

Disseny d'una estratègia de *trading* aplicada al DAX

Laura Garcia Taberner

lgarciatab@uoc.edu

29/05/2022

Treball Final de Grau

Àmbit d'especialització (àrea): Anàlisi Econòmica

Nom i cognom del tutor o tutora: Isaac Bonillo Alcaina

Memòria final

Curs 2021-22, 2n semestre

ÍNDEX

RESUM	4
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓ	5
Justificació	6
Objectiu i abast.....	6
Hipòtesis	7
1. REVISIÓ DE LITERATURA	7
2. MARC CONCEPTUAL	14
2.1. Indicadors	14
2.2. Eines de gestió de risc	19
3. METODOLOGIA	20
3.1. Contractes per diferència (CFDs).....	20
3.2. Definició de l'estratègia d'inversió	20
3.3. Anàlisi economètric	22
4. RESULTATS	23
4.1. Rendibilitat de l'estratègia d'inversió	23
4.2. Anàlisi economètric	33
5. CONCLUSIONS	36
6. VALORACIÓ	38
6.1. Autoavaluació	38
7. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	39

Disseny d'una estratègia de *trading* aplicada al DAX

Laura Garcia Taberner (lgarciatab@uoc.edu)

Anàlisi econòmica (mercats borsaris)

RESUM

La predicció de les tendències del mercat i la detecció del moment exacte d'obertura d'una operació d'inversió és la major inquietud perseguida pels inversors. Existeixen mètodes analítics per a comprendre el moviment del mercat, com és l'anàlisi tècnic, que compta amb indicadors basats en fórmules matemàtiques aplicades sobre l'historial de resultats.

L'objectiu d'aquest treball és construir i examinar la rendibilitat d'un sistema de *trading* basat en anàlisi tècnic aplicat a l'índex alemany DAX, el qual inclou les 40 empreses amb major capitalització de mercat i volum de negoci. El selectiu de referència de la Borsa de França és un índex rellevant en l'economia mundial. Per assolir aquest objectiu, es realitzarà una àmplia revisió de la literatura i dels estudis que s'han realitzat al voltant d'aquest instrument. Un cop aconseguit suficient coneixement sobre els indicadors i estratègies més rendibles, es realitza un anàlisi empíric amb contractes per diferències (CFDs) sobre el DAX en gràfic horari mitjançant la plataforma XStation, durant el període comprès entre gener i maig del 2022. La rendibilitat es mesura amb el càlcul del percentatge d'encerts sobre el total de transaccions i els beneficis obtinguts en relació al capital invertit.

Els resultats confirmen que una estratègia basada en els senyals aportats per l'indicador Average Directional Index de 14 períodes, reforçats per l'aplicació de l'EMA de 100 períodes i les Bandes de Bollinger de 60 períodes, amb l'establiment d'un nivell *Take Profit* de 200 pips i un *Stop Loss* de 100 pips, resulta ser rendible en el període analitzat, entre gener i maig de 2022.

Paraules clau:

Trading, DAX, plataforma d'inversió, mercats, anàlisi econòmic, anàlisi tècnic, mercat de valors, estratègia d'inversió, indicadors.

ABSTRACT

Tendence market forecasting and detection of the exact moment to open an investment operation is the investors' biggest concern. There exist analytic methods to comprehend the market performance, such as technic analysis, based on indicators formulated on mathematic formula applied on historic data.

The aim of this work is to build and examine the profitability of a trading system based on technical analysis on the DAX stock exchange index, which includes the 40 enterprises with largest capitalization and business volume in Germany. The main index in Frankfurt Stock Exchange has a huge impact and importance on the worldwide economy. To achieve the main objective, a revision of the literature around the index and its analysis will be made. Once acquired remarkable knowledge around the most profitable trading strategies, an empirical analysis will be conducted on CFDs on the XStation platform during January and May 2022. The strategy effectiveness will be measured with the ratio of positive operations and the return on invested capital.

Results conclude that a trading strategy based on signals obtained by the Average Directional Index indicator (14 periods), reenforced by EMA (100 periods) and Bollinger Bands (60 periods), with the establishment of a Take Profit of 200 pips and a Stop Loss of 100 pips, lead to positive results in the applicated period.

INTRODUCCIÓ

El *trading* és un tipus d'operativa borsària de caràcter especulatiu, que consisteix en la compravenda d'actius amb elevada liquiditat (divises, futurs, CFDs, entre d'altres). L'evolució de les tecnologies i la globalització ha comportat la popularització de les plataformes online de *trading* (actuant com intermediaris de les operacions o brokers) que han aprofitat aquesta operativa al consumidor. Aquests avenços han permès, doncs, l'accés dels inversors als mercats financers. Les mateixes ofereixen un ventall ampli de cursos formatius per a operar, al *trader*. Tot i el recent auge del *trading*, no s'ha d'oblidar el risc que representa la participació en aquests mercats.

