0.01535 | 0.16421 | 6.93250 | 4.96455 |
| JNJ | 0.33229 | 0.30417 | 0.01242 | -0.52690 | 14.80184 | 8.71705 |
| MRK | 0.18107 | 0.27976 | 0.01720 | -1.33074 | 27.50213 | 4.65973 |
| UNH | 0.77922 | 0.80464 | 0.02017 | 0.11767 | 19.32625 | 21.65171 |
| WBA | 0.12551 | 0.13405 | 0.01818 | -0.32382 | 7.81565 | 3.20735 |
| PFE | 0.17126 | 0.00000 | 0.01589 | -0.23803 | 5.52058 | 4.40164 |
| AXP | 0.23574 | 0.36036 | 0.02309 | 0.13229 | 11.86119 | 6.10862 |
| GS | 0.25048 | 0.34076 | 0.02350 | 0.20910 | 12.01883 | 6.50284 |
| JPM | 0.29743 | 0.23195 | 0.02468 | 0.22797 | 13.73146 | 7.76809 |
| TRV | 0.37464 | 0.56616 | 0.01868 | -0.24174 | 19.89402 | 9.88147 |
| BA | 0.40331 | 0.71549 | 0.02201 | -0.47206 | 17.28975 | 10.67653 |
| CAT | 0.51776 | 0.50923 | 0.02056 | -0.17543 | 4.71963 | 13.90882 |
| MMM | 0.34723 | 0.53958 | 0.01509 | -0.21447 | 7.16178 | 9.12645 |
| RTX | 0.32606 | 0.52761 | 0.01804 | -0.98520 | 22.82340 | 8.54686 |
| CVX | 0.30906 | 0.74934 | 0.01762 | -0.47223 | 22.20521 | 8.08359 |
| XOM | 0.13039 | 0.25470 | 0.01638 | -0.04222 | 10.65039 | 3.33398 |
| HD | 0.34522 | 0.45839 | 0.01977 | -1.12739 | 24.04177 | 9.07136 |
| MCD | 0.41698 | 0.73953 | 0.01503 | -0.19398 | 12.49004 | 11.05775 |
| NKE | 0.82563 | 0.72892 | 0.01919 | -0.27551 | 11.71091 | 23.08008 |
| KO | 0.29077 | 0.43590 | 0.01344 | -0.16049 | 9.16322 | 7.58754 |
| PG | 0.28469 | 0.34274 | 0.01381 | -3.47548 | 94.41230 | 7.42334 |
| WMT | 0.21881 | 0.27522 | 0.01507 | 0.18778 | 7.71651 | 5.65774 |
| DJI | 0.18646 | 0.50573 | 0.01208 | -0.37669 | 13.01908 | 4.80161 |

Taula 3.1 : Estadístics principals components del Dow Jones i del propi indicador, al llarg dels anys 2000-2020.
Elaboració pròpia.

La mitjana de la rendibilitat contínua és un concepte més abstracte que la rendibilitat composta anual, aquesta és molt intuïtiva.

Els valors que han presentat un major creixement al llarg dels 21 anys són United Health, Nike i Apple, totes 3 de mitjana han ofert a l'inversor una rendibilitat anual superior al 20%. Les empreses que han ofert a l'inversor una rendibilitat menor són Cisco Systems, IBM i Intel, totes 3 del sector de la informació i la tecnologia. Aquestes 3 empreses ja eren l'any 2000 empreses grans i consolidades i es van veure afectades per l'esclat de la bombolla de les puntcom, de manera que la seva cotització a l'inici del període era molt elevada i això les perjudica en el còmput global. Apple tot i trobar-se en la mateixa

situació del sector ha tingut un increment del seu valor molt superior, que s'analitzarà més endavant.

Dels 29 valors, 23 presenten una major mediana que mitjana, i 21 presenten una asimetria negativa, de forma general les cotitzacions de les empreses presenten més valors extrems negatius que positius. Aquest fet ens indica que la probabilitat d'obtenir beneficis extraordinaris és en general menor que la probabilitat d'obtenir unes pèrdues del mateix import.

Respecte a la variabilitat de les rendibilitats contínues, les empreses que presenten una major variabilitat són Apple, JPMorgan i Cisco Systems i les que presenten una menor variabilitat són Johnson&Johnson, Coca-Cola, Procter & Gamble. Entre les 5 empreses amb menor variabilitat trobem les 3 empreses del sector consum defensiu. I entre les 6 empreses amb major variabilitat es troben 3 de les 4 empreses financeres i les tres pertanyen al mateix subsector. L'índex presenta una variabilitat menor que qualsevol de les empreses estudiades, cal emfatitzar que l'índex és la mitjana dels preus de 30 empreses, així que aquest resultat no és d'estranyar.

Pel que fa a la curtosi per a tots els valors és elevada, el que indica que les rendibilitats contínues presenten unes cues amples, les que presenten una major curtosi són Apple i Procter&Gamble. Caterpillar i Pfizer presenten les menors curtosis.

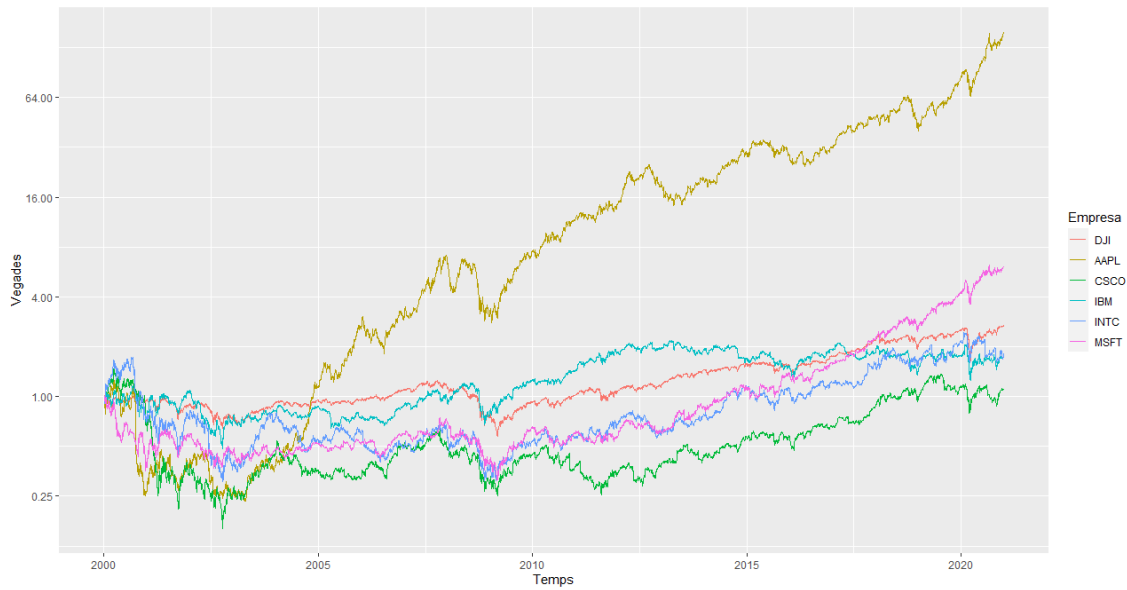
3.2. Anàlisi, evolució i correlacions

Per a la realització d'aquest treball s'han utilitzat les cotitzacions ajustades de les 28 empreses del Dow Jones Industrial Average que cotitzaven a principis de l'any 2000 i també el mateix índex de referència.

Tal com s'ha esmentat abans aquestes dades estan esbiaixades pel fet d'haver estat escollides al final del període i el fet de pertànyer a l'índex l'any 2020 les converteix en empreses guanyadores, entenent per guanyadores empreses que han registrat uns increments de cotització superiors als de l'índex. Només 7 de les 28 han obtingut rendibilitats acumulades menors a l'índex.

S'agruparan les empreses per sectors per a realitzar-ne les anàlisis amb major facilitat i per poder veure les relacions entre les empreses d'un mateix sector.

El sector de la informació i tecnologia està compost per 5 empreses: Apple (AAPL), Cisco Systems (CSCO), International Business Machines Corporation (IBM), Intel Corporation (INTC), Microsoft Corporation (MSFT)



Gràfic 3.2: Evolució empreses del sector de la informació i la tecnologia. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.2 es pot veure l'evolució de les cotitzacions a preu de tancament de les 5 empreses del sector i l'índex amb els preus amb base 1 l'any 2000 fins al 2020.

En termes generals s'aprecien esdeveniments que han afectat les 5 empreses de forma semblant. En primer lloc una baixada de les cotitzacions al llarg dels anys 2000 fins a mitjans del 2002 a causa de la punxada de la bombolla de les puntcom, les cotitzacions d'algunes de les empreses van arribar a baixar més d'un 75%, les 5 empreses del sector mostren un comportament molt més volàtil que l'índex.

Aquest període va acompanyat d'un creixement irregular fins al 2008, a excepció d'Apple que veu incrementat el valor de les seves accions a un ritme molt superior a la resta d'empreses del sector. La crisi financera que va començar el 2008 afecta a totes les empreses del sector de forma intensa i breu i aquestes companyies tarden poc a recuperar els seus valors anteriors a la crisi. Cisco Systems és l'única que després de recuperar parcialment el perdut durant la crisi inicia una tendència baixista que finalitza en arribar als mateixos mínims des d'on inicia una tendència alcista.

A excepció d'IBM, que a partir de 2012 s'estanca el preu de les seves cotitzacions, tot i ser la primera de les 5 empreses en què la seva cotització trenca la tendència baixista. La resta d'empreses del sector segueixen un canal alcista continuat i amb poques correccions menors.

La correcció borsària deguda a l'inici de la pandèmia de la COVID-19, impacta en les 5 empreses de forma reduïda, Apple i Microsoft recuperen el perdut amb rapidesa i superen el màxims previs amb rapidesa.

L'índex inicia una recuperació que finalitza lleugerament per sobre l'inici de la correcció, la recuperació es produeix seguint una tendència estreta sense molts alts i baixos, a diferència d'Intel, IBM i Cisco Systems que després d'un primer rebot presenten una tendència lateral amb una elevada variabilitat.

La rendibilitat general de les empreses del sector ha estat dispers: Apple ha incrementat el valor de les seves accions més de 128 vegades al llarg dels 21 anys, Cisco Systems en canvi presenta un valor semblant al de l'inici del període.

En la Taula 3.2 es poden veure les correlacions de les rendibilitats contínues de les empreses del sector tecnològic, Apple mostra unes correlacions més baixes, amb la resta d'empreses que les altres entre elles. La correlació més alta correspon a Cisco Systems i Intel.

| | AAPL | CSCO | IBM | INTC | MSFT |
|------|-------|-------|-------|-------|------|
| AAPL | 1 | | | | |
| CSCO | 0.453 | 1 | | | |
| IBM | 0.401 | 0.529 | 1 | | |
| INTC | 0.484 | 0.616 | 0.526 | 1 | |
| MSFT | 0.446 | 0.565 | 0.508 | 0.598 | 1 |

Taula 3.2 : Correlacions sector de la informació i tecnologia. Elaboració pròpia.

Les correlacions entre les empreses del sector tecnològic no són elevades, això es degut a les diferents especialitzacions de les empreses i que els serveis que han ofert al llarg del període han canviat amb importància.

No hi ha cap de les cinc empreses que es dediqui majoritàriament a un subsector en el qual també n'estigui especialitzada una altra.

Les menors correlacions d'Apple es deuen a un comportament borsari més diferenciat al de les altres empreses i a una part important del seu negoci en la venda de telèfons mòbils, tauletes d'entre altres. Les altres empreses estan en canvi especialitzades en software o en components molt específics d'informàtica, com els xips i semiconductors d'Intel o l'equipament de comunicacions de Cisco Systems.

Les 5 companyies analitzades ofereixen però un ampli ventall de productes diferents que han canviat amb els canvis que ha sofert la indústria de la informació i tecnologia al llarg dels 21 anys, com per exemple l'aparició de la telefonia mòbil, el canvi de les xarxes

de comunicació del mòdem a l'ADSL, la majoria d'habitatges, l'increment de necessitats de seguretat informàtica i els serveis informàtics integrats al núvol.

El sector dels serveis de comunicació està format per dues companyies, The Walt Disney Company(DIS) i Verizon Communications (VZ).



Gràfic 3.3: Evolució empreses del sector dels serveis de comunicació. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.3 es pot veure l'evolució de les cotitzacions a preu de tancament de les dues empreses del sector dels serveis de comunicació i de l'índex amb els preus amb base 1 l'any 2000 fins al 2020.

Les empreses d'aquest sector presenten una evolució general semblant a la de l'índex, tot i tenir una tendència baixista més irregular que l'índex que dura fins entrat l'any 2002. Presenta un creixement irregular fins a l'arribada de la crisi econòmica que va començar el 2008

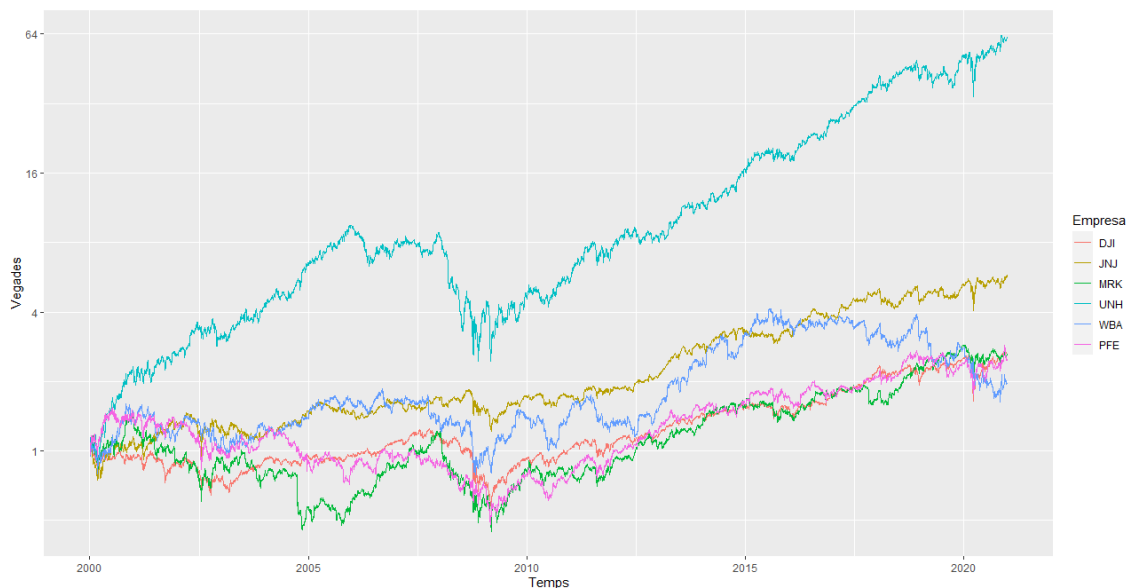
A partir dels mínims les cotitzacions comencen un mercat alcista que en el cas de Verizon acaba a principis de 2013 entrant en un mercat lateral que torna a ser alcista a mitjans de 2017. Disney en canvi té una tendència alcista fins a mitjans del 2015 on els màxims presenten una tendència lateral i els mínims una tendència alcista, fins a finals del 2019 on trenca la resistència i torna a presentar una tendència lateral.

L'impacte de la pandèmia causada per la COVID-19, és molt diferent, per a Verizon té un impacte petit i va acompanyat d'un rebot que la porta a recuperar els seus valors previs. Per a Disney en canvi l'impacte és gran, però la recuperació també ho és, tot i tardar més que l'índex i Verizon a recuperar els seus valors previs. A finals del 2020 s'observa un rallie alcista molt pronunciat.

En el període estudiat Disney presenta un millor comportament que l'índex mentre que Verizon en presenta un de semblant. Disney presenta un comportament clarament superior a l'índex en el període posterior a la crisi econòmica del 2008 fins al 2015.

La correlació de les rendibilitats contínues és de 0.4, no podem considerar que sigui una correlació elevada. Tot i pertànyer al mateix sector l'especialització d'ambdues empreses és diferent, Verizon està especialitzada en l'oferta de línies de telèfon, internet i televisió, Disney en canvi està especialitzada en la creació de contingut audiovisual i la venda de productes relacionats amb el contingut propi de la marca.

Per al sector de la salut hi ha 5 empreses que són Johnson & Johnson (JNJ), Merck & Co. (MRK), Pfizer (PFE), UnitedHealth Group Incorporated (UNH) i Walgreens Boot Alliance (WBA)



Gràfic 3.4: Evolució empreses del sector Salut. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.4 es pot veure l'evolució de les cotitzacions a preu de tancament de les cinc empreses del sector de la salut i de l'índex amb els preus amb base 1 l'any 2000 fins al 2020.

Com es pot veure United Health presenta un comportament força diferenciat a la resta d'empreses del sector, clarament més alcista, és també, però l'empresa que perd més valor durant la crisi del 2008-2009 i la que presenta més volatilitat, com que una part important del negoci d'aquesta empresa està relacionat amb assegurances mèdiques de caràcter més financer. United Health es comporta clarament millor que l'índex del 2000 al 2005 i del 2010 al 2017 el que correspon als períodes expansionistes de l'economia.

Johnson and Johnson és l'empresa que es mostra menys volàtil i les seves cotitzacions mostren al llarg dels 20 anys uns suports unes resistències i uns canals molt més ajustats

que la resta d'empreses. I Juntament amb United Health són les dues empreses que per al període estudiat es comporten millor que l'índex

En general les empreses del sector salut no es veuen afectades per l'esclat de la bombolla de les puntcom. Tot i això del 2001 al 2003 les empreses del sector mostren una tendència lateral baixista, que en el cas de Pfizer continua fins al 2009, tot i que aquesta va tenir un intens rallie a principis del 2000.

Els descensos borsaris generals degut a la crisi del 2008 afecten molt menys al sector salut que a la resta dels sectors i presenten baixades similars a les de l'índex. Pfizer és l'empresa que pateix menys la crisi. La sortida de la crisi, però sí que implica per a les empreses del sector salut l'inici d'un mercat alcista continu. Walgreens Boots a partir del 2015 presenta un canvi de tendència, fins a mitjans del 2017 lateral i fins a finals del 2020 baixista.