Els dos pilars fonamentals en els quals els inversors fonamenten les seves decisions són l'anàlisi fonamental i l'anàlisi tècnic. El primer observa el comportament dels preus mitjançant l'estudi de la situació financera de les companyies i permet elaborar prediccions en el mercat a llarg termini. Els pilars bàsics de l'anàlisi fonamental són l'anàlisi de l'empresa i de la indústria, les condicions macroeconòmiques i les perspectives sobre els beneficis futurs.

D'altra banda, l'anàlisi tècnic consisteix en l'estudi dels moviments del mercat per tal de determinar futures tendències en els preus. Es basa en la observació dels patrons dels gràfics que es repeteixen al llarg del temps i utilitza indicadors i oscil·ladors basats en fórmules matemàtiques aplicades sobre els preus històrics.

Tot i l'ingent oferta formativa i materials disponibles, és complicat destriar i construir una manera pròpia d'operar. Igualment, la complexitat dels mercats comporta una dificultat extrema per a determinar una estratègia d'inversió viable que permeti multiplicar el capital d'un inversor. Durant els últims anys, són notoris el nombre d'estudis elaborats entorn d'aquest aspecte en múltiples actius.

La inquietud i motiu de ser d'aquesta recerca és construir i determinar una estratègia operativa basada en anàlisi tècnic i valorar-ne la seva rendibilitat en aplicar-la sobre l'índex borsari alemany DAX. El DAX és l'índex de referència del mercat alemany i engloba les 40 majors companyies en volum i capitalització del país. En aquest grup d'accions s'hi representen els sectors amb influència en l'economia del país.

Es tracta d'un índex robust que és referència no només per Alemanya sinó per l'economia europea, que mostra una evolució ascendent al llarg del temps i que ha demostrat fortalesa i resiliència davant les diferents situacions adverses a nivell econòmic i polític.

La metodologia que es seguirà per a construir l'estratègia es basarà en l'anàlisi tècnic i en la observació dels indicadors seleccionats en la plataforma d'inversió XStation, aplicats al gràfic horari de l'índex alemany DAX per tal de determinar el desenvolupament de cada un d'ells, i en combinació. L'índex per si sol no és un actiu que es pugui adquirir directament, així que una alternativa d'inversió són els Contractes per Diferència (CFDs) que tenen com a actiu subjacent un índex borsari. Així mateix, s'analitzarà el grau de correlació de l'índex DAX respecte indicadors macroeconòmics com la taxa de desocupació, la inflació, el Producte Interior Brut, el tipus d'interès, l'índex de Preus al Consumidor i l'índex de Producció Industrial.

Per tant, aquest treball d'investigació s'inicia amb una revisió de la literatura en l'àmbit de l'anàlisi del DAX, seguida d'un marc teòric on es descriuran de manera ampliada els conceptes rellevants per a una bona comprensió del treball. Seguidament, es definirà la metodologia que es seguirà i l'estratègia proposada, amb la posterior recollida de dades i anàlisi dels resultats obtinguts. Finalment, s'exposaran les conclusions a les quals s'han arribat, nomenant els objectius assolits i indicant futures possibles línies de treball.

Justificació

El meu primer contacte amb el *trading* sorgeix a través de la recomanació de familiars i amics, que ja feia anys que coneixien aquest món. La meua motivació a introduir-m'hi va ser principalment la formació que oferien les plataformes de *trading* i la curiositat de conèixer un camp desconegut fins aleshores. Després d'uns anys d'exploració, aquesta tesi representa l'oportunitat per a posar sobre paper els coneixements adquirits i aprofundir en aquest àmbit.

La motivació personal a l'hora d'escollir aquesta temàtica per a desenvolupar el meu Treball de Final de Grau rau en la inquietud per a ampliar i complementar els coneixements adquirits durant el transcurs del Grau d'Administració i Direcció d'Empreses, els quals m'han permès constituir i consolidar una base sòlida de nocions en anàlisi econòmic i mercats financers.

Part del meu temps lliure i rutina l'inverteixo en el *trading*, una activitat en la qual hi tinc un interès rellevant, alhora que em manté actualitzada i al corrent de les notícies econòmiques i polítiques que afecten els mercats i el nostre entorn.

Per tant, considero que aquesta tesi m'ajudarà a adquirir un coneixement sòlid d'anàlisi tècnic i fonamental, de forma teòrica i permetrà descriure i aplicar una estratègia ben dissenyada en una simulació pràctica a través d'una plataforma de *trading*.

Així mateix, el coneixement adquirit en la realització d'aquest treball pot ser d'utilitat en el món laboral per tal de consolidar un possible camí com a gestora d'inversions.

Objectiu i abast

L'objectiu general plantejat en aquest Treball de Final de Grau és construir una estratègia de *trading* rendible basada en indicadors tècnics i anàlisi *chartista* aplicada sobre l'Índex Alemany DAX i determinar-ne la seva viabilitat en base als resultats obtinguts. La seva efectivitat es valorarà en base a la ràtio d'operacions amb benefici i el benefici obtingut en aquestes. Addicionalment, s'aprofundirà en l'índex escollit analitzant la seva correlació amb les variables macroeconòmiques més rellevants del país.

Per a l'assoliment d'aquest propòsit, cal el plantejament dels següents objectius específics:

- Realitzar una recerca bibliogràfica extensa i diversa que permeti construir una base sòlida de coneixement teòric sobre l'anàlisi tècnic.
- Explorar el contingut formatiu que posa a disposició la plataforma d'inversió XStation, a través de cursos en format vídeo realitzats per Pablo Gil, estrateg de mercats de XTB.
- Seleccionar els indicadors i observació del seu comportament en el gràfic en un període comprès entre gener i maig del 2022.
- Analitzar dels resultats obtinguts i construir una estratègia viable.
- Realitzar un anàlisi economètric sobre el DAX des de l'any 2000.

Hipòtesis

És possible construir una estratègia de *trading* rendible aplicada en l'índex alemany DAX, basada en anàlisi tècnic?

Les premisses que es volen demostrar a través d'aquesta tesi són:

_L'indicador ADX de 14 períodes dona un senyal d'obertura d'operacions aplicable al DAX per un període de H1.

_La mitjana mòbil exponencial de 100 períodes dona un senyal que confirma l'obertura d'operacions aplicable al DAX per un període de H1.

_L'indicador RSI de 14 períodes dona un senyal d'obertura d'operacions aplicable al DAX per un període de H1.

_L'indicador Bandes de Bollinger de 60 períodes donen un senyal que confirma l'obertura d'operacions aplicable al DAX per un període de H1.

_L'indicador Estocàstic 14, 6, 6 dona un senyal que confirma l'obertura d'operacions aplicable al DAX per un període de H1.

Per tant, per a resoldre la incògnita i assolir l'objectiu del treball, es planteja si, la combinació dels quatre indicadors anteriors, amb una relació benefici/risc de 2 a 1, juntament amb l'anàlisi *chartista* pot constituir una estratègia de *trading* rendible.

1. REVISIÓ DE LITERATURA

El mercat borsari alemany i el seu sistema bancari ha esdevingut significativament important en els últims anys, tal i com descriu Baker (2018). Degut a la rellevància del mateix en l'economia mundial, es selecciona com a objecte d'aquest treball, el selectiu de referència de la Borsa de Fràncfort, l'índex Deutscher Aktienindex (DAX). En primer lloc, es descriurà la seva composició, els seus aspectes diferencials i la seva posició en relació a altres índexs mundials.

Gràcies a l'abundant literatura científica sobre aquest índex en els últims 30 anys, a continuació, es descriuran els principals estudis realitzats al voltant del mateix, descrivint la correlació entre el DAX amb la resta d'índexs mundials, el seu rendiment i risc, la seva evolució al llarg dels anys i la seva volatilitat, entre d'altres aspectes rellevants.

Així mateix, per tal de desenvolupar l'objecte d'aquesta revisió, es descriuran, en base a articles científics i tesis, les alternatives d'inversió que permeten operar en aquest mercat i les aproximacions més utilitzades pels experts: l'anàlisi fonamental i l'anàlisi tècnic. El primer es basa en l'estudi de les empreses que constitueixen l'índex i els factors macroeconòmics i polítics d'un país, que tenen una repercussió significativa en els índexs. El segon consisteix en l'anàlisi del gràfic i utilitza indicadors i la observació de patrons *chartistes* per a determinar les tendències del mercat. En aquesta línia, es detallaran els diferents indicadors que han constituït les estratègies d'inversió analitzades pels experts, per tal de construir un bagatge suficient que permeti definir la metodologia que es seguirà en aquest treball.

El mercat de valors alemany i l'índex Deutscher Aktienindex (DAX)

Brida i Risso (2010) descriuen l'economia i la borsa alemanya com la més important i influent de la Unió Europea. El país compta amb vuit mercats de valors (els principals són situats a Berlin, Stuttgart, Munich i Frankfurt), dins dels quals el mercat de valors de Frankfurt n'és el més rellevant.

L'índex Deutscher Aktienindex (DAX) és l'índex de referència de la Borsa de Frankfurt i el més important de la Borsa Alemanya. Es tracta de l'índex que mostra el rendiment del mercat de renta variable d'Alemanya. Es disposa de valors històrics del DAX des de 1959, però els seus inicis es consideren el 1987, quan es fixa la seva base en el valor 1.000 (Espiñeira, 2018). La plataforma electrònica de negociació de la Borsa de Frankfurt és el XETRA i funciona des de les 9:00h. del matí fins a les 17:30h. de la tarda (García, 2017). El seu càlcul consisteix en una mitjana aritmètica ponderada per capitalització de mercat (R. Fernández i Zamorano, 2014).