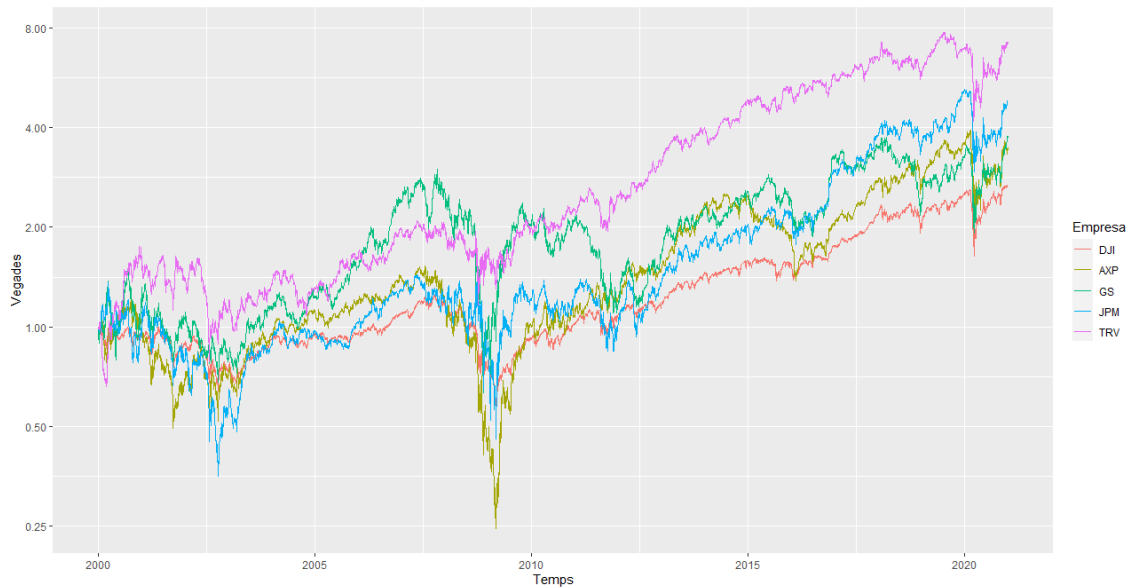
La correcció de mercat que va ocórrer degut a la crisi de la COVID-19, no implica un canvi de tendència per a cap de les empreses, pateixen una baixada en els preus de les cotitzacions que recuperen ràpidament i continuen amb les tendències que portaven amb anterioritat. I presenten un comportament similar que el de l'índex. Walgreens és l'única que no recupera els preus anteriors.

| | JNJ | MRK | UNH | WBA | PFE |
|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| JNJ | 1 | | | | |
| MRK | 0.519 | 1 | | | |
| UNH | 0.391 | 0.348 | 1 | | |
| WBA | 0.39 | 0.321 | 0.329 | 1 | |
| PFE | 0.548 | 0.563 | 0.39 | 0.363 | 1 |

Taula 3.3: Correlacions sector de la salut. Elaboració pròpia.

Les correlacions de les rendibilitats contínues del sector de la salut són baixes, es pot observar, però que Johnson&Johnson, Pfizer i Merk tenen entre elles unes correlacions més semblants i que UnitedHealth i Walgreens les tenen més baixes. El que explica aquestes diferències és l'especialització de cadascuna d'elles, mentre que Johnson&Johnson, Pfizer i Merk són empreses on la investigació i producció de medicaments és el centre de la seva activitat mentre que UnitedHealth es dedica a les assegurances mèdiques i Walgreens dedica una part important del seu negoci a la distribució i venda al detall de medicaments. Les diferències en els seus negocis expliquen per tant les diferències en la correlació de les rendibilitats contínues de les cotitzacions.

Per al sector de les finances tenim 4 empreses: American Express Company (AXP), The Goldman Sachs Group (GS), JPMorgan Chase & Co (JPM) i The Travelers Companies (TRV).



Gràfic 3.5: Evolució empreses del sector financer. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.5 es pot veure l'evolució de les cotitzacions a preu de tancament de les quatre empreses del sector financer i de l'índex amb els preus amb base 1 l'any 2000 fins al 2020.

Les empreses del sector financer presenten una tendència baixista del 2000 a mitjans del 2002, exceptuant The Travelers Companies que presenta una tendència alcista al llarg de l'any 2000 i després una tendència lateral. A mitjans del 2002 totes 4 incrementen la seva volatilitat i baixen les seves cotitzacions i després d'aquesta correcció entren en un període alcista que s'acaba amb la crisi financera del 2008-2009.

La cotització de The Travelers Companies es veu menys afectada per la crisi financera que la de les altres empreses del sector de les finances, perquè aquesta empresa és una financera asseguradora i és l'única empresa del sector que pateix una davallada menor que l'índex. A diferència de les altres empreses del sector que tenen una baixada molt més pronunciada. Les asseguradores tenen un model de negoci amb ingressos i despeses més estable que no pas la banca d'inversió com serien els casos de Goldman Sachs o JPMorgan que es veuen molt més afectades durant la crisi del 2008.

A partir de 2009 els valors de les cotitzacions reboten fins a principis de 2010 on les empreses ja havien recuperat pràcticament la totalitat del que havien perdut, a partir

de 2010 la tendència segueix en general sent alcista però a un ritme menor que el de la recuperació de 2009.

La correcció que pateixen a principis del 2020 a causa de la COVID-19, presenta un patró molt similar per a les 4 empreses del sector financer i l'índex. L'índex i Goldman Sachs recuperen els seus valors previs a diferència de les altres empreses del sector.

Les 4 empreses del sector financer presenten un millor comportament al llarg dels 21 anys que l'índex.

En general les empreses del sector, excepte The Travelers Companies, presenten uns patrons de cotització semblants per al que fa a les correccions brusques i els rallies curts, segurament donats per notícies de caràcter macroeconòmic que afecten molt més a les empreses financeres el que explica tant les diferències observades en el gràfic de cotitzacions com en la taula de correlacions.

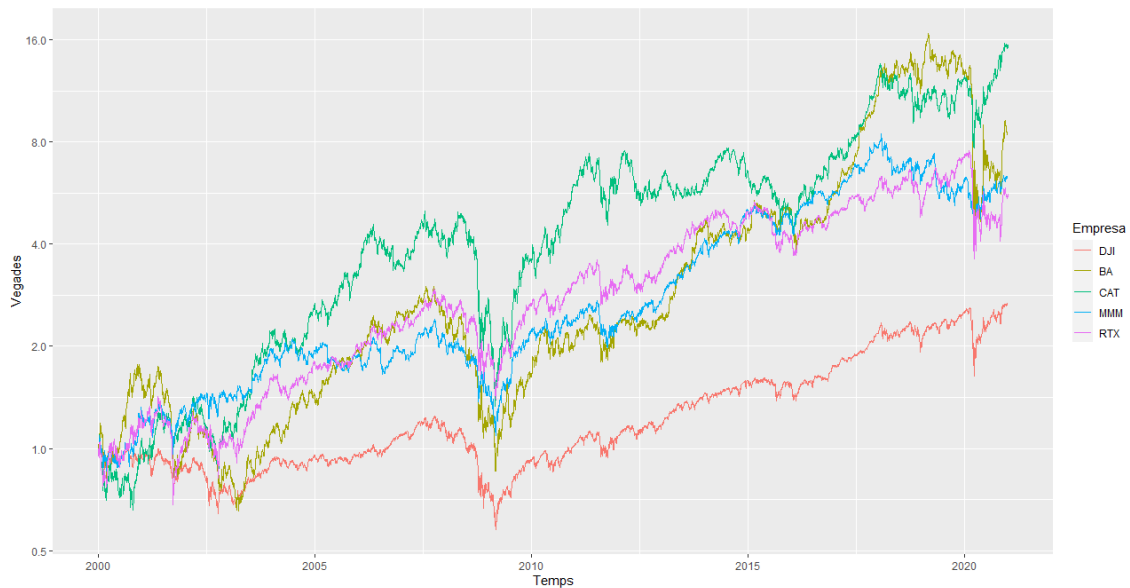
| | AXP | GS | JPM | TRV |
|-----|-------|-------|------|-----|
| AXP | 1 | | | |
| GS | 0.656 | 1 | | |
| JPM | 0.711 | 0.723 | 1 | |
| TRV | 0.567 | 0.513 | 0.57 | 1 |

Taula 3.4 : Correlacions sector financer. Elaboració pròpia.

En la Taula 3.4 es pot veure les correlacions de les rendibilitats contínues del sector financer. Com podem observar The Travelers Companies és una asseguradora i el seu negoci és diferent de les altres tres empreses i per tant les perspectives de negoci no canvien amb la mateixa intensitat que ho fan per a les companyies financeres davant certs canvis de regulació, canvis de tipus d'interès o anuncis de la FED. Goldman Sachs presenta una alta correlació amb JPMorgan donat que són dos bancs, Goldman Sachs fins al 2008 era considerat un banc d'inversió però davant la possibilitat de fer fallida durant la crisi va poder operar com a banc comercial, JPMorgan des dels anys 90 que mitjançant subsidiàries actua com a banc d'inversió i com a banc comercial.

American Express té una correlació molt elevada amb els dos bancs, tot i estar especialitzada en l'emissió de targetes de crèdit. Els seus ingressos depenen de l'emissió de targetes del nombre de transaccions i dels acords per operar amb bancs comercials o grans empreses. Per tant tot i estar especialitzat en l'emissió de targetes opera també com a banc comercial. El que explica l'elevada correlació amb les dues empreses especialitzades en la banca.

Per al sector industrial tenim 4 empreses que són: The Boeing Company (BA), Caterpillar (CAT), 3M Company (MMM), Raytheon Technologies Corporation (RTX).



Gràfic 3.6: Evolució empreses del sector industrial. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.6 es pot veure l'evolució de les cotitzacions a preu de tancament de les quatre empreses del sector industrial i de l'índex amb els preus amb base 1 l'any 2000 fins al 2020.

Les empreses del sector industrial presenten unes cotitzacions irregulars i diferents entre elles entre els anys 2000 i 2003, i no semblen afectades per l'esclat de la bombolla de les puntcom. Les 4 empreses presenten una tendència alcista des de 2003 fins a l'inici de la crisi financera.

La crisi financera del 2008-2009 representa una pèrdua de valor de les accions de més del 50%, aquesta però canvia de tendència a partir del 2 trimestre de 2009 quan rebota i segueix amb tendència alcista fins al 2015. Exceptuant Caterpillar que a partir de principis del 2010 entra en una tendència lateral. Les empreses del sector industrial es veuen més afectades que l'índex per l'esclat de la crisi, però tarden menys en recuperar-se.

Al llarg del 2015 les 4 empreses del sector canvien de tendència, i pateixen una correcció que acaba el 2016 on comença una altra tendència alcista que dura fins a finals del 2017, on, exceptuant Raytheon Technologies, comencen una tendència lateral o baixista.

L'inici de la pandèmia afecta de forma diversa a les empreses del sector, 3M no es veu afectada i pren una tendència alcista a l'inici de la pandèmia. 3M és una empresa industrial molt diversificada en tots els productes que produeix, alguns amb una demanda constant i altres amb una demanda que s'ha incrementat arran de la pandèmia

de manera que compensa la inestabilitat de la situació. L'altre extrem el representa Boeing, la previsió d'una menor demanda per part dels avions a causa de totes les restriccions en el transport aeri fan que sigui la companyia més afectada del sector. Caterpillar és l'empresa que, exceptuant 3M, més ràpidament es recupera i que més àmpliament supera les cotitzacions prèvies a la pandèmia.

Totes les empreses del sector superen a l'índex en el període de l'estudi.

| | BA | CAT | MMM | RTX |
|-----|-------|-------|-------|-----|
| BA | 1 | | | |
| CAT | 0.478 | 1 | | |
| MMM | 0.471 | 0.598 | 1 | |
| RTX | 0.636 | 0.584 | 0.597 | 1 |

Taula 3.5 : Correlacions sector industrial. Elaboració pròpia.

En la Taula 3.5 es poden veure les correlacions de les rendibilitats contínues de les empreses industrials, com es pot observar no són elevades. En relació amb els altres sectors aquestes no destaquen per tenir valors extrems. Les 4 empreses que pertanyen al Dow Jones d'aquest sector no competeixen directament en els mateixos mercats, exceptuant Boeing i Raytheon Technologies que competeixen en el sector aeroespacial i tenen la correlació més elevada per a tot el període.

Boeing, Caterpillar i 3 M són empreses que s'anticipen al cicle econòmic donat que dediquen una part important dels seus negocis a la producció de béns de capital.

Del sector energètic tenim dues empreses, Chevron Corporation i Exxon Mobil Corporation, aquestes dues empreses es dediquen al sector petroler i ambdues tenen

origen en la dissolució de la Standar Oil el 1911 per problemes de competència (Duignan, 2021).



Gràfic 3.7: Evolució empreses del sector energètic. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.7 es pot veure l'evolució de les cotitzacions a preu de tancament de les dues empreses del sector energètic i de l'índex amb els preus amb base 1 l'any 2000 fins al 2020.

L'evolució de les dues empreses segueix els mateixos patrons i pateixen correccions i rallies en els mateixos moments. De l'any 2000 al 2003 ambdues companyies segueixen una tendència lateral, aquesta ocorre mentre l'índex presenta una tendència baixista. Aquesta tendència baixista canvia a partir de 2003 on inicien una tendència alcista fins a mitjans de 2007 seguint la tendència general del mercat. A partir del 2007 comença una tendència lateral que durà un any quan comença una correcció deguda en un inici a la crisi econòmica del 2008.

Per a les dues empreses del sector la crisi econòmica del 2008 representa un increment de la volatilitat i un truncament de les tendències alcistes que tenien, però no pateixen una correcció tan gran com sí que pateix l'índex.

Després de la crisi del 2008-2009 podem observar la primera divergència en les seves cotitzacions, a principis del 2009 Chevron inicia una tendència alcista que finalitza a finals de 2014. La cotització d'Exxon segueix una tendència baixista fins finals de 2010 quan comença una tendència alcista que acaba a finals del 2014 igual que la de Chevron. Ambdues empreses tarden a reaccionar davant el mercat alcista que es genera després de la crisi del 2008 i incrementen les seves cotitzacions més lentament.

Al llarg de la segona meitat del 2014 i el 2015 ambdues companyies pateixen una correcció en les seves cotitzacions. Després d'aquesta correcció comença la segona divergència en les seves cotitzacions, ambdues registren un rebot que les porta a pràcticament recuperar els seus màxims, en el cas de Chevron aquesta tendència es manté tot i que perd força a partir del 2018. En el cas d'Exxon Mobile, però després de pràcticament recuperar els preus d'abans de la correcció del 2014-2015 comença una tendència lateral.

L'impacte de l'inici de la pandèmia de la COVID-19, és major que per a l'índex, i aquest es mostra amb una forta baixada que implica pèrdues del 50% del seu valor. Ambdues companyies reboten amb força, però aquesta pujada va acompanyada d'una posterior correcció i una altra pujada a finals del 2020. L'impacte per a ambdues companyies ha estat diferent. Mentre que Chevron ha aconseguit recuperar una part important del que havia perdut, Exxon s'ha vist més afectada en els alts i baixos de l'any 2020. Ambdues companyies havien aconseguit rendiments superiors als de l'índex per als primers 20 anys del període estudiat, la pandèmia de la COVID-19, però ha implicat que Exxon se situï per sota. Les companyies energètiques estudiades s'han comportat amb una rendibilitat força inferior a la de l'índex al llarg del 2020.

La correlació d'ambdues empreses és de 0.834, com es pot veure en els gràfics ambdues cotitzacions segueixen els mateixos patrons. Exxon i Chevron són les dues empreses de les 28 que tenen un model de negoci més semblant i les que tenen una correlació més elevada.

Del sector del consum cíclic tenim 3 empreses que són The Home Depot (HD), McDonald's Corporation (MCD) i NIKE (NKE)



Gràfic 3.8: Evolució empreses del sector consum cíclic. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.8 es pot veure l'evolució de les cotitzacions a preu de tancament de les tres empreses del sector del consum cíclic i de l'índex amb els preus amb base 1 l'any 2000 fins al 2020.

Es pot veure que la cotització de Nike ha seguit una tendència alcista que ha patit algunes correccions menors com a principis del 2000, a principis del 2002, a finals del 2008 i a principis del 2020, de totes aquestes correccions en recupera la seva cotització ràpidament i un període de tendència lateral del 2016 al 2017.

The Home Depot i McDonald's en canvi segueixen un període lateral baixista de l'any 2000 fins principis del 2002 i ambdues empreses inicien una correcció de més del 50% del seu valor que dura fins a principis de 2003.

McDonald's després d'una forta recuperació dels seus preus inicia un seguit de tendències alcistes i laterals fins al 2020, tot incrementant-se la volatilitat durant la crisi del 2008, la seva cotització no es veu penalitzada. The Home Depot, en canvi després de recuperar la meitat del que havia perdut durant la correcció de finals del 2002 principis del 2003, les cotitzacions entren en una tendència lateral-alcista fins a mitjans del 2007. Aquesta és de les tres empreses la que més pateix els efectes de la crisi financera del 2008-2009, després aquesta empresa pren una tendència alcista de forma ininterrompuda fins al 2020.

Les tres empreses del sector recuperen el perdut arran de la correcció per la COVID-19, Nike és la que té el millor comportament i McDonald's la que té un comportament més modest.

Les tres companyies del sector superen a l'índex, i McDonald's és la que té un millor comportament al llarg dels 21 anys de l'estudi.

| | HD | MCD | NKE |
|-----|-------|-------|-----|
| HD | 1 | | |
| MCD | 0.412 | 1 | |
| NKE | 0.445 | 0.353 | 1 |

Taula 3.6 : Correlacions sector consum cíclic. Elaboració pròpia.

Les correlacions de les rendibilitats contínues de les empreses del sector del consum cíclic són baixes, les tres empreses tenen negocis molt diferents, McDonald's és una cadena de restaurants de menjar ràpid; Nike, fabrica, distribueix i ven roba i Home Depot, està especialitzada a oferir béns immobles de la llar i al manteniment d'aquesta.

Són 3 empreses que no comparteixen mercat, i no comparteixen inputs materials, per al que cal esperar que les notícies que afectin les seves cotitzacions no són les mateixes tal com confirmen les baixes correlacions que tenen entre elles.

Del Sector consum defensiu tenim 3 empreses que són; The Coca-Cola Company (KO), The Procter & Gamble Company (PG) i Walmart (WMT).



Gràfic 3.9: Evolució empreses del sector consum cíclic. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.9 es pot veure l'evolució de les cotitzacions a preu de tancament de les tres empreses del sector del consum defensiu i de l'índex amb els preus amb base 1 l'any 2000 fins al 2020.

Les tres empreses tot i pertànyer al mateix sector no es fan competència entre elles, aquesta és segurament la raó per la qual no s'evidencien tendències comunes de les tres empreses més enllà d'unes tendències generals, que serien una alta volatilitat de l'any 2000 al 2002, una tendència alcista a partir de 2010, després de la crisi econòmica del 2008 i 2009. Una correcció l'any 2015, molt més severa en el cas de Walmart, i unes pujades generals els anys 2018 i 2019 més intenses que els darrers anys que s'inicia després d'una petita correcció a principis del 2018. Es pot observar que aquesta darrera tendència alcista en el cas de Walmart es va iniciar després de la correcció de 2015.

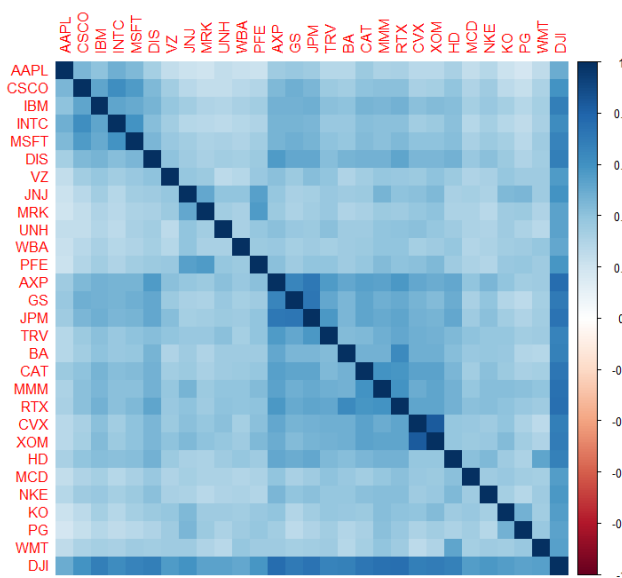
Les cotitzacions de Procter & Gamble i Walmart es veuen poc afectades per la crisi de la COVID-19 i superen ràpidament els seus màxims anteriors, Coca-Cola en no recupera els seus màxims anteriors i és l'empresa del sector que més es veu afectada tot i seguir una tendència de recuperació clara al llarg de la segona meitat del 2020.

| | | | |
|--|----|----|-----|
| | KO | PG | WMT |
|--|----|----|-----|

| | | | |
|-----|-------|------|---|
| KO | 1 | | |
| PG | 0.47 | 1 | |
| WMT | 0.341 | 0.38 | 1 |

Taula 3.7: Correlacions sector consum defensiu. Elaboració pròpia.