Constituint en un inici per les 30 empreses alemanyes més grans (*blue chip*) en capitalització de mercat i volum de negoci, des de setembre de 2021, passa a ser integrat per 40 empreses. La remodelació, que compta amb opinions de més de 600 participants, incloses institucions financeres, empreses, inversors privats i grups d'interès, segons Deutsche Börse Group (2021), pretén augmentar la qualitat dels constituents i alinear-la amb els estàndards internacionals. Els recents canvis també incorporen nous criteris de selecció més estrictes, com la obligació de presentar un resultat brut d'exploració positiu en els dos exercicis anteriors i el compromís de publicar els comptes anuals auditats.

És rellevant en aquesta línia destacar que, l'establiment del criteri "Environmental, social and corporate governance (ESG)", no es va acabar incorporant per divergències d'opinions, concretament, l'exclusió de companyies implicades amb armes controvertides, tot i que deixen aquest aspecte per a properes revisions (Qontigo, 2021).

Segons Stephan Flaegel, responsable global d'índexs de Qontigo (2021), "Els índexs han de reflectir la realitat econòmica canviant i seguir el desenvolupament del mercat. Per tant, era necessari revisar els criteris i enfortir les característiques de l'índex que l'han convertit en una mesura indiscutible pel mercat alemany".

Dins la borsa alemanya, altres índexs rellevants són el MDAX (que inclou les 50 empreses alemanyes situades per sota de les incloses al DAX, exclòs el sector tecnològic), el SDAX (que comprèn 50 pimes situades per sota de les incloses al MDAX en termes de capitalització) i el TecDAX (que engloba les 30 empreses més importants del sector tecnològic).

Les 40 accions que conformen l'índex representen al voltant del 80% de la capitalització del mercat alemany (Gonzalez, 2018). Segons Deutsche Börse Group, la capitalització del DAX el 2021 és de 1.367,7 bilions d'euros i la rendibilitat anual el mateix any és del 4,3% (lleugerament inferior que anys anteriors, degut principalment a la negativa repercussió de la pandèmia del Covid-19 sobre l'economia). L'índex en qüestió és conegut per la seva exposició internacional, amb una forta sensibilitat al comerç global.

Segons descrit per Deutsche Börse Group (2021), es tracta d'un índex altament diversificat entre els sectors químic, industrial, automobilístic, farmacèutic, software i d'assegurances, on gran part de les empreses que formen part de l'índex pertanyen a sectors industrials o serveis (Santamaria, 2020). La diversificació s'aconsegueix incorporant un factor limitant del 10% del pes per tal que cap empresa domini l'índex (Deutsche Börse Group, 2021). Les empreses més importants en termes de capitalització són LINDE PLC EO 0,001, SAP, SIEMENS, ALLIANZ i ARIBUS GROUP, constituint entre elles el 37% del pes total de l'índex (Deutsche Börse Group, 2021). Tot i així, Schildbach (2017) afirma que el DAX no és representatiu de l'economia alemanya en el seu conjunt, ja que només una de les cinc indústries clau del país (sector industrial) hi és significativament representada. Amb la remodelació de 2021, la revisió regular de l'índex passarà a ser cada sis mesos enlloc d'anyal, per tal de reflectir més ràpidament els canvis en els mercats de capital, segons afirma Stephan Flaegel (Qontigo, 2021).

Un aspecte característic del DAX és que, a diferència de la majoria d'índexs internacionals, es tracta d'un índex de rendiment total, és a dir, reflexa els dividends de les companyies en el preu (Deutsche Börse Group, 2021) (Trembiński i Stawska, 2021). Segons comenta Schildbach (2017), el càlcul es basa en l'assumpció que els pagaments de dividends són immediatament reinvertits.

Tal i com descriu Moreno (2021), aquest índex es troba entre un dels millors índexs borsaris mundials i està compost per empreses sòlides amb inversió a llarg termini, amb dividends de qualitat i amb companyies amb elevada vocació exportadora. Així mateix, el DAX ha experimentat una clara tendència alcista des del seu inici (García, 2017) (Deutsche Börse Group, 2021) (R. Fernández i Zamorano, 2014).

Yu i Bluhm (2002) situen la borsa alemanya en la quarta posició mundial en termes de capitalització (precedit per USA, Japó i Regne Unit) i tercer en volum. Particularment, afegixen que la rapidesa en el creixement del mercat d'opcions i de futurs, el qual és el segon més important a nivell mundial, demostra que la borsa alemanya ha cridat molta atenció internacional.

Estudis realitzats al voltant del DAX

Aquest índex és objecte de nombrosos estudis d'inversió, per la seva rellevància en l'economia europea i mundial i per ser un dels derivats més negociats del món. L'anàlisi de les relacions entre els diferents índexs borsaris mundials ha sigut, en els últims anys, objecte de diversos estudis des de diferents perspectives amb l'objectiu de conèixer les característiques de les mateixes i determinar el sentit de la transmissió d'informació entre els mercats (Marcelo i Quirós, 2005).