Les correlacions de les rendibilitats contínues de les empreses del sector del consum defensiu, són molt baixes, això és pel fet que aquestes tres empreses són diferents, Walmart es dedica a la distribució al detall de productes que produeixen altres empreses, com per exemple Coca-Cola o Procter & Gamble que són les altres dues empreses del sector, una especialitzada en la venda de begudes no alcohòliques i l'altre en béns de consum envasats.



Gràfic 3.10: Correlacions rendibilitats contínues empreses. Elaboració pròpia.

El Gràfic 3.10 mostra una visió general de les correlacions de les rendibilitats contínues existents entre les 28 empreses i l'índex.

S'hi pot veure com la relació més forta entre dues empreses és l'existent entre Chevron i Exxon Mobile, donat que són les dues empreses amb un model de negoci més semblant de tot l'índex entre elles. També es pot veure que les empreses financeres, exceptuant The Travelers Companies, també, tenen una forta relació entre elles. Les empreses del sector de la salut són les que tenen una menor relació amb la resta de components i que juntament amb els dos sectors de béns de consum tenen una relació amb les mateixes empreses del sector més escassa.

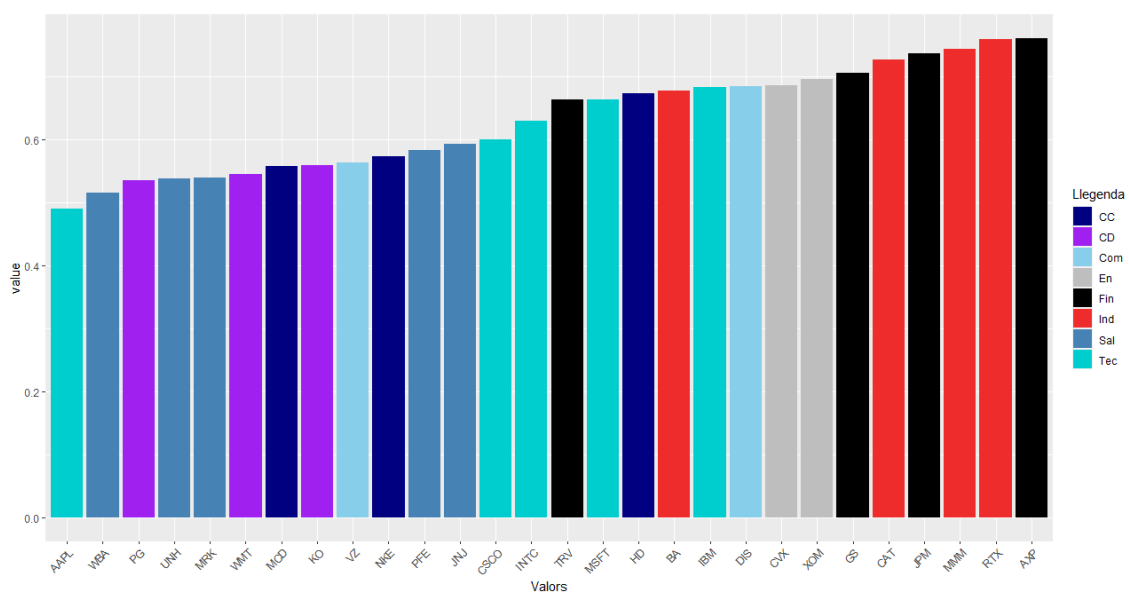
S'observa també una lleu relació entre les empreses financeres i les tecnològiques, exceptuant altra vegada The Travelers Companies. També s'observa una relació entre

les empreses financeres i les industrials, on Boeing tindria una menor relació amb les altres.

Les dues empreses energètiques mostren una correlació més baixa amb les empreses de béns de consum que amb la resta de sectors.

Apple destaca dins de les empreses tecnològiques per ser la que menys relació té amb els altres components de l'índex dins del grup de les tecnològiques. Disney està més correlacionada amb les empreses de l'índex que Verizon.

Per analitzar la correlació de l'índex amb les empreses es farà de forma separada.



Gràfic 3.11: Correlacions rendibilitats contínues de les empreses amb l'índex. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.11 es pot veure la correlació de les rendibilitats contínues de totes les empreses amb el Dow Jones, per colors podem veure el sector al qual pertanyen.

Es pot veure que els sectors més correlacionats amb l'índex són el sector financer i el sector industrial, per una banda com s'ha comentat abans entre aquests dos sectors existeix una correlació més forta que amb la resta. Això afegit al fet que són dos sectors amb molt de pes dins l'índex (BESPOKE, 2016), fa que siguin els més correlacionats amb l'índex. També cal destacar que The Travelers Companies que té un model de negoci diferent de les altres tres empreses del sector financer, i n'estava menys correlacionada, també mostra una menor correlació amb l'índex. I Boeing que mostrava una menor relació amb el sector financer que la resta d'empreses del sector industrial també té una menor correlació amb l'índex.

Les dues empreses energètiques tenen una correlació elevada amb l'índex, i molt semblant entre elles. El Sector de la Salut i els dos sectors dels béns de consum són els que tenen una menor relació amb l'índex, ja s'havia comentat que aquestes empreses presentaven una correlació baixa tant amb les del propi sector com amb les dels altres sectors.

L'Apple destaca per ser l'empresa amb una menor correlació a l'índex i com ja s'havia observat al gràfic anterior també tenia una menor correlació amb les empreses de l'estudi respecte a les empreses del seu sector.

A l'hora d'interpretar el Gràfic 3.10 i el Gràfic 3.11 cal tenir present que al llarg dels 20 anys les empreses que han format part del Dow Jones han estat diverses i que les 28 empreses que es veuen en ambdós gràfics no han format part de l'índex de forma constant.

3.3. Valor en risc i Valor en risc condicional

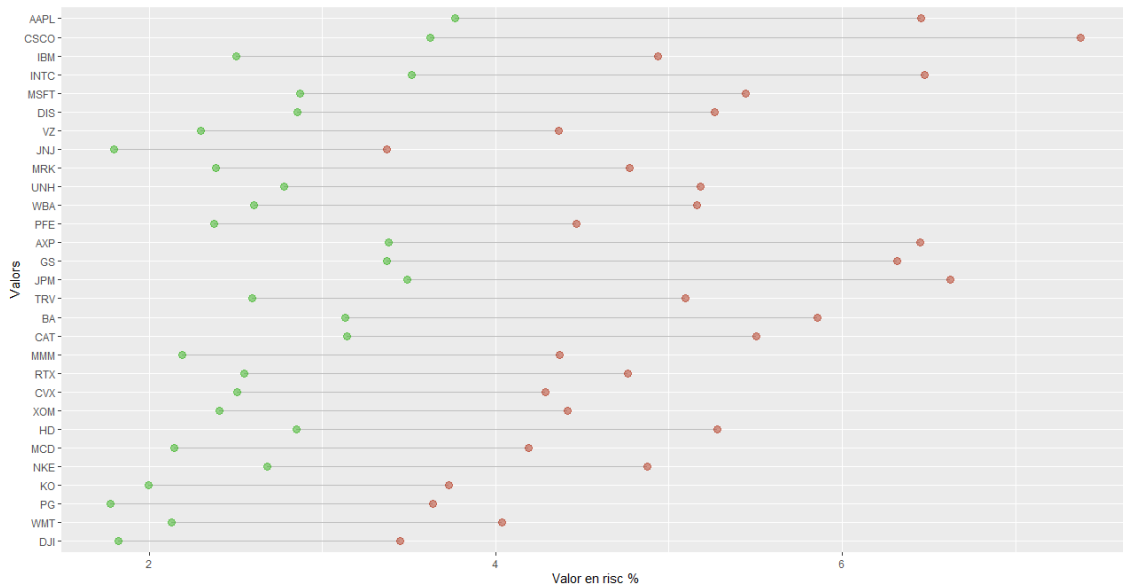
3.3.1. Valor en Risc (Var)

El Valor en risc, (Var), més conegut en anglès com a "Value at Risk", és una mesura del risc de pèrdua en una inversió.

És una estimació de la quantitat que com a mínim es pot perdre donada una certa probabilitat.

S'ha calculat el Var diari per a una probabilitat del 5% i de l'1% a partir de la distribució empírica.

El Var 5 s'interpreta com, que amb un 5% de probabilitat un inversor perdrà més de la quantitat indicada i per tant amb un 95% de probabilitat inversor en conservarà més de la quantitat indicada, ídem amb el Var 1.



Gràfic 3.12: Valor en Risc, al 5% en verd i 1% en vermell. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.12 es poden veure en color verd els valors del Var 5 i en vermell els valors del Var 1.

El sector de la informació i la tecnologia és un dels sectors que presenta un major risc, on Cisco Systems és l'empresa que presenta uns valors més elevats del conjunt d'empreses estudiades per al Var 1 i Apple és l'empresa que mostra major risc per al Var 5. Ambdues són les empreses amb pitjor i millor rendibilitat del període estudiat, respectivament.

El sector de la salut mostra valors de risc mitjos en relació amb els altres valors estudiats, però Johnson&Johnson és l'empresa amb menor Var 1, fins i tot menys que l'índex i és la segona amb menor Var 5.

El sector financer, exceptuant The Travelers Companies, és el sector que mostra en termes generals un major risc, i les tres empreses presenten uns valors molt similars. I el sector del consum defensiu és el sector que en termes generals mostra un menor risc per a ambdós valors del Var, on Procter and Gamble destaca per tenir el menor Var 5, inclusiu per sota el de l'índex.

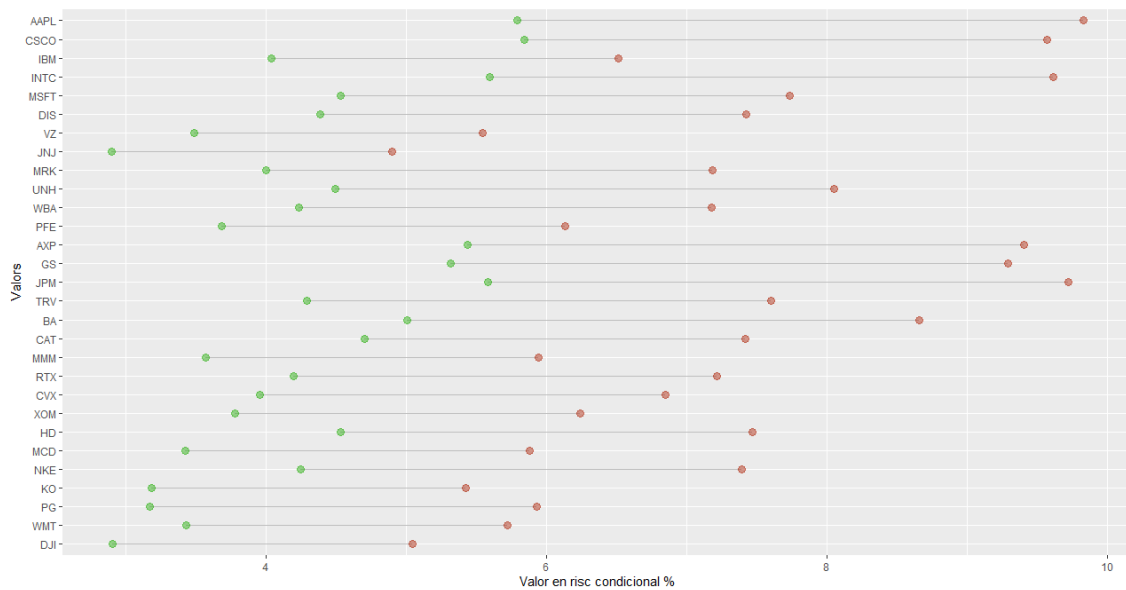
L'índex presenta el segon valor més reduït tant en el Var 1 com pel Var 5, en ser una mitjana de 30 valors diferents cal esperar que encara que uns valors registrin pèrdues molt elevades altres ho compensaran amb pujades o pèrdues més reduïdes.

Aquest indicador tot i donar una informació diferent de la de la desviació típica, mostra de forma general uns resultats semblants.

3.3.2. Valor en risc condicional

El Valor en risc condicional (CVar), més conegut en anglès com a “Conditional Value at Risk”, o “Expected shortfall”. Aquesta mesura de risc indica la pèrdua esperada per a una probabilitat donada. S’ha calculat la pèrdua mitjana per a una probabilitat del 5% i la pèrdua mitjana per a una probabilitat de l’1%.

Aquest indicador a diferència del Var sí que té en compte la cua de la distribució i aquest de la mateixa manera que el Var s’ha calculat a partir de la distribució empírica.



Gràfic 3.13: Valor en risc condicional, en verd 5% i en vermell 1%. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 3.13 es pot veure en verd el CVar 5% i en vermell el CVar 1% per a cada empresa i l’índex. Els tant el Var, Gràfic 3.12, com el CVar, Gràfic 3.13, mostren resultats similars.

Com s’ha esmentat a la Taula 3.1, d’estadístics, Apple tenia una curtosi molt elevada i una asimetria negativa i això es veu reflectit en els valors del Var 1, que s’ha incrementat més que en la resta d’empreses. Per a Merk i per a Procter&Gamble també s’observa que el desplaçament ha sigut superior que per a la resta d’empreses, aquestes tres empreses tenien en comú una curtosi molt elevada i una asimetria negativa també elevada.

Per altra banda es pot observar que les empreses que presentaven una menor curtosi, com Pfizer i Caterpillar presenten menors valors en el CVar que les empreses que tenen valors semblants en el Var.

Podem considerar que analitzar la curtosi i l'asimetria se superposa respecte a l'anàlisi del Var i el Cvar, i aquests dos últims ofereixen una informació més intuïtiva respecte a l'asimetria i la curtosi.

4. Resultats

L'apartat de resultats d'aquest treball consisteix en la presentació de les troballes de les hipòtesis plantejades anteriorment. Addicionalment en aquest apartat també es presenta una anàlisi sobre les comissions d'intermediació i els efectes que aquestes produeixen a llarg termini per a un inversor que hagi seguit les estratègies estudiades al llarg d'aquest treball.

4.1. Primera hipòtesi, rendibilitats de les estratègies

La primera hipòtesi plantejada en aquest treball, consisteix a esbrinar si seguint les tècniques d'inversió els dies en què es tenien accions per part de l'inversor les rendibilitats logarítmiques d'aquests dies eren superiors a les rendibilitats logarítmiques dels dies en què l'indicador marcava per a l'inversor que no calia tenir accions.

L'estadístic utilitzat per a contrastar la hipòtesi és l'estadístic t. Donat que en el primer període s'han calculat 8675 combinacions de paràmetres diferents per a la mitjana mòbil simple, 198 per a la Direcció i 440 per al SAR, per atzar seria molt probable trobar combinacions de paràmetres que ens indiquessin resultats significatius. És per això que els resultats que s'han de tenir en compte per a contrastar corresponen als del segon període temporal que han estat els millors en el primer període. Tal com ja s'ha explicat en l'apartat de metodologia.

4.1.1. DMAC

Els resultats presentats en la Taula 4.1 corresponen a un resum dels paràmetres més significatius obtinguts per al Creuament Dual de Mitjanes Mòbils, la taula completa es troba en l'annex 9.3.

| Empresa | Llarg | Curt | Estadístic t | p-valor | Estadístic t, backtest | P-valor backtest | R rel |
|---------|-------|------|--------------|---------|------------------------|------------------|-------|
| AAPL | 55 | 49 | 2.256 | 0.012 | -0.410 | 0.659 | 0.537 |
| CSCO | 174 | 39 | 1.879 | 0.030 | -0.211 | 0.583 | 0.239 |
| IBM | 24 | 10 | 0.619 | 0.268 | -0.618 | 0.732 | 0.085 |
| INTC | 98 | 17 | 1.393 | 0.082 | -1.580 | 0.943 | 0.751 |

| | | | | | | | |
|------|-----|----|--------|-------|--------|-------|-------|
| MSFT | 18 | 16 | 1.348 | 0.089 | -0.414 | 0.661 | 0.082 |
| DIS | 127 | 50 | 1.485 | 0.069 | -1.128 | 0.870 | 0.974 |
| VZ | 61 | 44 | 0.532 | 0.297 | -1.497 | 0.933 | 0.661 |
| JNJ | 39 | 33 | 0.828 | 0.204 | -1.090 | 0.862 | 0.209 |
| MRK | 80 | 41 | 1.712 | 0.044 | -1.420 | 0.922 | 0.847 |
| UNH | 89 | 47 | 0.853 | 0.197 | -1.479 | 0.930 | 0.797 |
| WBA | 124 | 45 | 0.835 | 0.202 | 0.220 | 0.413 | 0.091 |
| PFE | 86 | 44 | 0.899 | 0.184 | -1.501 | 0.933 | 0.551 |
| AXP | 110 | 21 | 1.054 | 0.146 | -0.487 | 0.687 | 0.245 |
| GS | 34 | 25 | 1.841 | 0.033 | 0.243 | 0.404 | 0.221 |
| JPM | 46 | 40 | 0.338 | 0.368 | 1.033 | 0.151 | 0.001 |
| TRV | 12 | 10 | 0.604 | 0.273 | -0.219 | 0.587 | 0.485 |
| BA | 76 | 50 | 1.968 | 0.025 | 0.340 | 0.367 | 0.444 |
| CAT | 134 | 42 | 2.324 | 0.010 | -0.623 | 0.733 | 0.372 |
| MMM | 74 | 25 | 0.363 | 0.358 | 0.034 | 0.486 | 0.070 |
| RTX | 115 | 48 | 1.151 | 0.125 | -1.664 | 0.952 | 0.965 |
| CVX | 13 | 11 | 0.468 | 0.320 | -0.642 | 0.740 | 0.563 |
| XOM | 183 | 31 | 0.454 | 0.325 | -0.371 | 0.644 | 0.450 |
| HD | 30 | 12 | 1.655 | 0.049 | 0.606 | 0.272 | 0.026 |
| MCD | 35 | 29 | 2.119 | 0.017 | 0.593 | 0.277 | 0.022 |
| NKE | 109 | 48 | 0.659 | 0.255 | -1.866 | 0.969 | 0.944 |
| KO | 41 | 39 | 1.323 | 0.093 | -0.729 | 0.767 | 0.580 |
| PG | 39 | 25 | 0.984 | 0.163 | 0.476 | 0.317 | 0.020 |
| WMT | 27 | 16 | -0.143 | 0.557 | -1.240 | 0.892 | 0.828 |
| DJI | 172 | 42 | 0.970 | 0.166 | -1.400 | 0.919 | 0.889 |

Taula 4.1: Resultats DMAC. Elaboració pròpia.

En la Taula 4.1 Gràfic 4.1 es pot veure, en la primera columna l'identificador de l'empresa, en la segona i la tercera es poden veure els millors paràmetres per a cadascuna de les empreses. La quarta columna correspon al valor de l'estadístic t obtingut en el primer període i que correspon al major valor obtingut, i a la columna del costat el p-valor associat. La sisena i setena columnes corresponen als mateixos valors que la quarta i la cinquena però per al segon període temporal. L'última columna correspon a la proporció d'estadístics que han obtingut un valor superior en el segon període que l'escollit.