Zhang, Zheng, i Zeng (2017) investiguen la interdependència entre els diferents mercats financers internacionals. Els mateixos descriuen que, amb el ràpid creixement de la globalització, la relació entre els diferents mercats financers és cada cop major, esdevenint més evident en períodes de crisis. Živkov, Njegić, i Milenković (2018) demostren una elevada interrelació entre el mercat borsari alemany i quatre mercats emergents de l'est d'Europa (República Txeca, Polònia, Hongria i Romania), amb l'objectiu d'aportar informació útil en la presa de decisions i construcció de carteres dels inversors en aquests mercats.

Així mateix, Baur i Jung (2006) i Drozd, Grümmer, Ruf, i Speth (2001) investiguen la correlació i els efectes indirectes entre els índexs de valors Alemany i Estatinidenc Dow Jones.

Posteriorment, Flad i Jung (2008) comparen l'índex alemany DAX amb l'índex DJIA, conclouent que ambdós estan vinculats per una mateixa tendència. A través d'un anàlisi empíric sobre el factor comú que impulsa els moviments intradiaris d'ambdós índexs, conclouen que les notícies econòmiques internacionals s'incorporen en primer lloc al DJIA i posteriorment es transfereixen al mercat de valors alemany. Dimpfl (2011) investiga l'impacte de la publicació de notícies als EUA, de les economies més importants del món, sobre la borsa alemanya, sota la premissa que s'observa que, entre 2:30 p.m. i 3:30 p.m. s'observen canvis sobtats en la cotització del DAX, període en el qual s'anuncien les principals notícies macroeconòmiques dels Estats Units. El mateix conclou que, una estratègia d'inversió exitosa aplicada en el DAX, requerirà un ampli coneixement de l'economia estatinidenc i dels seus esdeveniments imminents per a poder preveure canvis inesperats en el DAX.

Guzmán (2017) realitza un anàlisi comparatiu dels rendiments de l'IBEX i el DAX30, on estableix que el DAX presenta un menor risc que l'ibex35, tot i que menys probabilitat d'obtenir guanys diaris. Així mateix, descriu una forta i positiva correlació entre ambdós índexs. Les similituds entre els dos són nombroses: utilitzen un criteri de capitalització per a seleccionar les empreses que el componen, estan constituïts per un nombre similar d'empreses, són índexs ponderats per capitalització i existeixen factors de correcció per a situacions extraordinàries. Tot i així, entre les diferències més rellevants cal destacar que tenen bases diferents (l'IBEX té una base de 3.000), així com una divergència en el factor de correcció. D'altra banda, és sabut que el comportament del preu de les cotitzacions i els seus corresponents rendiments ha intrigat sempre els investigadors financers. Akgiray, Booth, i Loistl (1989) modelen estadísticament el rendiment de l'índex alemany (Namdari i Durrani, 2018).

Lupa (2018) realitza un estudi exhaustiu per a construir carteres eficients en els índexs IBEX 35 i DAX 30, dos índexs amb grans similituds, conclouent que el DAX pot oferir majors rendibilitats, tot i que amb un major risc que l'IBEX 35. Ambdues carteres aconseguen rendiments superiors a la mitjana del mercat i minimitzen la seva exposició al risc. Brida i Risso (2010) analitzen les principals companyies alemanyes (Blue Chips) per tal de detectar clústers amb sentit des d'una perspectiva econòmica i utilitzar aquesta informació en la creació de carteres i en la presa de decisions i pronòstic de mercats.

Pel que fa a la seva evolució al llarg dels anys, Santamaria (2020) du a terme un anàlisi descriptiu del DAX 30, en el qual descriu un creixement positiu de 2004 fins a 2020, a excepció d'alguns períodes de recessió puntuals com el de l'any 2007 al 2009 (degut a la crisi de 2008), el 2011 (caiguda generalitzada de la borsa sense explicacions clares), l'any 2016 (decreixement per diversos factors políticoeconòmics del moment) i el 2020 (Crisis del Covid-19). Tot i les fortes caigudes que ha experimentat al llarg dels anys, els rendiments anuals són positius. Així mateix, Santamaria (2020) exposa que el DAX manté un risc més o menys constant en el temps, el qual es veu clarament afectat per inestabilitats en l'entorn, tot i que redueix molt ràpidament els nivells de risc després d'un pic i els manté prolongadament.

Així mateix, l'evolució de les cotitzacions de les accions de l'índex mostra la potència i fortalesa de l'economia alemanya (Santamaria, 2020). El mateix observa que els anys de decrement de la cotització són curts i aïllats, evidenciant una ràpida i eficient reacció, així com una gran capacitat de recuperació i resiliència, de les empreses alemanyes davant recessions en l'economia.

Així mateix, Moreno (2021) basa el seu Treball Final de Màster en l'anàlisi i la predicció de la tendència del DAX-30, en el qual descriu una relació lineal entre el mateix amb altres índexs i actius financers, a través d'un Model de Regressió Lineal Múltiple i el Model Probit. Namdari i Durrani (2018) basen el seu estudi sobre la validesa de l'anàlisi tècnic en la predicció d'actius financers en els índexs DJIA i DAX durant el 2015 i 2018.

Diverses línies d'investigació es basen en l'anàlisi de la volatilitat, per tal de conèixer la força i variacions de les cotitzacions. Analitzant el DAX des de 1997, s'observa una tendència alcista en la volatilitat, que atribueixen a la influència creixent d'inversors institucionals (Stapf i Werner, 2003).

Yu i Bluhm (2002) comparen dues aproximacions per a pronosticar la volatilitat del mercat de valors alemany. Un altre indicador rellevant és la liquiditat, analitzada per Johann, Scharnowski, Theissen, Westheide, i Zimmermann (2019) conclouent un increment en aquesta en el DAX al llarg dels anys i, una reducció en períodes de crisis, tot i un augment en la volatilitat de la liquiditat. Així mateix, demostren coincidències significatives entre la liquiditat de les borses alemanya i estatunidenca.

Alternatives d'inversió basades en el DAX

L'índex alemany per si sol no és un actiu que es pugui adquirir directament. Les alternatives d'inversió basades en el DAX poden incloure Contractes per Diferències (CFDs), tal i com descriuen Trembiński i Stawska, (2021), la replicació de la cartera de companyies en les mateixes proporcions que en l'índex, els fons cotitzats o ETF (Schmidhammer, Lobe, i Röder, 2011), les opcions financeres o els futurs (Arévalo, García, Guijarro, i Peris, 2017).

Noconoco (2016) descriu els CFDs com a productes o contractes a través dels quals es negocia amb la diferència de preu d'un actiu subjacent. Tal i com descriuen Brown, Dark, i Davis (2010), els CFDs els avantatges que proporcionen són que permeten l'"apalancament" i implementar estratègies que impliquen posicions curtes evitant taxes severes en les transaccions.

Els mercats són sistemes dinàmics no lineals, sobre els quals és complicat fer prediccions degut a la seva complexitat (Barak, Dahooie, i Tichý, 2015). Per tal de prendre decisions acurades en mercats financers, els inversors utilitzen dues aproximacions principals: l'anàlisi tècnic i l'anàlisi fonamental (Cervelló-Royo, Guijarro, i Michniuk, 2015) (Bagheri, Mohammadi Peyhani, i Akbari, 2014) (Chootong i Sornil, 2012).

Anàlisi fonamental i impacte de les decisions governamentals sobre el DAX

Tal com descriuen Chootong i Sornil (2012) i Fernández (2001), l'anàlisi fonamental és l'estudi detallat de la posició financera de les companyies. Sainz (2021) considera que els pilars bàsics de l'anàlisi fonamental són els següents: anàlisi de l'empresa, anàlisi de la indústria, factors macroeconòmics i polítics (PIB, tipus d'interès, inflació, balança de pagaments, tipus de canvi, entre d'altres) i perspectives sobre beneficis futurs. Els inversors apliquen aquest enfocament per a realitzar prediccions a llarg termini (Chootong i Sornil, 2012).

Fausch i Sigonius (2018) descriuen l'impacte de les notícies inesperades del Banc Central Europeu sobre el mercat de valors alemany. És evident que un canvi en la política monetària no només té efectes importants sobre l'economia real, sinó que també es tradueix als mercats financers. Per aquest motiu, els inversors tenen un interès important en entendre aquest mecanisme de transmissió.

En aquesta línia, l'impacte de les notícies macroeconòmiques sobre els mercats és significativa, tal i com descriuen Füss, Mager, Wohlenberg, i Zhao (2011). Bomfim (2003) demostra que la volatilitat de l'índex US incrementa significativament després de notícies inesperades sobre la política monetària. Entorf i Steiner (2011) estudien la resposta del DAX a l'anunci de previsions macroeconòmiques del cicle econòmic. Peiró (2016) analitza la dependència del mercat de valors i les variables macroeconòmiques en les economies més importants d'Europa: França, Alemanya i Regne Unit.

Per tant, identificar l'impacte dels factors macroeconòmics en els mercats de valors i preveure rendiments dels valors i variacions en la volatilitat juga un paper rellevant en les ciències econòmiques (Celebi i Hönig, 2019). Plíhal (2016) analitza la relació entre indicadors macroeconòmics (inflació, producció industrial, tipus d'interès, balança comercial i tipus de canvi) i el mercat de valors alemany durant 1999 i 2015, per tal de respondre a la qüestió sobre com la borsa reflecteix les condicions econòmiques del país. En aquest anàlisi, conclouen que el comportament del mercat de valors representa un indicador anticipat de l'economia real i que, aquesta relació contribueix a determinar l'"eficiència informacional" del mercat. Igualment, Celebi i Hönig (2019) investiguen l'impacte de factors macroeconòmics sobre l'índex DAX des de 1991 a 2018.