En el primer període estudiat, on es mostren els valors més extrems, es pot observar que per a moltes de les empreses estudiades al llarg d'aquest període ni la millor de les 8675 combinacions de paràmetres del Creuament Dual de Mitjanes Mòbils presenta un valor positiu. Quan el valor és positiu, correspon a una major rendibilitat entre els dies en què s'haurien tingut accions i els dies en què no. Aquests resultats no són gens

esperançadors de cara a l'anàlisi dels resultats del segon període, tot i no ser significatius en el primer període no s'han descartat per a realitzar-ne una anàlisi en el segon.

La primera i principal hipòtesi d'aquest treball, consisteix a determinar si en utilitzar alguna de les tres tècniques un inversor podia aconseguir rendibilitats mitjanes superiors entre els dies que tenia i que no tenia accions. Com es pot observar els valors de la columna tc2 són en la seva majoria negatius, i d'entre els positius cap p-valor és inferior al nivell alpha del 5% establert, de manera que no tenim evidència per a rebutjar la hipòtesi nul·la plantejada.

No s'ha pogut establir que l'ús del Creuament Dual de Mitjanes Mòbils sigui una tècnica d'inversió que aportí uns beneficis extraordinaris a l'inversor.

De forma addicional s'ha ofert en la Taula 9.2 la posició relativa de l'estadístic respecte la resta d'estadístics calculats per a la mateixa empresa i com es pot observar els resultats només hi ha 3 empreses de les 29 analitzades per a les quals la millor estratègia del primer període ha estat entre el 5% millor del següent període. Per altra banda 21 de les 29 cotitzacions analitzades presenten un valor t negatiu, el que indica que la mitjana de les rendibilitats dels dies del segon període en què s'han tingut accions seguint aquestes tècniques ha estat menor que els dies en què no s'han tingut les accions si es tenen en compte les comissions.

També es pot observar que cap de les millors combinacions del primer període correspon a l'ús del propi preu de tancament com a substitut de la mitjana mòbil simple

Cal tenir en compte que els valors calculats en la Taula 4.1 s'han ajustat a les comissions d'intermediació, a l'annex 9.3 es troba la taula completa amb tots els paràmetres calculats amb i sense comissions d'intermediació.

En la Taula 9.2 de l'annex 9.3, què és la taula completa, es pot destacar que per al primer període per a 15 cotitzacions l'ús de la millor mitjana mòbil aconsegueix rendibilitats superiors a les rendibilitats de les accions, i 24 si no es tenen en compte les comissions d'intermediació. En el segon període l'ús dels millors paràmetres del primer mostra uns resultats diferents, només per a 3 valors l'ús de les tècniques amb els paràmetres esmentats ha aconseguit superar la rendibilitat de les accions, i 4 si s'exclouen les comissions.

En la Taula 9.2 de l'annex 9.3, també es pot observar que per als 29 valors estudiats, dels 29, s'obté una rendibilitat total positiva en la millor combinació de paràmetres del DMAC i 28 si es tenen en compte les comissions. Per als mateixos paràmetres, en el segon període per a 21 empreses s'han obtingut beneficis i per a 16 si es tenen en compte les comissions d'intermediació. No és una xifra gaire elevada tenint en compte que les

empreses seleccionades per aquest estudi pateixen el biaix del supervivent. Aquest biaix és visible donat que en el primer període 28 de les cotitzacions estudiades obtenen rendibilitats positives i en el segon període ho són 27.

4.1.2. Direcció

Els resultats presentats en la Taula 4.2 corresponen a un resum dels paràmetres més significatius obtinguts per a la Direcció, tècnica pròpia desenvolupada a partir de contradir un dels principis de la inversió amb mitjanes mòbils, la taula completa es troba en l'annex 9.3.

| Empresa | Paràmetre | Estadístic t | p-valor | Estadístic t, backtest | p-valor backtest | R rel |
|---------|-----------|--------------|---------|------------------------|------------------|-------|
| AAPL | 53 | 2.003 | 0.023 | -0.485 | 0.686 | 0.766 |
| CSCO | 130 | 1.338 | 0.090 | -0.782 | 0.783 | 0.589 |
| IBM | 196 | 0.094 | 0.463 | -2.851 | 0.998 | 0.980 |
| INTC | 81 | 1.581 | 0.057 | -1.509 | 0.934 | 0.355 |
| MSFT | 58 | 0.163 | 0.435 | -2.611 | 0.995 | 0.741 |
| DIS | 71 | 1.145 | 0.126 | -0.145 | 0.558 | 0.558 |
| VZ | 197 | 0.343 | 0.366 | -1.501 | 0.933 | 0.472 |
| JNJ | 57 | 0.199 | 0.421 | -1.831 | 0.966 | 0.472 |
| MRK | 155 | 0.766 | 0.222 | -0.850 | 0.802 | 0.492 |
| UNH | 200 | 0.941 | 0.174 | -1.109 | 0.866 | 0.391 |
| WBA | 159 | 0.404 | 0.343 | -2.265 | 0.988 | 0.822 |
| PFE | 191 | 0.754 | 0.226 | -0.644 | 0.740 | 0.289 |
| AXP | 154 | 0.491 | 0.312 | 0.615 | 0.269 | 0.091 |
| GS | 33 | 1.273 | 0.102 | 0.228 | 0.410 | 0.452 |
| JPM | 140 | -0.350 | 0.637 | -0.327 | 0.628 | 0.614 |
| TRV | 128 | -0.096 | 0.538 | -0.394 | 0.653 | 0.645 |
| BA | 160 | 1.861 | 0.031 | 1.479 | 0.070 | 0.000 |
| CAT | 86 | 1.709 | 0.044 | -0.459 | 0.677 | 0.472 |
| MMM | 143 | -0.138 | 0.555 | -0.277 | 0.609 | 0.279 |
| RTX | 103 | 0.606 | 0.272 | -0.775 | 0.781 | 0.827 |
| CVX | 163 | -0.218 | 0.586 | 0.118 | 0.453 | 0.076 |
| XOM | 124 | -0.349 | 0.636 | -1.304 | 0.904 | 0.853 |
| HD | 31 | 0.386 | 0.350 | -0.631 | 0.736 | 0.355 |
| MCD | 107 | 0.273 | 0.393 | -0.333 | 0.630 | 0.406 |
| NKE | 161 | 0.247 | 0.402 | -0.676 | 0.750 | 0.365 |
| KO | 42 | 0.155 | 0.438 | -1.764 | 0.961 | 0.893 |

| | | | | | | |
|-----|-----|--------|-------|--------|-------|-------|
| PG | 36 | -0.394 | 0.653 | -0.702 | 0.758 | 0.589 |
| WMT | 185 | -0.919 | 0.821 | -2.163 | 0.984 | 0.726 |
| DJI | 123 | -0.008 | 0.503 | -0.654 | 0.743 | 0.411 |

Taula 4.2: Resultats Direcció. Elaboració pròpia.

En la Taula 4.2 es pot veure en la primera columna l'identificador de l'empresa i en la segona l'identificador del paràmetre, que correspon al paràmetre que ha aconseguit un major valor per a l'estadístic t corregit per les comissions d'intermediació. Les altres 5 columnes de la mateixa manera que en l'apartat anterior, corresponen als valors de l'estadístic t del primer i del segon període i els seus corresponents p-valors, i l'última columna a la posició relativa del paràmetre respecte a la resta de paràmetres per a la mateixa empresa.

En aquest cas com es pot observar a la sisena columna no hi ha cap valor que se situï per sota del nivell alpha establert, i per tant no es rebutja la hipòtesi nul·la i no tenim evidències per afirmar que utilitzant aquesta tècnica s'obtinguin rendibilitats superiors els dies en què es tenen accions respecte als dies en què no es tenen accions si tenim en compte les comissions d'intermediació.

Per a 25 dels 29 valors analitzats la combinació de paràmetres que millor es va comportar en el primer període no ha aconseguit tan sols que la rendibilitat dels dies en què s'han tingut accions del segon període sigui superior a la rendibilitat dels dies en què no s'han tingut accions.

Per altra banda la posició relativa dels paràmetres en mostra que els millors paràmetres del primer període no ho són en el segon, aquest fet s'analitza amb profunditat més endavant, en l'apartat 4.4. Destaca, però Boeing, per a la qual el millor paràmetre per a la direcció es el mateix en ambdós períodes.

En la Taula 9.3 mostra la totalitat de resultats obtinguts, es pot veure que per a 8 empreses l'ús dels millors paràmetres de la tècnica direcció s'aconsegueixen majors rendibilitats que les obtingudes en el període per a els mateixos valors, i si no es tenen en compte les comissions d'intermediació en són 16. Amb els millors paràmetres del primer període dues empreses aconsegueixen en el segon període majors rendibilitats que els propis valors i 5 si no es tenen en compte les comissions d'intermediació.

Per als paràmetres escollits en el primer període s'han aconseguit 26 rendibilitats positives i 28 si no es tenen en compte les comissions, en el segon període amb els mateixos paràmetres en són 20, i 22 sense tenir en compte les comissions d'intermediació.

Respecte al DMAC per a menys empreses s'ha aconseguit millorar les rendibilitats, en canvi un major nombre han aconseguit rendibilitats superiors a 0.

4.1.3. SAR

Els resultats presentats en la Taula 4.3 corresponen a un resum dels paràmetres més significatius obtinguts seguint el SAR, en aquest cas la taula que es mostra és la taula reduïda.

Aquesta taula reduïda només mostra una de les millors combinacions de paràmetres, donat que per a un valor en ambdós períodes estudiats els moviments han estat els mateixos per a diversos paràmetres de l'indicador. S'ha comprovat que els empats en la millor posició del primer període també ha resultat amb una operativa idèntica en el segon període.

El fet que la tria de paràmetres hagi obtingut les mateixes operacions al llarg del període estudiat es deu a la casuística concreta de les dades estudiades. En l'Annex 9.2, es troba la taula amb els paràmetres de les estratègies que han obtingut uns mateixos estadístics que els mostrats en la Taula 4.3. En l'annex també s'ofereix una explicació sobre els determinats factors que provoquen que encara que l'estudi englobi un període de 16 anys es donin empats en moltes de les combinacions de paràmetres.

| Empresa | accel | Vegades | Estadístic t | p-valor | Estadístic t, backtest | p-valor backtest | R rel |
|---------|-------|---------|--------------|---------|------------------------|------------------|-------|
| AAPL | 0.016 | 9 | 1.766 | 0.039 | 0.757 | 0.225 | 0.194 |
| CSCO | 0.006 | 1 | 0.911 | 0.181 | -0.601 | 0.726 | 0.909 |
| IBM | 0.008 | 6 | 1.211 | 0.113 | -0.128 | 0.551 | 0.809 |
| INTC | 0.012 | 3 | 1.234 | 0.109 | -0.835 | 0.798 | 0.911 |
| MSFT | 0.002 | 1 | 0.412 | 0.340 | -1.113 | 0.865 | 0.128 |
| DIS | 0.010 | 1 | 1.310 | 0.095 | 0.629 | 0.265 | 0.364 |
| VZ | 0.012 | 14 | 0.579 | 0.281 | 0.970 | 0.166 | 0.060 |
| JNJ | 0.004 | 3 | 0.054 | 0.478 | -0.471 | 0.681 | 0.526 |
| MRK | 0.004 | 2 | 1.307 | 0.096 | -1.158 | 0.876 | 0.468 |
| UNH | 0.002 | 2 | 0.410 | 0.341 | -1.745 | 0.959 | 0.395 |
| WBA | 0.006 | 1 | 0.008 | 0.497 | -1.247 | 0.894 | 0.264 |
| PFE | 0.002 | 10 | 0.198 | 0.422 | -0.610 | 0.729 | 0.911 |
| AXP | 0.002 | 1 | 0.736 | 0.231 | -0.180 | 0.572 | 0.349 |
| GS | 0.004 | 9 | 1.280 | 0.100 | -0.053 | 0.521 | 0.752 |
| JPM | 0.010 | 4 | 0.229 | 0.409 | -1.157 | 0.876 | 0.995 |
| TRV | 0.016 | 6 | 0.669 | 0.252 | -0.443 | 0.671 | 0.656 |
| BA | 0.008 | 10 | 1.692 | 0.045 | -0.876 | 0.809 | 0.986 |

| | | | | | | | |
|-----|-------|----|--------|-------|--------|-------|-------|
| CAT | 0.008 | 4 | 1.414 | 0.079 | -1.273 | 0.898 | 0.991 |
| MMM | 0.002 | 2 | -0.294 | 0.616 | 0.336 | 0.368 | 0.040 |
| RTX | 0.004 | 2 | 0.006 | 0.498 | -0.051 | 0.520 | 0.557 |
| CVX | 0.022 | 3 | 0.840 | 0.200 | 0.295 | 0.384 | 0.435 |
| XOM | 0.002 | 2 | -0.438 | 0.669 | -0.460 | 0.677 | 0.967 |
| HD | 0.008 | 4 | 0.745 | 0.228 | 0.481 | 0.316 | 0.394 |
| MCD | 0.002 | 1 | 0.645 | 0.260 | -0.747 | 0.772 | 0.959 |
| NKE | 0.010 | 8 | -0.267 | 0.605 | -1.053 | 0.854 | 0.713 |
| KO | 0.002 | 6 | 0.078 | 0.469 | 0.028 | 0.489 | 0.023 |
| PG | 0.014 | 1 | 0.403 | 0.344 | 0.214 | 0.415 | 0.027 |
| WMT | 0.006 | 13 | -0.435 | 0.668 | -0.141 | 0.556 | 0.066 |
| DJI | 0.008 | 10 | 0.520 | 0.302 | 0.645 | 0.260 | 0.442 |

Taula 4.3: Resultats SAR. Elaboració pròpia.

En la Taula 4.3 es pot veure en la primera columna l'identificador de l'empresa i en la segona i la tercera es poden veure els millors paràmetres per a cadascuna de les empreses, el primer paràmetre correspon a l'acceleració i el segon al paràmetre d'acceleració màxima en nombre de vegades respecte del paràmetre d'acceleració. La quarta columna correspon al valor de l'estadístic t obtingut en el primer període i que correspon al major valor i a la columna del costat el p-valor associat. La sisena i setena columnes corresponen als mateixos valors que la quarta i la cinquena però per al segon període temporal. L'última columna correspon a la posició en el segon període temporal del valor de l'estadístic t respecte de la resta d'estadístics t calculats en el segon període.

En aquest cas com es pot observar a la setena columna no hi ha cap valor que se situï per sota del nivell alpha establert del 5%. No es rebutja la hipòtesi nul·la i per tant no tenim evidències per afirmar que utilitzant aquesta tècnica s'obtinguin rendibilitats superiors els dies en què es tenen accions respecte dels dies en què no es tenen accions si es tenen en compte les comissions d'intermediació.

Per a 20 dels 29 valors estudiats en el segon període no s'han obtingut valors de la t superiors a 0, el que indica que la rendibilitat els dies en què s'han tingut accions ha estat menor als dies en què no s'han tingut accions.

Les posicions relatives dels millors paràmetres en el segon període es mostren diverses i igual que per al Creuament Dual de Mitjanes Mòbils 3 dels 29 valors s'han situat en el 5% millor, també es poden observar, però que 5 dels 29 se situen en el 5% de pitjors posicions relatives possibles

En la Taula 9.4, que es troba en l'Annex 9.3, i mostra la totalitat de resultats obtinguts per a l'estratègia SAR permet veure que en el primer període estudiat s'han obtingut rendibilitats superiors a les de les accions per a 10 empreses i 17 si no es tenen en

compte les comissions d'intermediació. En el segon període amb els paràmetres seleccionats s'han obtingut rendibilitats majors únicament per a Exxon Mobile, i per a 5 empreses si no es tenen en compte les comissions d'intermediació.

4.1.4. Conclusions sobre la primera hipòtesi.

Les tres tècniques d'inversió estudiades no han mostrat que significativament es pugui descartar que la rendibilitat dels dies en què l'inversor hauria tingut accions respecte dels dies en què l'inversor no n'hauria tingut hagi estat superior.

Els p-valors obtinguts en el segon període no han superat en cap dels casos el llindar del 5% i per tant no ha calgut realitzar cap ajust, ajust necessari del llindar donat que s'han realitzat multitud de proves.

La metodologia utilitzada en aquest treball ha consistit a buscar el millor paràmetre o millors combinacions de paràmetres en el primer període temporal, i comprovar en el següent període la rendibilitat obtinguda.

Els resultats obtinguts per al que fa a la variable de la posició relativa, posen en entredit que utilitzar els mateixos paràmetres per a una tècnica en períodes de temps llargs sigui positiu per a l'inversor. Per altra banda, en l'apartat 4.4 del treball s'ha analitzat la correlació entre els paràmetres d'ambdós períodes, amb l'objectiu de complementar l'observat en aquest apartat.

Els resultats obtinguts respecte a la rendibilitat absoluta aconseguida per les tècniques mostren diferents conceptes en els dos períodes estudiats. És d'especial interès la rendibilitat ajustada a les comissions del segon període, perquè aquestes mostren la rendibilitat que hauria obtingut l'inversor si hagués seguit la combinació de paràmetres que millor havia funcionat en els 16 anys anteriors i s'ha comprovat que majoritàriament per a cap de les 3 tècniques s'obtenen rendibilitats superiors de manera que la gestió més passiva dels actius hauria estat una millor decisió.

4.2. Segona hipòtesi, validesa de l'estratègia proposada Direcció

En aquest apartat es presenten els resultats de la segona hipòtesi presentada en aquest treball consistent en comprovar si l'estratègia proposada, Direcció, obté majors rendibilitats que l'estratègia a partir de la qual neix, el Creuament Dual de Mitjanes Mòbils.

| Període | DMAC | Igual | Direcció | p-valor |
|-----------|------|-------|----------|---------|
| 2000-2015 | 4018 | 0 | 1724 | 1 * |
| 2016-2020 | 2925 | 0 | 2795 | 0.9584 |

Taula 4.4: Resultats segona hipòtesi. Elaboració pròpia.

En la Taula 4.4 es pot observar per als 29 valors estudiats per a quants el valor obtingut seguint el mètode de la Direcció ha estat superior al valor t medià amb un mateix període llarg.

Per ambdós períodes no es rebutja la hipòtesi nul·la plantejada, i les dades mostren que l'estratègia d'inversió no aconsegueix generar beneficis superiors en la majoria de comparacions realitzades. El p-valor corresponent a 1 es una aproximació al valor real d'aquest que és molt pròxim a 1.

De forma general per tant es desaconsella l'ús d'aquesta modificació de l'estratègia d'inversió del Creuament Dual de les Mitjanes Mòbils.

Cal tenir en compte que els valors s'han calculat a partir de l'estadístic t ajustat per comissions. L'estratègia Direcció de forma general, fa més operacions que una estratègia de Creuament Dual de Mitjanes Mòbils amb paràmetres similars, aquest fet penalitza l'estratègia Direcció.

4.3. Tercera hipòtesi, paràmetres recomanats

La tercera hipòtesi plantejada en aquest treball consisteix a determinar si els paràmetres que usualment es recomanen mostren una major rendibilitat que la resta de paràmetres de la mateixa estratègia.

| Curt | Llarg | Superior | Igual | Inferior | P_valor |
|------|-------|----------|-------|----------|---------|
| 1 | 50 | 4 | 0 | 25 | 1* |
| 1 | 100 | 2 | 0 | 27 | 1* |
| 1 | 150 | 4 | 0 | 25 | 1* |
| 1 | 200 | 10 | 0 | 19 | 0.969 |
| 5 | 50 | 8 | 0 | 21 | 0.996 |
| 5 | 100 | 11 | 0 | 18 | 0.932 |
| 5 | 150 | 8 | 0 | 21 | 0.996 |
| 5 | 200 | 16 | 0 | 13 | 0.356 |
| 10 | 50 | 15 | 0 | 14 | 0.500 |
| 10 | 100 | 16 | 0 | 13 | 0.356 |
| 10 | 150 | 17 | 0 | 12 | 0.229 |
| 10 | 200 | 19 | 0 | 10 | 0.068 |
| 20 | 50 | 7 | 0 | 22 | 0.999 |

| | | | | | |
|----|-----|----|---|----|-------|
| 20 | 100 | 17 | 0 | 12 | 0.229 |
| 20 | 150 | 13 | 0 | 16 | 0.771 |
| 20 | 200 | 19 | 0 | 10 | 0.068 |

| Accel | Vegades | Superior | igual | inferior | P_valor |
|-------|---------|----------|-------|----------|---------|
| 0.02 | 0.2 | 10 | 3 | 16 | 0.916 |

Taula 4.5: Resultats tercera hipòtesi. Elaboració pròpia.

S'ha observat per a cada valor, si la tria d'un dels paràmetres que s'acostumen a recomanar per al DMAC i per al SAR, resultava millor o no que la tria de qualsevol altre paràmetre dels estudiats.

Amb els resultats obtinguts, no es rebutja la hipòtesi nul·la. Per tant no existeixen evidències per a afirmar que els paràmetres de la Taula 4.5, siguin millors que una tria a l'atzar de qualsevol altre paràmetre. Per a cap de les proves realitzades els p-valors han estat inferiors al nivell alpha corregit per Bonferroni, corresponent al 0,0024.

Els p-valors de la taula amb valor 1, corresponen a aproximacions del valor real que es molt pròxim a 1 i que al realitzar un arrodoniment per a reduir el nombre de decimals s'ha obtingut aquest valor.

En el cas del Creuament Dual de Mitjanes Mòbils la tria dels paràmetres esmentats no s'ha pogut demostrar que resulti més profitosa que els altres 8675 combinacions de paràmetres. En el cas del SAR, per a la combinació de paràmetres proposada per J.J.Wilder, no tenim indicis estadístics per afirmar que funciona millor que les altres 440 combinacions de paràmetres estudiades.

4.4. Quarta hipòtesi, manteniment de la idoneïtat dels paràmetres

La quarta hipòtesi planejada en aquest treball, consisteix a determinar si al llarg dels dos períodes existeix una correlació o no entre l'encert o el desencert de la tria d'una determinada combinació de paràmetres.

Entenent per encert o desencert el valor t obtinguda per a cadascuna de la combinació de paràmetres.

| Empresa | Rho DMAC | p-valor DMAC | Rho Direcció | p-valor Direcció | Rho SAR | p-valor SAR |
|---------|----------|--------------|--------------|------------------|---------|-------------|
| AAPL | 0.097 | 1.23e-19 | -0.307 | 1.20e-05 | 0.620 | 4.01e-48 |
| CSCO | 0.084 | 4.07e-15 | 0.432 | 2.94e-10 | -0.361 | 5.19e-15 |
| IBM | -0.065 | 1.64e-09 | -0.114 | 1.10e-01 | -0.570 | 2.50e-39 |
| INTC | -0.460 | 0* | -0.309 | 1.05e-05 | -0.315 | 1.35e-11 |
| MSFT | -0.057 | 1.20e-07 | -0.407 | 2.91e-08 | 0.559 | 1.71e-37 |

| | | | | | | |
|-----|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| DIS | -0.212 | 6.95e-89 | -0.240 | 6.81e-04 | -0.159 | 7.99e-04 |
| VZ | 0.008 | 4.75e-01 | -0.371 | 9.67e-08 | 0.371 | 9.00e-16 |
| JNJ | -0.268 | 0* | -0.094 | 1.86e-01 | -0.194 | 4.18e-05 |
| MRK | 0.007 | 5.16e-01 | 0.254 | 3.21e-04 | 0.429 | 3.84e-21 |
| UNH | -0.025 | 1.85e-02 | 0.283 | 5.80e-05 | -0.185 | 9.59e-05 |
| WBA | 0.527 | 0* | -0.112 | 1.15e-01 | -0.111 | 1.97e-02 |
| PFE | -0.183 | 1.92e-66 | 0.078 | 2.76e-01 | -0.508 | 3.52e-30 |
| AXP | 0.077 | 5.36e-13 | 0.527 | 0* | -0.223 | 2.39e-06 |
| GS | 0.194 | 3.91e-74 | -0.021 | 7.66e-01 | -0.185 | 9.72e-05 |
| JPM | -0.119 | 6.98e-29 | 0.020 | 7.76e-01 | -0.155 | 1.11e-03 |
| TRV | 0.320 | 0* | 0.474 | 4.51e-13 | 0.478 | 1.60e-26 |
| BA | -0.258 | 0* | 0.076 | 2.88e-01 | -0.578 | 1.23e-40 |
| CAT | -0.373 | 0* | 0.169 | 1.73e-02 | -0.274 | 5.34e-09 |
| MMM | -0.117 | 5.19e-28 | 0.357 | 2.99e-07 | -0.077 | 1.06e-01 |
| RTX | -0.450 | 0* | -0.225 | 1.47e-03 | 0.258 | 3.97e-08 |
| CVX | 0.301 | 0* | 0.445 | 7.34e-11 | 0.158 | 9.15e-04 |
| XOM | -0.318 | 0* | -0.184 | 9.64e-03 | -0.127 | 7.54e-03 |
| HD | 0.165 | 2.64e-54 | 0.030 | 6.79e-01 | 0.608 | 7.81e-46 |
| MCD | -0.226 | 0* | 0.081 | 2.58e-01 | 0.598 | 5.55e-44 |
| NKE | -0.626 | 0* | -0.125 | 7.94e-02 | -0.628 | 1.41e-49 |
| KO | 0.033 | 2.37e-03 | 0.377 | 5.75e-08 | 0.083 | 8.04e-02 |
| PG | 0.338 | 0* | 0.309 | 1.04e-05 | 0.703 | 1.01e-66 |
| WMT | 0.033 | 2.02e-03 | -0.224 | 1.58e-03 | 0.487 | 1.53e-27 |
| DJI | -0.551 | 0* | -0.295 | 2.61e-05 | -0.339 | 2.72e-13 |

Taula 4.6: Resultats quarta hipòtesi. Correlació estadístic t dels dos períodes. Elaboració pròpia.

La Taula 4.6 mostra els coeficients de correlació per a les 3 tècniques i per a les 28 empreses i l'Índex i els seus p-valors corresponents. Els p-valors de la taula que són menors a $1 \cdot 10^{-100}$ s'han aproximat a 0. Per a considerar que un paràmetre de correlació és significatiu el p-valor obtingut ha de ser menor al nivell alpha del 5% establert corregit. Aquest valor correspon a $5.74 \cdot 10^{-4}$.

Per al mètode del Creuament Dual de les Mitjanes Mòbils s'han obtingut 5 resultats no significatius, 9 resultats significatius amb correlació positiva i 15 resultats significatius amb correlació negativa.

Aquests resultats ens indiquen que les combinacions de paràmetres del DMAC han tingut comportaments diferents en ambdós períodes. Per a la majoria de valors, no s'ha mantingut l'ordre i fins i tot s'ha invertit.

Per al mètode de la Direcció s'han obtingut 15 resultats no significatius, 9 resultats significatius amb un coeficient de correlació positiva i 5 resultats significatius amb un coeficient negatiu.

L'increment de resultats no significatius en comparació amb el resultat del DMAC es deu en part a la menor quantitat de combinacions de paràmetres. Per a la majoria de valors en aquest cas la puntuació t obtinguda en el primer període no té relació amb la puntuació t obtinguda en el segon període.

Per al mètode del P-SAR, s'han obtingut 7 resultats no significatius, 10 significatius amb un paràmetre de correlació positiva i 12 amb un paràmetre de correlació negativa.

Intel i l'índex són els dos únics valors per als quals en els 3 indicadors la correlació ha estat negativa, en canvi The Travelers Company i Procter and Gamble són les dues úniques companyies que han obtingut correlacions positives per als 3 indicadors.

Aquests 4 valors han presentat comportaments diferents, com es pot consultar a les taules Taula 4.1, Taula 4.2 i Taula 4.3 Intel ha obtingut valors corresponents a l'estadístic t del segon període negatius per als 3 indicadors i uns valors de posició relativa de la millor estratègia que indica que l'ús de la millor en el primer període no ha estat entre les millors en el backtest. En canvi Procter and Gamble sí que presenta resultats relativament bons per al que fa al rang relatiu, però els estadístics t del segon període no resulten significatius. Per a The Travelers Company i l'índex els resultats són més variats.

Els resultats més significatius d'aquest test indiquen un comportament general de totes les combinacions de paràmetres i en canvi el rang relatiu de les taules; Taula 4.1, Taula 4.2 i Taula 4.3, només mostra el comportament d'una sola combinació de paràmetres.

Els resultats d'aquest test mostren que en general per als dos períodes estudiats, que són de llarga durada, la idoneïtat dels paràmetres no es manté, ja sigui perquè la capacitat d'una combinació de paràmetres d'una tècnica determinada per obtenir rendibilitats majors o menors respecte als dies de compra i venda no guarda relació o aquesta relació es negativa.

La hipòtesi nul·la plantejada en aquest apartat s'ha rebutjat en 60 de les 87 proves realitzades. Els resultats positius i negatius obtinguts fa arribar a l'autor la conclusió que aquests es distribueixen sense seguir un patró clar per empresa o tècnica. La idoneïtat d'una tècnica al llarg del temps no està garantida quan els períodes estudiats són llargs. Els resultats obtinguts posen entre dubte la metodologia utilitzada per a obtenir beneficis significatius de forma constant al llarg del temps. L'ús d'uns millors paràmetres

en un període de temps no garanteix que la tria de paràmetres sigui una decisió encertada en l'entorn estudiat.

4.5. Les comissions d'intermediació.

L'objectiu d'aquest apartat és oferir un complement a les anàlisis fetes amb anterioritat per a mostrar al lector els efectes que tenen les comissions d'intermediació per a un inversor.

L'anàlisi es realitzarà a partir dels resultats obtinguts de les dades compreses entre l'any 2000 i el 2015, perquè al ser un període més llarg s'entén que aquest és més representatiu i no se sumen les d'un període i les de l'altre perquè en aquest estudi per a una de les 3 tècniques, el SAR, s'ha forçat el primer dia a ser una compra.

En aquest treball com s'ha indicat en l'apartat 2.4.2, la comissió d'intermediació aplicada per cada operació realitzada correspon a 25,27€ per cada 10.000€. A patir d'aquesta comissió s'ha realitzat la Taula 4.7.

| Nº Operacions | 1 | 5 | 10 | 50 | 100 | 500 | 1000 | 2000 | 5000 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Valor% | 99.7473 | 98.7429 | 97.5015 | 88.1165 | 77.6452 | 28.2211 | 7.9643 | 0.6343 | 0.0003 |
| Comissió% | 0.2527 | 1.2571 | 2.4985 | 11.8835 | 22.3547 | 71.7789 | 92.0357 | 99.3657 | 99.9997 |

Taula 4.7: Efecte de les comissions en funció del nombre de moviments. Elaboració pròpia.

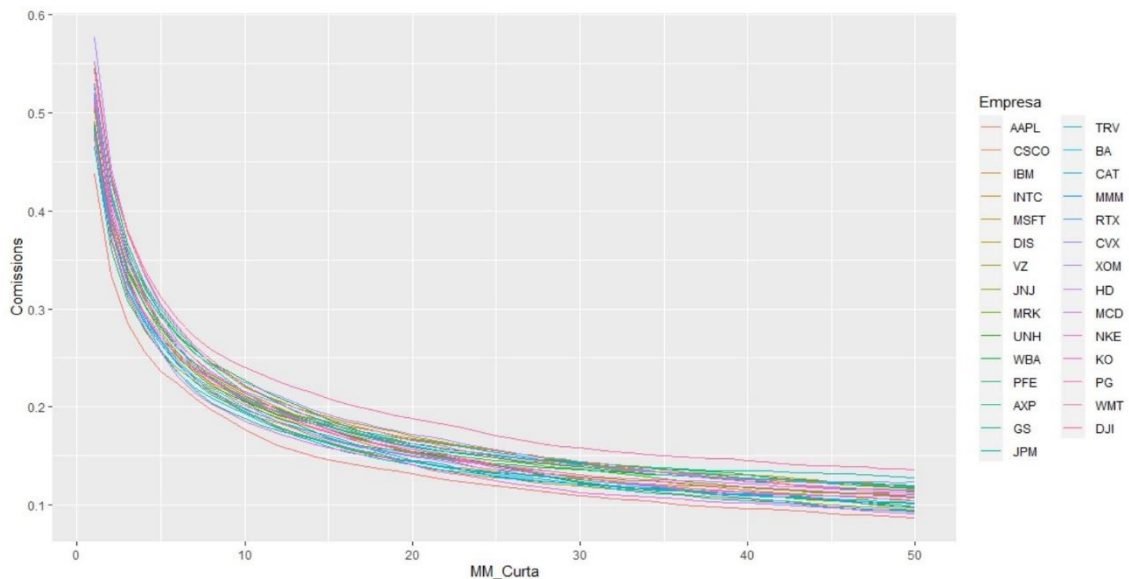
En la Taula 4.7 es pot veure com l'increment del nombre d'operacions afecta el valor final de les accions. La fila valor mostra el percentatge del capital inicial que manté l'inversor després de realitzar una operació, i la fila valor mostra la quantitat que es perd en qüestió de comissions d'intermediació.

La taula està feta suposant unes comissions constants. La taula ens mostra que si un inversor tria una estratègia amb uns paràmetres per als que prevegi una major quantitat de moviments caldrà que tingui en compte com l'afectarà l'increment de les comissions d'intermediació.

4.5.1. Comissions DMAC

El nombre de creuaments de mitjanes mòbils, com s'ha estat comentat en l'apartat 2.3.1.1, cal esperar que disminueixi a mesura que el període d'aquestes augmenti. A

mesura que augmenti el nombre de moviments, les comissions d'intermediació s'incrementen de forma proporcional.



Gràfic 4.1: Impacte de les comissions en funció del paràmetre curt del DMAC. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 4.1 es pot veure l'impacte de les comissions en funció del període de la mitjana mòbil de període curt, i cada color representa una empresa diferent. L'impacte de les comissions està mesurat com a proporció de la part que es queda l'intermediari en el total dels 16 anys.

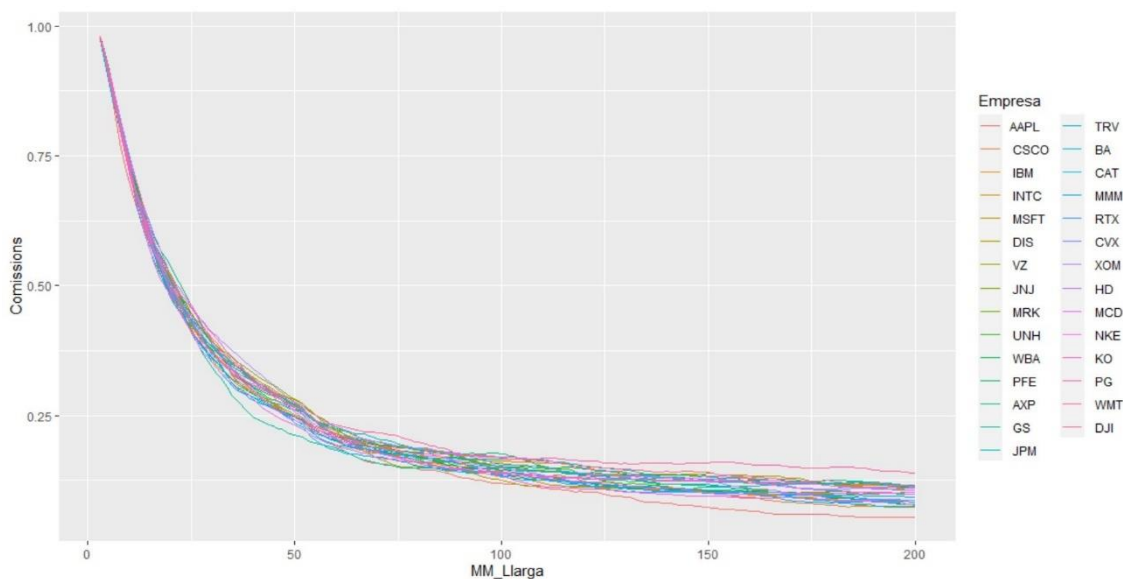
Com es pot veure en el Gràfic 4.1, l'increment de la mitjana mòbil de període curt implica una disminució de les comissions, això és pel menor nombre d'operacions.

Cal dir que aquest gràfic presenta un biaix a causa de les combinacions de paràmetres, això és perquè la mitjana mòbil curta va acompanyada d'una mitjana mòbil llarga, les mitjanes mòbils llargues tenen com a paràmetres entre 200 i 2 dies més que la mitjana mòbil curta, si s'eliminés aquest efecte, el gràfic tindria la mateixa forma però amb una menor inclinació.

Es pot observar que per a tots els valors la tendència és la mateixa, però alguns se situen sistemàticament per sobre o per sota. Les dues cotitzacions que s'allunyen més de la resta són Apple i Walmart.

Les diferències entre ambdues al llarg dels 50 paràmetres se situa entre un 26 i un 55% diferències que són força grans, quan en l'apartat 0 s'ha analitzat ambdues cotitzacions es pot observar que Walmart segueix una tendència lateral els primers 10 anys i en canvi la cotització d'Apple al llarg dels 16 anys es caracteritza per tendències alcistes llargues

i petites correccions, aquestes diferències entre ambdues cotitzacions provoquen que amb els mateixos paràmetres es realitzin una quantitat d'operacions tan diferent.



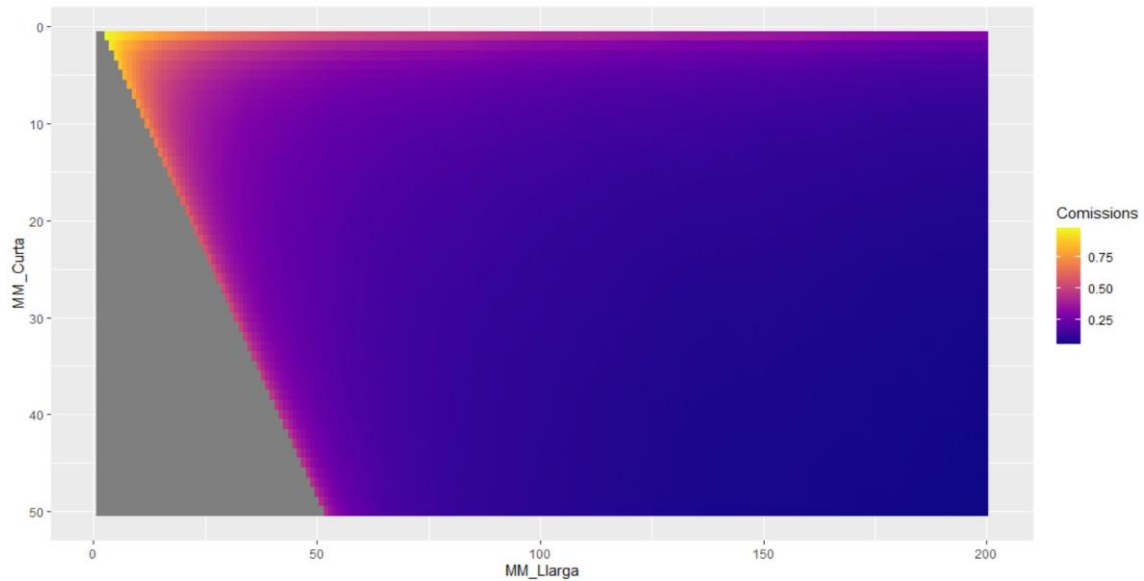
Gràfic 4.2: Impacte de les comissions en funció del paràmetre llarg del DMAC. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 4.2, es pot observar que a mesura que la mitjana mòbil llarga incrementa el període el nombre d'operacions disminueix, i que aquesta disminució és cada cop menor.