Nombrosos estudis documenten la relació entre variables macroeconòmiques i rendiments dels mercats. Celebi i Hönig (2019) analitzen l'efecte de factors macroeconòmics en els mercats. Segons els autors, notícies sobre majors taxes d'atur tenen un efecte positiu en la borsa durant una expansió econòmica i un efecte negatiu durant recessions (Celebi i Hönig, 2019). En aquesta línia, Flannery i Protopapadakis (2002) demostren que els rendiments dels mercats estan significativament correlacionats amb la inflació i creixement monetari.

Humpe i Macmillan (2009) analitzen la relació a llarg termini entre factors macroeconòmics (producció industrial, IPC, i taxa d'interès) i el mercat de valors estatunidenc, conclouent un impacte positiu de la producció industrial i un impacte negatiu de l'IPC i la taxa d'interès.

Són considerables els estudis que s'han realitzat al llarg dels anys per a determinar l'impacte de canvis en la política monetària, determinant una reacció significativa dels índexs mundials, concretament, l'índex alemany, als canvis en la política monetària (Wang i Zhu, 2013); un increment inesperat en la taxa d'interès comporta una baixada en el mercat de valors i viceversa.

Altament relacionat amb els aspectes mencionats anteriorment, la qüestió sobre si el sentiment dels inversors té un impacte en el preu dels actius és extensament discutida en la literatura financera (Finter, Niessen-Ruenzi, i Ruenzi, 2012).

Lux (2011) analitza la relació causal entre el sentiment dels inversors i els canvis en el mercat de valors alemany. En aquesta mateixa línia, Hengelbrock, Theissen, i Westheide (2011) i Finter et al. (2012) investiguen l'impacte del sentiment dels inversors en la borsa alemanya.

Anàlisi tècnic

L'anàlisi tècnic s'ha utilitzat durant dècades per inversors professionals amb l'objectiu de detectar una bona posició d'entrada per la seva operativa i obtenir rendiment del capital invertit. Tal i com comenten Brown i Jennings al seu llibre "On Technical Analysis" (D. P. Brown i Jennings, 1989), l'anàlisi tècnic s'ha utilitzat històricament com a complement a l'anàlisi fonamental. Tot i així, tal i com descriuen T. T. L. Chong i Ng (2008), el rendiment de les estratègies de *trading* basades en anàlisi tècnic sempre ha sigut un aspecte controvertit.

Segons Brock et al. (1992), l'anàlisi tècnic es considera la forma més inicial d'anàlisi d'inversió i consisteix en l'estudi dels moviments en el mercat mitjançant l'observació del gràfic amb l'objectiu de determinar futures tendències en els preus (Chootong i Sornil, 2012). Analitza exclusivament l'evolució de la corba de preus, provocada pel comportament de l'oferta i la demanda i es basa en l'assumpció que el comportament històric pot explicar l'evolució futura del mercat (Arévalo et al., 2017).

L'anàlisi tècnic es basa, doncs, en l'anàlisi del gràfic i els patrons que genera, per tal de preveure repeticions de patrons constants (Bagheri et al., 2014) (Zapranis i Tsinaslanidis, 2012) i introdueix una sèrie d'eines estadístiques auxiliars que, suportant-se per fórmules matemàtiques complexes als preus històrics, intenta generar senyals de compra o venda que anticipin les tendències (J. A. Fernández, 2001) (Cervelló-Royo et al., 2015) (Hu, Feng, Zhang, Ngai, i Liu, 2015) (Chootong i Sornil, 2012).

Així, els professionals que han desenvolupat estratègies de *trading* basades en anàlisi tècnic utilitzen informació basada en indicadors, patrons *chartistes*, o ambdós (Cervelló-Royo et al., 2015).

Els tres pilars bàsics de l'anàlisi tècnic segons Trembiński i Stawska (2021) són:

- L'acció del mercat ho descompta tot, és a dir, tots els factors que determinen la formació del preu d'un actiu estan reflectits de forma intrínseca en la seva cotització.
- Els preus es mouen en tendències: el moviment del mercat no és aleatori sinó que els preus oscil·len seguint tendències (existeix una part aleatòria i irracional dels moviments del mercat).
- La història es repeteix: el mercat té memòria. L'anàlisi tècnic es basa en la hipòtesi que la sèrie de cotitzacions segueixen una sèrie de patrons que es repeteixen en el temps degut als mecanismes de mercat i a la psicologia dels inversors.

L'anàlisi tècnic és un mètode universal aplicable a l'estudi de mercat de múltiples instruments financers: accions, índexs borsaris, matèries primeres, divises, etc. així com en múltiples horitzons temporals (Trembiński i Stawska, 2021) (Oberlechner, 2001) (Romero, 2018).