Cal tenir en compte que les primeres 50 mitjanes que es veuen en el Gràfic 4.2, estan esbiaixades respecte de les altres, donat que només van acompanyades de mitjanes mòbils curtes de dos períodes inferiors, a partir de la mitjana mòbil 52, per tant, totes els corresponen les mateixes mitjanes mòbils curtes.

De la mateixa manera que s'ha observat en el Gràfic 4.1, en el Gràfic 4.2 les dues empreses per a les quals l'impacte en les comissions ha resultat ser més diferent és per a Apple i Walmart, en aquest cas, però les diferències en termes relatius entre ambdues empreses s'incrementa fins a duplicar l'impacte de les comissions en Walmart que en Apple.

Aquestes diferències tan grans observades per a ambdós valors, s'expliquen pels diferents comportaments de les accions. Aquest fet ens mostra que tot i triar una estratègia d'inversió determinada el càlcul esperat de les comissions és força variable. Tot i això, com s'evidencia en el Gràfic 4.1 i el Gràfic 4.2, utilitzar en el DMAC uns paràmetres majors comporta menors costos d'intermediació.



Gràfic 4.3: Impacte de les comissions en funció d'ambdós paràmetres del DMAC. Elaboració pròpia.

El Gràfic 4.3 mostra l'impacte mitjà per a tots els valors estudiats de les comissions d'intermediació en funció d'ambdós paràmetres, com que en els anteriors dos gràfics, el Gràfic 4.1 i el Gràfic 4.2, s'ha vist que tot i existir diferències en alguns casos grans entre els valors, per a tots ells la tendència era similar.

En el gràfic s'observen les dues tendències clares que s'han comentat anteriorment, un decrement de les comissions d'intermediació a mesura que els paràmetres de les dues mitjanes mòbils.

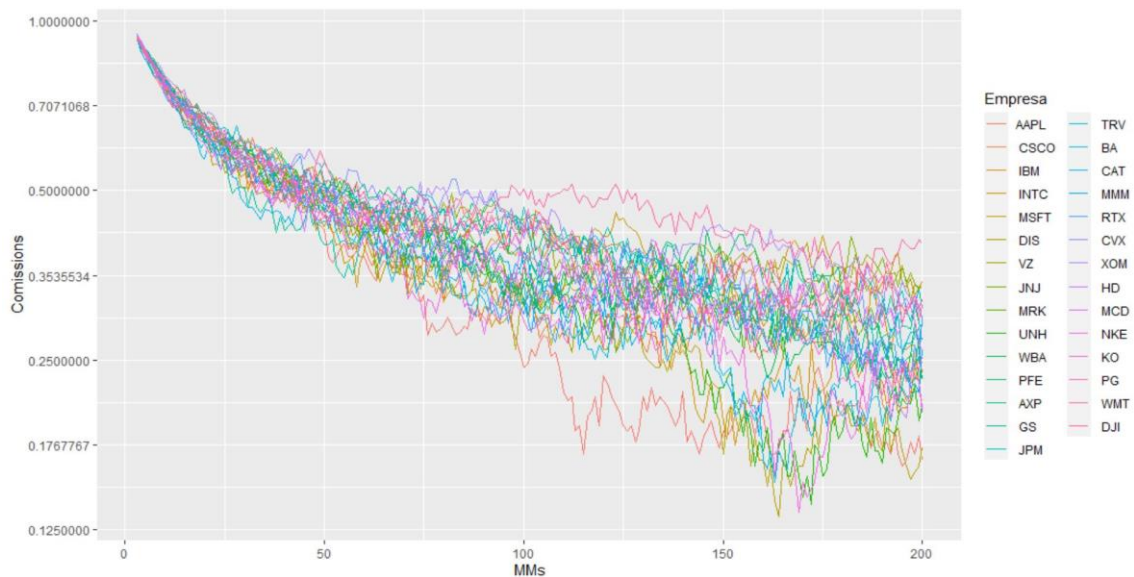
El Gràfic 4.3, ens permet apreciar una tendència que no s'ha pogut apreciar en els altres dos gràfics, consistent en un increment de les comissions d'intermediació i per tant dels senyals de compra i venda quan els paràmetres del DMAC són molt pròxims. Aquest fet s'explica perquè la proximitat de les dues mitjanes mòbils s'incrementa a l'apropar els valors dels dos paràmetres de manera que el nombre d'operacions és superior.

Utilitzar dues mitjanes mòbils de període relativament llarg i semblant permet que el sistema emeti un senyal de compra o de venda amb major rapidesa essent més semblants a la interacció entre una mitjana llarga d'un període semblant però amb una mitjana curta menor.

4.5.2. Comissions Direcció

El nombre de senyals en la tècnica de la Direcció depèn del nombre de vegades que la mitjana mòbil simple d'un període determinat canviï de direcció.

En utilitzar en aquest treball mitjanes mòbils simples aquest canvi de direcció és equivalent a què el preu de tancament superi al valor més antic de la mitjana mòbil i que en el mateix dia quan aquesta es torni a calcular es deixarà d'utilitzar.



Gràfic 4.4: Impacte de les comissions en funció del paràmetre de la Direcció. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 4.4, es pot observar com l'impacte de les comissions disminueix a mesura que s'incrementa el període de la mitjana mòbil utilitzada, en aquest cas a diferència del Gràfic 4.1 i el Gràfic 4.2 del DMAC les dades que es visualitzen no corresponen a mitjanes i aquesta és la raó per la qual s'observa moltíssima més variabilitat.

En aquest gràfic s'observa que per als paràmetres que se situen pròxims a 125 hi ha dues empreses que es diferencien més de la resta. Aquestes dues empreses són Apple i Walmart. Les dues cotitzacions tenen unes característiques particulars que s'han comentat en els apartats anteriors.

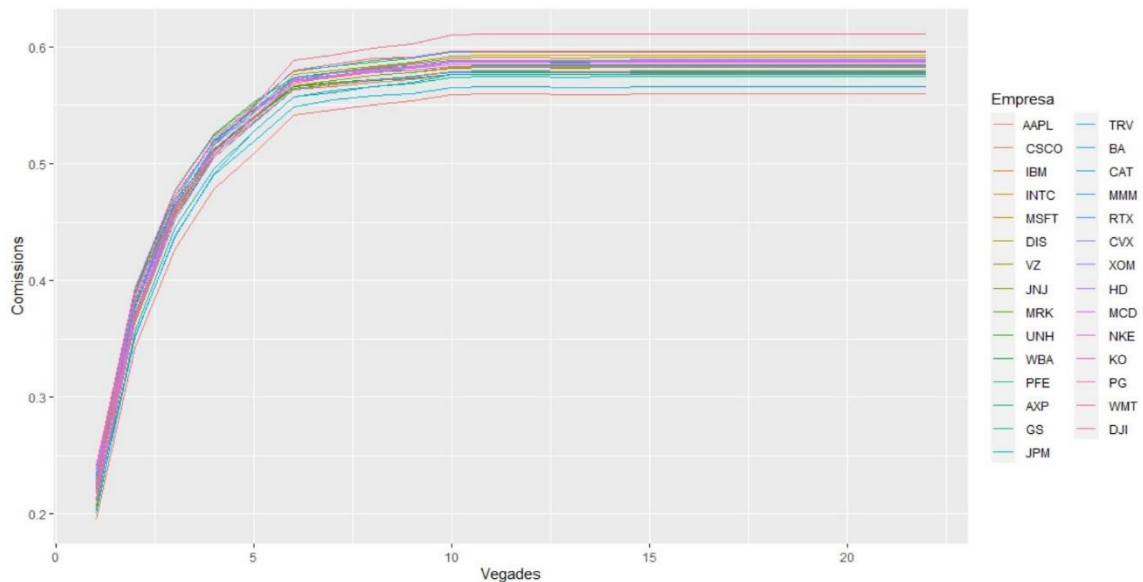
En aquest gràfic també s'aprecia que a partir de l'ús de la mitjana mòbil 150 la clara tendència a la baixa que s'ha observat en els paràmetres anteriors es difumina i els valors màxims i mínim per a cada paràmetre canvien d'empresa. El mínim registrat correspon a Disney.

El Gràfic 4.4 respecte al Gràfic 4.2, ens mostra amb claredat que en comparar aquest indicador amb el DMAC s'obtenen comissions d'intermediació més elevades, aquest fet és un dels determinants com s'ha explicat en l'apartat 4.2, pel qual aquesta tècnica ha mostrat uns resultats inferiors.

4.5.3. Comissions SAR

L'indicador SAR està conformat per dos paràmetres el paràmetre d'acceleració i el paràmetre d'acceleració màxima

Aquest indicador suposa que el mercat està sempre en direcció ascendent o en direcció descendent, igual que en les interpretacions que s'han realitzat per al DMAC i la Direcció en aquest treball.



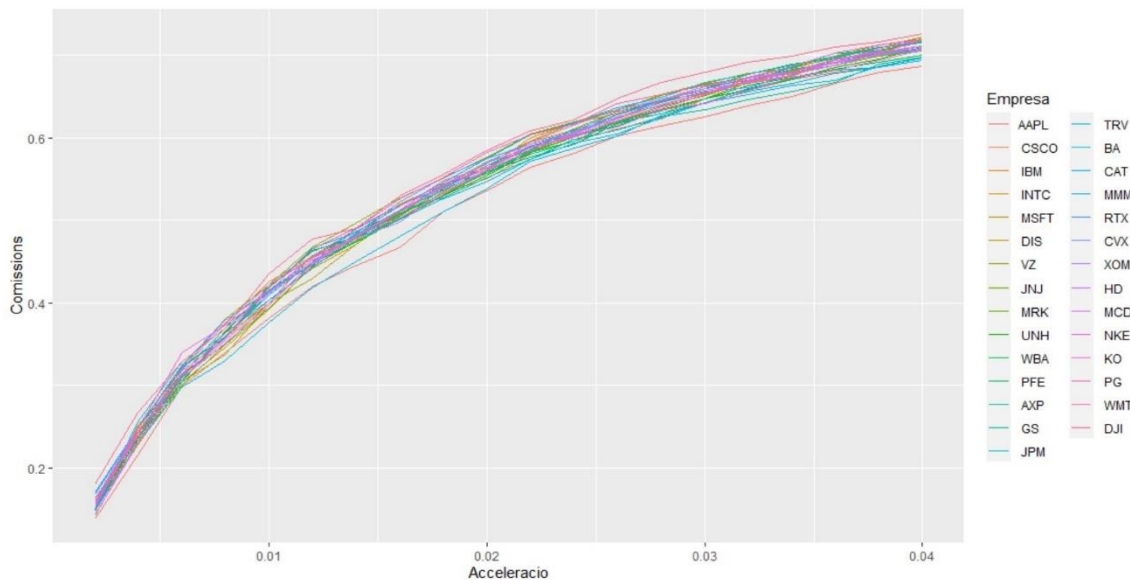
Gràfic 4.5: Impacte de les comissions en funció del paràmetre d'acceleració màxim. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 4.5, es pot observar com a mesura que el paràmetre d'acceleració màxima s'incrementa el nombre d'operacions i per tant l'import de les comissions d'intermediació és major. Aquest increment s'atura a partir de les 10 vegades punt a partir del qual les comissions són iguals.

El funcionament del paràmetre màxim d'acceleració explica per què succeeix aquest fet. El paràmetre d'acceleració màxim tal com indica el seu nom és el valor màxim que pot prendre el paràmetre d'acceleració. El paràmetre d'acceleració s'incrementa a cada cop que el preu màxim el preu mínim és més extrem que l'últim registrat d'ençà que s'ha iniciat la tendència, de manera que quan s'opera amb el SAR si el paràmetre d'acceleració és superior, això provoca que els valors dels mínims o màxims a superar que ens indica el SAR convergeixin amb més rapidesa als valors de tancament i es generi l'ordre de compra o venda més ràpidament.

Com es pot observar en el gràfic l'efecte del paràmetre d'acceleració màxima desapareix a partir de les deu vegades del paràmetre d'acceleració això es deu al fet que el nombre de vegades que es produeix un nou màxim consecutiu abans no canvia una tendència ocorre poques vegades i l'efecte es difumina i no es pot observar en dades agregades com les que mostra aquest gràfic.

S'observa que la tendència es compleix per a tots els valors i que les diferències entre les diferents empreses no és gaire elevada si es prenen com a referència els altres dos indicadors estudiats. Els valors màxims de les comissions d'intermediació per als valors de les comissions d'intermediació corresponen al propi índex i els valors mínim de les comissions d'intermediació corresponen a Apple i Boeing.

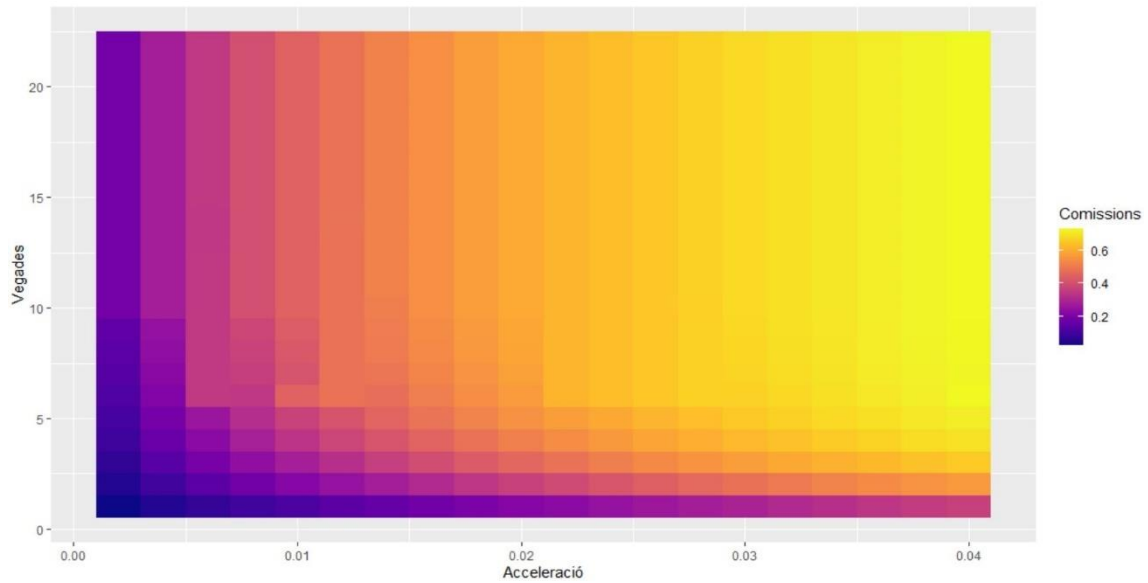


Gràfic 4.6: Impacte de les comissions en funció del paràmetre d'acceleració. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 4.6, s'observa com un increment en el paràmetre d'acceleració comporta un increment en l'efecte de les comissions d'intermediació.

La tendència és general i la segueixen tots els valors i mostren petites diferències entre ells, l'única anomalia destacable correspon a Apple i Boeing al voltant dels paràmetres d'acceleració de 0.015.

El paràmetre d'acceleració determina a la velocitat que s'actualitza el valor del SAR apropant-lo cap al màxim o mínim registrat en la tendència vigent, i és també el paràmetre que s'utilitza per a determinar l'increment del paràmetre d'acceleració intern de la fórmula, tal com està explicat en l'apartat 2.3.2. Quan s'incrementa el paràmetre s'incrementa la quantia en la qual el valor del SAR s'apropa a l'últim màxim o mínim registrat.



Gràfic 4.7: Impacte de les comissions en funció d'ambdós paràmetres. Elaboració pròpia.

En el Gràfic 4.7, es pot veure l'efecte de les comissions d'intermediació en funció dels paràmetres escollits.

En el gràfic s'observen els dos efectes que s'han comentat anteriorment. En els gràfics Gràfic 4.5 i Gràfic 4.6 no s'aprecien, a diferència del DMAC, combinacions de paràmetres que creïn una quantitat de senyals no esperada.

En aquest gràfic es pot apreciar que la combinació de paràmetres escollida per J.J.Wilder quan va crear aquest mètode, que corresponia a un paràmetre d'acceleració de 0.02 i un paràmetre d'acceleració màxima de 0.2, el paràmetre d'acceleració màxima no té un impacte en el nombre d'operacions i per tant no el té en la quantia de comissions a 16 anys vista.

5. Conclusions

Aquest estudi s'ha centrat a determinar si les 3 tècniques analitzades haurien resultat profitoses per a un inversor. Els resultats obtinguts per al que fa a les tres tècniques analitzades no han mostrat que seguint-les sigui possible aconseguir majors rendibilitats entre els dies que es tenen accions respecte als dies en què no es tenen.

Les dades utilitzades en aquest treball condicionen els resultats obtinguts i com s'ha esmentat amb anterioritat tenen un biaix, el biaix del supervivent. Les dades del treball estan condicionades a unes majors rendibilitats que el que caldria esperar per a valors del mercat triats l'atzar perquè han estat triades al final del període i no al principi.

Per a un inversor que pugui, o cregui que pugui, triar companyies amb rendibilitats superiors a les del mercat, segons els resultats obtinguts en aquest treball no li aportarà valor seguir un sistema de compres i vendes basat en qualsevol dels 3 mètodes estudiats.

En l'estudi s'han pogut observar tendències de mercat en funció dels principals esdeveniments polítics i econòmics. La tendència general del Dow Jones, i en especial dels components triats, és alcista. Els períodes baixistes apareixen en moments d'incertesa i en els primers estadis d'una contracció econòmica. Els períodes alcistes de major força són els que es generen a posteriori d'una contracció o quan la incertesa política desapareix.

En aquest treball s'ha comprovat que per aquells valors que al llarg dels 21 anys estudiats han acabat formant part de l'índex l'ús de les tres tècniques estudiades no ha estat profitós. Per una banda els dies en què els indicadors marcaven el manteniment de les accions en cartera no han mostrat majors rendibilitats que els dies en què no s'haurien d'haver tingut. Per altra banda en el global dels períodes no s'ha obtingut major rendibilitat que la obtinguda per les accions, de manera que per a un inversor, en termes generals, hauria estat més profitós mantenir les accions al llarg de tot el període estudiat.

Un inversor qualsevol hauria tingut problemes per a seleccionar-la principis del any 2000 les empreses que haurien format part de l'Índex a mitjans del 2020. Però no hauria tingut cap problema per a seleccionar el Dow Jones Industrial Average com a Índex de referència, i invertir-hi mitjançant un ETF. Els resultats obtinguts però han estat els mateixos.

També s'ha comprovat que el mètode Direcció no aporta una millora respecte al Creuament Dual de Mitjanes Mòbils, i aquest últim indica una menor quantitat de senyals d'entrada i sortida del valor.

Els resultats obtinguts en el treball han estat molt reveladors per al que fa a dues assumpcions genèriques que realitzen els inversors. En primer lloc s'ha comprovat que els paràmetres usualment recomanats, que corresponen generalment a nombres rodons, no aporten uns millors resultats per als inversors. I en segon lloc s'ha comprovat que per a períodes llargs de temps les combinacions de paràmetres que funcionen o que no ho fan, no guarden una clara relació extrapolable a la majoria d'empreses.

L'anàlisi tècnica realitzada en aquest treball no ha obtingut resultats significatius. Aquest resultat juntament amb la correlació incerta entre els estadístics t obtinguts per a ambdós períodes, reforcen la hipòtesi del mercat eficient, si una tècnica funcionés de forma sistemàtica aquesta informació passaria a estar disponible en el mercat, per tant, en intentar anticipar-se als canvis establerts pel model, s'alteraria la conducta dels inversors i el model deixaria de ser vàlid.

Les limitacions metodològiques d'aquest treball s'han comentat en l'apartat 2.5. Les principals limitacions de l'anàlisi duta a terme corresponen a qüestions relacionades amb la liquiditat a l'hora de fer les operacions tenint en compte retencions i endarreriments en els moments de pagament i amb la fiscalitat dels hipotètics beneficis obtinguts. Ambdues impliquen per part de l'inversor un esforç extraordinari de capital per a poder dur a terme les operacions que el sistema li indiqui.

L'existència d'una tributació pels beneficis obtinguts de la compravenda d'accions i dels dividends, sí que suposen una diferència a llarg termini, de més difícil càlcul. L'inversor no podria imitar els resultats a la perfecció obtinguts, però tampoc ho podria fer un inversor que simplement hagués comprat accions el primer dia i les hagués venut l'últim dia estudiat.

Valorar amb major exactitud és una de les dues finestres obertes que queden en opinió de l'autor. La primera és la ja comentada de l'impacte de la tributació dels beneficis, i l'altre seria la corresponent al resultat obtingut en l'apartat 4.4, on s'explica que no hi ha relació clara entre comportament dels paràmetres. Aquest és el resultat més interessant obtingut en el treball, per a períodes llargs i diferents com els estudiats. La tria de paràmetres d'un període no garanteix que aquesta sigui igual de bona ni igual de dolenta. Per a futurs treballs seria d'interès calcular-ne també la correlació entre els possibles paràmetres d'altres indicadors tècnics.

6. Bibliografía

- Benjamin Graham David L. Dodd. (2008). *Security Analysis* 6th edition. A Benjamin Graham David L. Dodd, *Security Analysis 6th edition* (p. 61-67). Estats Units: McGraw-Hill Professional Publishing.
- BESPOKE. (18 / Octubre / 2016). Recollit de Bespoke Investment Group: <https://www.bespokepremium.com/think-big-blog/sector-weights-of-sp-500-vs-dow-jones/>
- BME. (24 / Maig / 2021). *Bolsa de Madrid*. Consultat el 2021, a BME: <https://www.bolsamadrid.es/esp/ETFs/InformacionGeneral/IntroduccionalosETFs.aspx>
- CRSP. (15 / Febrer / 2021). Recollit de Center for Research in Security Prices, LLC: <http://www.crsp.org/products/documentation/crsp-calculations>
- DEGIRO. (17 / Febrer / 2021). Recollit de DEGIRO: <https://www.degiro.es/tarifas/tarifas.html>
- Duignan, B. (1 / Maig / 2021). *Britannica*. Recollit de <https://www.britannica.com/topic/Standard-Oil>
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *JSTOR*, 383-416. Recollit de <http://efinance.org.cn/cn/fm/Efficient%20Capital%20Markets%20A%20Review%20of%20Theory%20and%20Empirical%20Work.pdf>
- HAYES, A. (17 / Febrer / 2021). *Investopedia*. Recollit de DotDash publishing family: <https://www.investopedia.com/terms/g/goldencross.asp>
- Hernández, B. (2000). Bolsa y estadística Bursátil. A B. Hernández, *Bolsa y estadística Bursátil* (p. 4-6). Madrid: Díaz de Santos, S.A.
- Park, C.-H. and Irwin, S.H. (2004) The profitability of technical analysis: a review, AgMAS Research Report.
- J. Welles Wilder, J. (1978). New concepts in technical trading systems. A J. J. Welles Wilder, *New concepts in technical trading systems* (p. 9-21). Winston-Salem, Carolina del Nord, Estats Units: Hunter Publishing. Recollit de <https://books.mec.biz/tmp/books/218XOTBWY3FEW2CT3EVR.PDF>
- Martin, J. P. (2014). Technical analysis explained. A J. P. Martin, *Technical Analysis Explained, Fifth Edition: The Successful Investor's Guide to Spotting Investment Trends and Turning Points* (5a ed., p. 209-213). McGraw Hill Education. Recollit de <http://1.droppdf.com/files/RTYxd/technical-analysis-explained-martin-j-pring-2014.pdf>
- Massoud Metghalchi , Juri Marcucci & Yung-Ho Chang (2012) Are moving average trading rules profitable? Evidence from the European stock markets, *Applied Economics*, 44:12, 1539-1559, DOI: 10.1080/00036846.2010.543084

- MSCI*. (16 / Febrer / 2021). Recollit de MSCI gics: <https://www.msci.com/gics>
- Seth, S. (7 / Març / 2020). *Basics algorithmic trading concepts and examples, investopedia*. Recollit de investopedia: <https://www.investopedia.com/articles/active-trading/101014/basics-algorithmic-trading-concepts-and-examples.asp>
- SPglobal*. (16 / Febrer / 2021). Recollit de SPGLOBAL methodology dj averages: <https://www.spglobal.com/spdji/en/documents/methodologies/methodology-dj-averages.pdf>
- Stack Overflow*. (22 / Abril / 2021). Recollit de <https://stackoverflow.com/questions/37745430/r-parabolic-sar-and-look-ahead-bias>
- STHDA*. (12 / Febrer / 2021). Recollit de STHDA: <http://www.sthda.com/english/wiki/elegant-correlation-table-using-xtable-r-package>
- Systems, P. (9 / Setembre / 2015). *La teoria de Dow, pullback*. Recollit de pullback: <https://web.archive.org/web/20150909102518/http://www.pullback.es/la-teoria-de-dow/>
- The R Graph Gallery*. (15 / Febrer / 2021). Recollit de The R Graph Gallery: <https://www.r-graph-gallery.com/index.html>
- Ulick, J. (7 / Setembre / 2001). *CNN Money Markets and Stocks*. Recollit de CNN Money: https://money.cnn.com/2001/09/17/markets/markets_newyork/
- Ulrich, J. (17 / Febrer / 2021). *Github*. Recollit de Github issues TTR: <https://github.com/joshualrich/TTR/issues/23>
- Eero Pätäri & Mika Vilska (2014) *Performacne of moving average trading strategies over varying stock market conditions: the Finnish evidence*. Applied Economics. Routledge. doi:10.1080/00036846.2014.914145
- Yahoo Finance*. (5 / Gener / 2021). Recollit de Yahoo Finance: <https://finance.yahoo.com/>

7. Llistat de taules

| | |
|---|----|
| Taula 2.1 : Exemple de càlcul de la mitjana mòbil simple..... | 8 |
| Taula 2.2: Tractament dades mancants MMS | 9 |
| Taula 2.3 : Dies necessaris per assolir valors coincidents en funció dels paràmetres del SAR ... | 17 |
| Taula 3.1 : Estadístics principals components del Dow Jones i del propi indicador, al llarg dels anys 2000-2020. | 30 |
| Taula 3.2 : Correlacions sector de la informació i tecnologia | 33 |
| Taula 3.3: Correlacions sector de la salut | 36 |
| Taula 3.4 : Correlacions sector financer..... | 38 |
| Taula 3.5 : Correlacions sector industrial..... | 40 |
| Taula 3.6 : Correlacions sector consum cíclic..... | 43 |
| Taula 3.7: Correlacions sector consum defensiu | 45 |
| Taula 4.1: Resultats DMAC..... | 52 |
| Taula 4.2: Resultats Direcció | 55 |
| Taula 4.3: Resultats SAR | 57 |
| Taula 4.4: Resultats segona hipòtesi..... | 59 |
| Taula 4.5: Resultats tercera hipòtesi..... | 60 |
| Taula 4.6: Resultats quarta hipòtesi. Correlació estadístic t dels dos períodes..... | 61 |
| Taula 4.7: Efecte de les comissions en funció del nombre de moviments | 63 |
| Taula 9.1: Combinacions de paràmetres sense anàlisi possible | 78 |
| Taula 9.2: Resultats DMAC..... | 81 |
| Taula 9.3: Resultats direcció..... | 83 |
| Taula 9.4: Resultats SAR..... | 84 |

8. Llistat de gràfics

| | |
|---|----|
| Gràfic 2.1: Mitjanes mòbils simples sobre la cotització d'Apple l'any 2001, i senyal de mercat alcista o baixista segons ambdues estratègies..... | 10 |
| Gràfic 2.2: Mitjanes mòbils simples sobre cotització Apple l'any 2001, i rendibilitat acumulada d'ambdues estratègies. | 11 |
| Gràfic 2.3: Mitjana mòbil simple sobre la cotització d'Apple l'any 2001, períodes de mercat alcista o baixista, i rendibilitat acumulada. | 13 |
| Gràfic 2.4: P-SAR sobre la cotització d'Apple l'any 2001, períodes de mercat alcista o baixista, i rendibilitat acumulada. | 15 |
| Gràfic 3.1: Dow Jones industrial Average 2000-2020, base any 2000 | 27 |
| Gràfic 3.2: Evolució empreses del sector de la informació i la tecnologia..... | 32 |
| Gràfic 3.3: Evolució empreses del sector dels serveis de comunicació | 34 |
| Gràfic 3.4: Evolució empreses del sector Salut | 35 |
| Gràfic 3.5: Evolució empreses del sector financer | 37 |
| Gràfic 3.6: Evolució empreses del sector industrial | 39 |
| Gràfic 3.7: Evolució empreses del sector energètic. | 41 |
| Gràfic 3.8: Evolució empreses del sector consum cíclic..... | 42 |
| Gràfic 3.9: Evolució empreses del sector consum cíclic..... | 44 |
| Gràfic 3.10: Correlacions rendibilitats contínues empreses. | 45 |
| Gràfic 3.11: Correlacions rendibilitats contínues de les empreses amb l'índex. | 46 |
| Gràfic 3.12: Valor en Risc, al 5% en verd i 1% en vermell | 48 |
| Gràfic 3.13: Valor en risc condicional, en verd 5% i en vermell 1% | 49 |
| Gràfic 4.1: Impacte de les comissions en funció del paràmetre curt del DMAC..... | 64 |
| Gràfic 4.2: Impacte de les comissions en funció del paràmetre llarg del DMAC | 65 |
| Gràfic 4.3: Impacte de les comissions en funció d'ambdós paràmetres del DMAC..... | 66 |
| Gràfic 4.4: Impacte de les comissions en funció del paràmetre de la Direcció | 67 |
| Gràfic 4.5: Impacte de les comissions en funció del paràmetre d'acceleració màxim | 68 |
| Gràfic 4.6: Impacte de les comissions en funció del paràmetre d'acceleració | 69 |
| Gràfic 4.7: Impacte de les comissions en funció d'ambdós paràmetres..... | 70 |

9. Annex

9.1. Valors per als que no hi ha senyals

En el càlcul del backtest per a algunes combinacions de paràmetres en les cotitzacions d'algunes empreses no ha estat possible calcular l'estadístic t , per les següents situacions:

- Impossibilitat de calcular la mitjana de les rendibilitats contínues els dies en què no es tenen accions, perquè en el període no hi ha cap dia en què no es tinguin.
- Impossibilitat de calcular la variabilitat de les rendibilitats contínues dels dies en què no es tenen accions perquè el nombre de dies en què no s'han tingut accions és d'únicament un dia. Aquests corresponen als valors de la taula de 3 operacions i 1 dia amb accions.

A la taula següent es poden veure per a cada empresa, quina estratègia amb la seva combinació de paràmetres no ha estat possible calcular els valors de t .

| Tècnica | Paràmetres | Nombre d'operacions | Dies sense accions | Empresa |
|---------|------------|---------------------|--------------------|---------|
| SAR | 0.002_1 | 1 | 0 | WMT |
| Dir | 178 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 179 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 180 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 181 | 3 | 1 | MSFT |
| Dir | 182 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 184 | 3 | 1 | MSFT |
| Dir | 185 | 3 | 1 | MSFT |
| Dir | 186 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 187 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 188 | 3 | 1 | MSFT |
| Dir | 189 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 190 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 191 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 192 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 193 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 194 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 195 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 196 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 197 | 1 | 0 | MSFT |

| | | | | |
|-----|-----|---|---|------|
| Dir | 198 | 1 | 0 | MSFT |
| Dir | 199 | 3 | 1 | MSFT |
| Dir | 200 | 3 | 1 | MSFT |

Taula 9.1: Combinacions de paràmetres sense anàlisi possible

El nombre d'operacions és com a mínim d'1, donat que el primer, dia si així ho indicava l'indicador, es compraven accions.

9.2. Resultats iguals SAR

La taula d'aquest annex, mostra totes les combinacions de paràmetres, que també han obtingut el mateix valor en els estadístics calculats, per a ambdós períodes.

Aquesta taula complementa, per tant els resultats que es mostren a la Taula 9.4, i a la taula reduïda Taula 4.3.

| Empresa | Accel | Vegades | Empresa | Accel | Vegades |
|---------|-------|---------|---------|-------|---------|
| MRK | 0.008 | 1 | BA | 0.008 | 18 |
| UNH | 0.004 | 1 | BA | 0.008 | 19 |
| PFE | 0.002 | 11 | BA | 0.008 | 20 |
| PFE | 0.002 | 12 | BA | 0.008 | 21 |
| PFE | 0.002 | 13 | BA | 0.008 | 22 |
| PFE | 0.002 | 14 | MMM | 0.004 | 1 |
| PFE | 0.002 | 15 | RTX | 0.008 | 1 |
| PFE | 0.002 | 16 | XOM | 0.004 | 1 |
| PFE | 0.002 | 17 | DJI | 0.008 | 11 |
| PFE | 0.002 | 18 | DJI | 0.008 | 12 |
| PFE | 0.002 | 19 | DJI | 0.008 | 13 |
| PFE | 0.002 | 20 | DJI | 0.008 | 14 |
| PFE | 0.002 | 21 | DJI | 0.008 | 15 |
| PFE | 0.002 | 22 | DJI | 0.008 | 16 |
| BA | 0.008 | 11 | DJI | 0.008 | 17 |
| BA | 0.008 | 12 | DJI | 0.008 | 18 |
| BA | 0.008 | 13 | DJI | 0.008 | 19 |
| BA | 0.008 | 14 | DJI | 0.008 | 20 |
| BA | 0.008 | 15 | DJI | 0.008 | 21 |
| BA | 0.008 | 16 | DJI | 0.008 | 22 |
| BA | 0.008 | 17 | | | |

9.3. Taules completes de resultats

Les tres taules que es mostren a continuació són les taules completes dels apartats 4.1.1, 4.1.2 i 4.1.3, corresponents als resultats.

Les tres taules disposen d'un esquema igual pel que fa al significat de les capçaleres de les columnes. Els noms de les columnes són críptics per motius evidents d'espai.

Per a totes les taules:

- La primera columna fa referència a l'empresa.
- La segona, i la tercera si així està indicat, corresponen als paràmetres que major valor de l'estadístic t, ajustat per comissions (tc), del primer període.
- "t" fa referència a l'estadístic t, utilitzat en aquest treball.
- "p" fa referència al p-valor corresponent l'estadístic t de la columna que es troba a l'esquerra d'aquesta.
- "r" fa referència a la rendibilitat logarítmica de l'estratègia.
- "2" indica que les dades a les quals fa referència són del segon període.
- "c" indica que el càlcul d'aquests inclou les comissions d'intermediació.
- "r*" i "r2*" fan referència a la rendibilitat logarítmica total d'aquella acció en el període.
- "R rel" fa referència al "posició relativa", en l'apartat 2.4.2.1, està detallat que s'entén per "posició relativa".

| | llarg | curt | t | p | t2 | p2 | tc | pc | tc2 | pc2 | r | r2 | rc | rc2 | r* | r2* | R rel |
|------|-------|------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
| AAPL | 55 | 49 | 2.365 | 0.009 | -0.325 | 0.627 | 2.256 | 0.012 | -0.410 | 0.659 | 4.495 | 1.092 | 4.189 | 1.004 | 3.342 | 1.701 | 0.537 |
| CSCO | 174 | 39 | 1.910 | 0.028 | -0.192 | 0.576 | 1.879 | 0.030 | -0.211 | 0.583 | 1.321 | 0.397 | 1.265 | 0.377 | -0.566 | 0.674 | 0.239 |
| IBM | 24 | 10 | 0.996 | 0.160 | -0.413 | 0.660 | 0.619 | 0.268 | -0.618 | 0.732 | 0.774 | -0.045 | 0.313 | -0.187 | 0.412 | 0.138 | 0.085 |
| INTC | 98 | 17 | 1.457 | 0.073 | -1.512 | 0.935 | 1.393 | 0.082 | -1.580 | 0.943 | 1.253 | -0.268 | 1.129 | -0.336 | 0.097 | 0.495 | 0.751 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|----|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|
| MSFT | 18 | 16 | 1.993 | 0.023 | -0.109 | 0.543 | 1.348 | 0.089 | -0.414 | 0.661 | 1.454 | 0.997 | 0.543 | 0.661 | 0.311 | 1.489 | 0.082 |
| DIS | 127 | 50 | 1.522 | 0.064 | -1.072 | 0.858 | 1.485 | 0.069 | -1.128 | 0.870 | 1.997 | 0.005 | 1.924 | -0.033 | 1.456 | 0.623 | 0.974 |
| VZ | 61 | 44 | 0.712 | 0.238 | -1.319 | 0.906 | 0.532 | 0.297 | -1.497 | 0.933 | 0.673 | -0.011 | 0.473 | -0.109 | 0.566 | 0.459 | 0.661 |
| JNJ | 39 | 33 | 1.280 | 0.100 | -0.833 | 0.797 | 0.828 | 0.204 | -1.090 | 0.862 | 1.212 | 0.147 | 0.779 | 0.003 | 1.202 | 0.575 | 0.209 |
| MRK | 80 | 41 | 1.814 | 0.035 | -1.349 | 0.911 | 1.712 | 0.044 | -1.420 | 0.922 | 1.284 | 0.048 | 1.150 | -0.008 | 0.384 | 0.579 | 0.847 |
| UNH | 89 | 47 | 0.905 | 0.183 | -1.451 | 0.926 | 0.853 | 0.197 | -1.479 | 0.930 | 2.698 | 0.407 | 2.582 | 0.374 | 2.961 | 1.165 | 0.797 |
| WBA | 124 | 45 | 0.904 | 0.183 | 0.290 | 0.386 | 0.835 | 0.202 | 0.220 | 0.413 | 1.280 | -0.146 | 1.183 | -0.179 | 1.299 | -0.611 | 0.091 |
| PFE | 86 | 44 | 1.026 | 0.153 | -1.408 | 0.920 | 0.899 | 0.184 | -1.501 | 0.933 | 0.818 | -0.136 | 0.679 | -0.194 | 0.535 | 0.380 | 0.551 |
| AXP | 110 | 21 | 1.121 | 0.131 | -0.463 | 0.678 | 1.054 | 0.146 | -0.487 | 0.687 | 1.265 | 0.277 | 1.133 | 0.234 | 0.623 | 0.651 | 0.245 |
| GS | 34 | 25 | 2.000 | 0.023 | 0.399 | 0.345 | 1.841 | 0.033 | 0.243 | 0.404 | 2.077 | 0.399 | 1.789 | 0.275 | 0.873 | 0.467 | 0.221 |
| JPM | 46 | 40 | 0.532 | 0.297 | 1.141 | 0.127 | 0.338 | 0.368 | 1.033 | 0.151 | 0.899 | 0.972 | 0.517 | 0.853 | 0.784 | 0.818 | 0.001 |
| TRV | 12 | 10 | 1.530 | 0.063 | 0.365 | 0.358 | 0.604 | 0.273 | -0.219 | 0.587 | 1.816 | 0.307 | 0.602 | -0.095 | 1.651 | 0.354 | 0.485 |
| BA | 76 | 50 | 2.059 | 0.020 | 0.370 | 0.356 | 1.968 | 0.025 | 0.340 | 0.367 | 2.304 | 0.566 | 2.154 | 0.518 | 1.609 | 0.550 | 0.444 |
| CAT | 134 | 42 | 2.361 | 0.009 | -0.597 | 0.725 | 2.324 | 0.010 | -0.623 | 0.733 | 2.555 | 0.522 | 2.494 | 0.494 | 1.598 | 1.137 | 0.372 |
| MMM | 74 | 25 | 0.479 | 0.316 | 0.090 | 0.464 | 0.363 | 0.358 | 0.034 | 0.486 | 1.188 | 0.224 | 1.039 | 0.181 | 1.544 | 0.316 | 0.070 |
| RTX | 115 | 48 | 1.192 | 0.117 | -1.620 | 0.947 | 1.151 | 0.125 | -1.664 | 0.952 | 1.710 | -0.427 | 1.632 | -0.470 | 1.434 | 0.293 | 0.965 |
| CVX | 13 | 11 | 1.393 | 0.082 | -0.210 | 0.583 | 0.468 | 0.320 | -0.642 | 0.740 | 1.567 | 0.014 | 0.444 | -0.355 | 1.470 | 0.175 | 0.563 |
| XOM | 183 | 31 | 0.508 | 0.306 | -0.298 | 0.617 | 0.454 | 0.325 | -0.371 | 0.644 | 0.962 | -0.235 | 0.881 | -0.267 | 1.080 | -0.385 | 0.450 |
| HD | 30 | 12 | 1.856 | 0.032 | 0.753 | 0.226 | 1.655 | 0.049 | 0.606 | 0.272 | 1.856 | 0.725 | 1.534 | 0.611 | 1.011 | 0.821 | 0.026 |
| MCD | 35 | 29 | 2.456 | 0.007 | 0.704 | 0.241 | 2.119 | 0.017 | 0.593 | 0.277 | 2.097 | 0.704 | 1.685 | 0.598 | 1.491 | 0.717 | 0.022 |
| NKE | 109 | 48 | 0.686 | 0.246 | -1.821 | 0.966 | 0.659 | 0.255 | -1.866 | 0.969 | 3.021 | 0.000 | 2.953 | -0.038 | 3.484 | 0.893 | 0.944 |
| KO | 41 | 39 | 1.929 | 0.027 | -0.352 | 0.638 | 1.323 | 0.093 | -0.729 | 0.767 | 1.533 | 0.176 | 0.873 | -0.049 | 1.135 | 0.414 | 0.580 |
| PG | 39 | 25 | 1.224 | 0.110 | 0.568 | 0.285 | 0.984 | 0.163 | 0.476 | 0.317 | 1.060 | 0.637 | 0.779 | 0.562 | 0.803 | 0.714 | 0.020 |
| WMT | 27 | 16 | 0.266 | 0.395 | -1.016 | 0.845 | -0.143 | 0.557 | -1.240 | 0.892 | 0.230 | 0.378 | -0.213 | 0.211 | 0.181 | 0.972 | 0.828 |
| DJI | 172 | 42 | 1.038 | 0.150 | -1.387 | 0.917 | 0.970 | 0.166 | -1.400 | 0.919 | 0.708 | 0.163 | 0.630 | 0.145 | 0.428 | 0.573 | 0.889 |

Taula 9.2: Resultats DMAC

| | Param | t | p | t2 | p2 | tc | pc | tc2 | pc2 | r | r2 | rc | rc2 | r* | r2* | R rel |
|------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| AAPL | 53 | 2.163 | 0.015 | -0.406 | 0.685 | 2.003 | 0.023 | -0.485 | 0.686 | 4.362 | 1.133 | 3.886 | 1.020 | 3.342 | 1.701 | 0.766 |
| CSCO | 130 | 1.507 | 0.066 | -0.689 | 0.491 | 1.338 | 0.090 | -0.782 | 0.783 | 0.977 | 0.247 | 0.669 | 0.138 | -0.566 | 0.674 | 0.589 |
| IBM | 196 | 0.327 | 0.372 | -2.481 | 0.013 | 0.094 | 0.463 | -2.851 | 0.998 | 0.418 | -0.630 | 0.115 | -0.820 | 0.412 | 0.138 | 0.980 |
| INTC | 81 | 1.790 | 0.037 | -1.289 | 0.198 | 1.581 | 0.057 | -1.509 | 0.934 | 1.515 | -0.203 | 1.118 | -0.411 | 0.097 | 0.495 | 0.355 |
| MSFT | 58 | 0.449 | 0.327 | -2.512 | 0.013 | 0.163 | 0.435 | -2.611 | 0.995 | 0.464 | 0.455 | 0.052 | 0.270 | 0.311 | 1.489 | 0.741 |
| DIS | 71 | 1.353 | 0.088 | 0.041 | 0.968 | 1.145 | 0.126 | -0.145 | 0.558 | 1.857 | 0.371 | 1.459 | 0.232 | 1.456 | 0.623 | 0.558 |
| VZ | 197 | 0.629 | 0.265 | -1.370 | 0.171 | 0.343 | 0.366 | -1.501 | 0.933 | 0.682 | 0.071 | 0.297 | -0.058 | 0.566 | 0.459 | 0.472 |
| JNJ | 57 | 0.677 | 0.249 | -1.549 | 0.122 | 0.199 | 0.421 | -1.831 | 0.966 | 1.037 | -0.002 | 0.498 | -0.187 | 1.202 | 0.575 | 0.472 |
| MRK | 155 | 0.960 | 0.169 | -0.734 | 0.463 | 0.766 | 0.222 | -0.850 | 0.802 | 0.825 | 0.212 | 0.527 | 0.108 | 0.384 | 0.579 | 0.492 |
| UNH | 200 | 1.002 | 0.158 | -1.083 | 0.280 | 0.941 | 0.174 | -1.109 | 0.866 | 3.126 | 0.672 | 2.893 | 0.624 | 2.961 | 1.165 | 0.391 |
| WBA | 159 | 0.610 | 0.271 | -1.956 | 0.051 | 0.404 | 0.343 | -2.265 | 0.988 | 1.159 | -0.709 | 0.845 | -0.828 | 1.299 | -0.611 | 0.822 |
| PFE | 191 | 1.002 | 0.158 | -0.550 | 0.583 | 0.754 | 0.226 | -0.644 | 0.740 | 0.823 | 0.107 | 0.534 | 0.034 | 0.535 | 0.380 | 0.289 |
| AXP | 154 | 0.624 | 0.266 | 0.628 | 0.530 | 0.491 | 0.312 | 0.615 | 0.269 | 0.948 | 0.772 | 0.609 | 0.749 | 0.623 | 0.651 | 0.091 |
| GS | 33 | 1.610 | 0.054 | 0.528 | 0.597 | 1.273 | 0.102 | 0.228 | 0.410 | 1.789 | 0.471 | 1.162 | 0.200 | 0.873 | 0.467 | 0.452 |
| JPM | 140 | -0.173 | 0.569 | -0.207 | 0.836 | -0.350 | 0.637 | -0.327 | 0.628 | 0.308 | 0.489 | -0.091 | 0.334 | 0.784 | 0.818 | 0.614 |
| TRV | 128 | 0.114 | 0.454 | -0.239 | 0.812 | -0.096 | 0.538 | -0.394 | 0.653 | 1.195 | 0.141 | 0.747 | -0.003 | 1.651 | 0.354 | 0.645 |
| BA | 160 | 1.949 | 0.026 | 1.530 | 0.127 | 1.861 | 0.031 | 1.479 | 0.070 | 2.399 | 1.240 | 2.217 | 1.161 | 1.609 | 0.550 | 0.000 |
| CAT | 86 | 1.928 | 0.027 | -0.350 | 0.726 | 1.709 | 0.044 | -0.459 | 0.677 | 2.291 | 0.635 | 1.911 | 0.505 | 1.598 | 1.137 | 0.472 |
| MMM | 143 | 0.124 | 0.451 | -0.161 | 0.872 | -0.138 | 0.555 | -0.277 | 0.609 | 1.118 | 0.141 | 0.698 | 0.057 | 1.544 | 0.316 | 0.279 |
| RTX | 103 | 0.782 | 0.217 | -0.631 | 0.528 | 0.606 | 0.272 | -0.775 | 0.781 | 1.459 | -0.061 | 1.120 | -0.245 | 1.434 | 0.293 | 0.827 |
| CVX | 163 | -0.010 | 0.504 | 0.194 | 0.846 | -0.218 | 0.586 | 0.118 | 0.453 | 1.007 | 0.196 | 0.617 | 0.105 | 1.470 | 0.175 | 0.076 |
| XOM | 124 | -0.066 | 0.526 | -0.834 | 0.405 | -0.349 | 0.636 | -1.304 | 0.904 | 0.645 | -0.369 | 0.225 | -0.571 | 1.080 | -0.385 | 0.853 |
| HD | 31 | 0.845 | 0.199 | -0.407 | 0.684 | 0.386 | 0.350 | -0.631 | 0.736 | 1.180 | 0.393 | 0.408 | 0.186 | 1.011 | 0.821 | 0.355 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| MCD | 107 | 0.538 | 0.295 | -0.230 | 0.818 | 0.273 | 0.393 | -0.333 | 0.630 | 1.249 | 0.435 | 0.857 | 0.327 | 1.491 | 0.717 | 0.406 |
| NKE | 161 | 0.314 | 0.377 | -0.565 | 0.572 | 0.247 | 0.402 | -0.676 | 0.750 | 3.022 | 0.519 | 2.786 | 0.380 | 3.484 | 0.893 | 0.365 |
| KO | 42 | 0.784 | 0.217 | -1.300 | 0.194 | 0.155 | 0.438 | -1.764 | 0.961 | 1.044 | -0.046 | 0.318 | -0.357 | 1.135 | 0.414 | 0.893 |
| PG | 36 | 0.130 | 0.448 | -0.439 | 0.661 | -0.394 | 0.653 | -0.702 | 0.758 | 0.554 | 0.379 | -0.101 | 0.161 | 0.803 | 0.714 | 0.589 |
| WMT | 185 | -0.564 | 0.714 | -2.107 | 0.036 | -0.919 | 0.821 | -2.163 | 0.984 | -0.167 | 0.417 | -0.592 | 0.328 | 0.181 | 0.972 | 0.726 |
| DJI | 123 | 0.339 | 0.367 | -0.545 | 0.586 | -0.008 | 0.503 | -0.654 | 0.743 | 0.418 | 0.278 | 0.008 | 0.144 | 0.428 | 0.573 | 0.411 |

Taula 9.3: Resultats direcció

| | Accel | Vegades | t | p | t2 | p2 | tc | pc | tc2 | pc2 | r | r2 | rc | rc2 | r* | r2* | R rel |
|------|-------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|
| AAPL | 0.016 | 9 | 2.080 | 0.019 | 0.968 | 0.225 | 1.766 | 0.039 | 0.757 | 0.225 | 3.830 | 1.479 | 3.157 | 1.249 | 3.342 | 1.701 | 0.194 |
| CSCO | 0.006 | 1 | 0.951 | 0.171 | -0.577 | 0.726 | 0.911 | 0.181 | -0.601 | 0.726 | 0.504 | 0.288 | 0.436 | 0.260 | -0.566 | 0.674 | 0.909 |
| IBM | 0.008 | 6 | 1.546 | 0.061 | 0.054 | 0.551 | 1.211 | 0.113 | -0.128 | 0.551 | 1.076 | 0.094 | 0.663 | -0.030 | 0.412 | 0.138 | 0.809 |
| INTC | 0.012 | 3 | 1.445 | 0.074 | -0.698 | 0.798 | 1.234 | 0.109 | -0.835 | 0.798 | 1.201 | 0.021 | 0.845 | -0.105 | 0.097 | 0.495 | 0.911 |
| MSFT | 0.002 | 1 | 0.428 | 0.334 | -1.109 | 0.865 | 0.412 | 0.340 | -1.113 | 0.865 | 0.488 | 1.274 | 0.460 | 1.262 | 0.311 | 1.489 | 0.128 |
| DIS | 0.010 | 1 | 1.354 | 0.088 | 0.682 | 0.265 | 1.310 | 0.095 | 0.629 | 0.265 | 1.916 | 0.595 | 1.823 | 0.552 | 1.456 | 0.623 | 0.364 |
| VZ | 0.012 | 14 | 1.136 | 0.128 | 1.403 | 0.166 | 0.579 | 0.281 | 0.970 | 0.166 | 0.886 | 0.544 | 0.276 | 0.346 | 0.566 | 0.459 | 0.060 |
| JNJ | 0.004 | 3 | 0.161 | 0.436 | -0.402 | 0.681 | 0.054 | 0.478 | -0.471 | 0.681 | 0.861 | 0.290 | 0.727 | 0.237 | 1.202 | 0.575 | 0.526 |
| MRK | 0.004 | 2 | 1.361 | 0.087 | -1.119 | 0.876 | 1.307 | 0.096 | -1.158 | 0.876 | 1.075 | 0.133 | 0.991 | 0.092 | 0.384 | 0.579 | 0.468 |
| UNH | 0.002 | 2 | 0.421 | 0.337 | -1.735 | 0.959 | 0.410 | 0.341 | -1.745 | 0.959 | 2.654 | 0.460 | 2.617 | 0.438 | 2.961 | 1.165 | 0.395 |
| WBA | 0.006 | 1 | 0.070 | 0.472 | -1.167 | 0.894 | 0.008 | 0.497 | -1.247 | 0.894 | 0.817 | -0.577 | 0.728 | -0.615 | 1.299 | -0.611 | 0.264 |
| PFE | 0.002 | 10 | 0.380 | 0.352 | -0.533 | 0.729 | 0.198 | 0.422 | -0.610 | 0.729 | 0.473 | 0.107 | 0.278 | 0.048 | 0.535 | 0.380 | 0.911 |
| AXP | 0.002 | 1 | 0.745 | 0.228 | -0.176 | 0.572 | 0.736 | 0.231 | -0.180 | 0.572 | 1.106 | 0.436 | 1.080 | 0.424 | 0.623 | 0.651 | 0.349 |
| GS | 0.004 | 9 | 1.419 | 0.078 | 0.049 | 0.521 | 1.280 | 0.100 | -0.053 | 0.521 | 1.612 | 0.294 | 1.364 | 0.200 | 0.873 | 0.467 | 0.752 |
| JPM | 0.010 | 4 | 0.419 | 0.337 | -1.034 | 0.876 | 0.229 | 0.409 | -1.157 | 0.876 | 0.819 | 0.146 | 0.424 | 0.007 | 0.784 | 0.818 | 0.995 |
| TRV | 0.016 | 6 | 1.179 | 0.119 | -0.138 | 0.671 | 0.669 | 0.252 | -0.443 | 0.671 | 1.657 | 0.158 | 0.936 | -0.067 | 1.651 | 0.354 | 0.656 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------|----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|
| BA | 0.008 | 10 | 2.009 | 0.022 | -0.757 | 0.809 | 1.692 | 0.045 | -0.876 | 0.809 | 2.170 | -0.082 | 1.712 | -0.234 | 1.609 | 0.550 | 0.986 |
| CAT | 0.008 | 4 | 1.615 | 0.053 | -1.173 | 0.898 | 1.414 | 0.079 | -1.273 | 0.898 | 1.986 | 0.321 | 1.677 | 0.207 | 1.598 | 1.137 | 0.991 |
| MMM | 0.002 | 2 | -0.264 | 0.604 | 0.361 | 0.368 | -0.294 | 0.616 | 0.336 | 0.368 | 0.968 | 0.292 | 0.915 | 0.274 | 1.544 | 0.316 | 0.040 |
| RTX | 0.004 | 2 | 0.058 | 0.477 | -0.020 | 0.520 | 0.006 | 0.498 | -0.051 | 0.520 | 0.995 | 0.190 | 0.899 | 0.152 | 1.434 | 0.293 | 0.557 |
| CVX | 0.022 | 3 | 1.313 | 0.095 | 0.542 | 0.384 | 0.840 | 0.200 | 0.295 | 0.384 | 1.563 | 0.306 | 0.954 | 0.093 | 1.470 | 0.175 | 0.435 |
| XOM | 0.002 | 2 | -0.404 | 0.657 | -0.401 | 0.677 | -0.438 | 0.669 | -0.460 | 0.677 | 0.501 | -0.284 | 0.443 | -0.314 | 1.080 | -0.385 | 0.967 |
| HD | 0.008 | 4 | 0.920 | 0.179 | 0.575 | 0.316 | 0.745 | 0.228 | 0.481 | 0.316 | 1.248 | 0.722 | 0.942 | 0.633 | 1.011 | 0.821 | 0.394 |
| MCD | 0.002 | 1 | 0.655 | 0.256 | -0.732 | 0.772 | 0.645 | 0.260 | -0.747 | 0.772 | 1.474 | 0.363 | 1.452 | 0.341 | 1.491 | 0.717 | 0.959 |
| NKE | 0.010 | 8 | 0.049 | 0.480 | -0.860 | 0.854 | -0.267 | 0.605 | -1.053 | 0.854 | 2.175 | 0.252 | 1.639 | 0.092 | 3.484 | 0.893 | 0.713 |
| KO | 0.002 | 6 | 0.197 | 0.422 | 0.094 | 0.489 | 0.078 | 0.469 | 0.028 | 0.489 | 0.733 | 0.284 | 0.609 | 0.241 | 1.135 | 0.414 | 0.023 |
| PG | 0.014 | 1 | 0.508 | 0.306 | 0.261 | 0.415 | 0.403 | 0.344 | 0.214 | 0.415 | 0.792 | 0.610 | 0.632 | 0.560 | 0.803 | 0.714 | 0.027 |
| WMT | 0.006 | 13 | -0.047 | 0.519 | 0.053 | 0.556 | -0.435 | 0.668 | -0.141 | 0.556 | 0.074 | 0.608 | -0.338 | 0.482 | 0.181 | 0.972 | 0.066 |
| DJI | 0.008 | 10 | 1.076 | 0.141 | 0.859 | 0.260 | 0.520 | 0.302 | 0.645 | 0.260 | 0.678 | 0.596 | 0.142 | 0.437 | 0.428 | 0.573 | 0.442 |

Taula 9.4: Resultats SAR