Chootong i Sornil (2012) exposen que els indicadors més utilitzats són les Mitjanes Mòbils, les Bandes de Bollinger, l'Índex de Força Relativa (RSI), la Mitjana Mòbil de Convergència/Divergència (MACD) i l'Oscil·lador Estocàstic, per a determinar senyals de compra i venda. Així mateix, els patrons del gràfic permeten analitzar les dades històriques del mercat i predir tendències futures en el mercat. Chootong i Sornil (Chootong i Sornil, 2012) conclouen que una estratègia basada en la combinació entre l'observació dels patrons *chartistes* i indicadors supera els resultats d'una estratègia basada exclusivament en indicadors, aplicada en cinc companyies d'indústries de diferents sectors.

En primer lloc, les mitjanes mòbils constitueixen l'indicador més simple i utilitzat en primer lloc. Brock et al. (1992) estudien el comportament de les Mitjanes Mòbils en l'índex estatunidenc Dow Jones. Leung i Chong (2003) descriuen que la Mitjana Mòbil Simple, tot i ser l'eina de *trading* més estudiada en la literatura, no és aplicable en períodes en els quals el mercat no segueix una tendència clara o en un període de tendència lateral. En el seu estudi, analitzen l'aplicació de les Bandes de Bollinger en els índexs del G7 i dels Four Asian Tigers. Així mateix, Chong et al. (2012) analitzen la rendibilitat de diferents estratègies de *trading* basades en mitjanes mòbils en aplicació sobre diferents índexs.

Un altre estudi rellevant en el camp és el de Trembiński i Stawska (2021), els quals examinen sis sistemes de *trading* basats en anàlisi tècnic per tal de testar-ne l'efectivitat en l'índex DAX en un període comprès entre 2015 i 2020. Conclou que l'anàlisi tècnic és un mètode que funciona en aplicació al DAX i, per tant, una estratègia d'inversió construïda en base a indicadors tècnics pot resultar en l'obtenció de beneficis, mentre es mantingui un nivell apropiat de risc. Dins dels indicadors seleccionats per a les diferents estratègies d'inversió, cal destacar l'ADX, les mitjanes mòbils, el MACD, el Parabolic SAR, el RSI, les Bandes de Bollinger i l'Oscil·lador Estocàstic, entre d'altres.

En la mateixa línia, Lam i Chong (2006) avaluen la rendibilitat de l'aplicació de l'indicador direccional ADX en diversos índexs (Nasdaq, S&P 500, Dow Jones, DAX, Nikkei 225, TWSE, entre d'altres). Sainz (2021) desenvolupa una estratègia basada en els indicadors EMA + ADX en 21 actius de tot tipus (divises, matèries primeres, índexs i criptomonedes). Kai Jie Shawn *et al.* (2013) demostren que les Bandes de Bollinger en combinació amb una regla *stop loss* pot millorar el comportament d'una estratègia aplicada a índexs (DAX, CAC, FTSE, HSI, KOSPI i NIKKEI) a curt termini.

T. T. L. Chong i Ng (2008) demostren que els oscil·ladors Moving Average Convergence-Divergence (MACD) i RSI aporten bons resultats en aplicació sobre el London Stock Exchange. En aquesta mateixa línia, T. Chong, Ng, i Liew (2014), en vista dels bons resultats, apliquen els oscil·ladors a índexs com el DJ, el DAX o el Nikkei. Els resultats obtinguts reforcen la confiança dels analistes en la utilització d'aquests indicadors. Hari i Dewi (2018) analitzen el paper de l'aplicació del RSI de 14 períodes i la Mitjana Mòbil de 10 períodes.

L'altre pilar de l'anàlisi tècnic, la observació dels patrons del gràfic, proporciona senyals rellevants pels inversors a l'hora de prendre decisions de compra o venda (Chootong i Sornil, 2012). Existeixen patrons de continuació de tendència (triangles, banderes o rectangles) i patrons de reversió de tendència (doble sostre o doble sòl o espatlla-cap-espatlla), tal i com descriuen Chootong i Sornil (2012) i Matras (2012) (Matras, 2012) (Zapranis i Tsinaslanidis, 2012). Així mateix, l'anàlisi de les espelmes aporta informació rellevant, tal i com demostren Lu i Shiu al seu estudi aplicat a l'índex Dow Jones (Lu i Shiu, 2012) (Lu i Shiu, 2016). Així mateix, Vezeris, Kyrgos i Schinas (2018) i Arratia i Dorador (2019) descriuen la importància d'establir una relació benefici-risc adequada mitjançant la utilització de les eines Take Profit i Stop Loss (Wu, Wang, i Chung, 2017).

Per tal de testar les estratègies plantejades, els diferents autors fan ús del *trading* algorítmic, que consisteix en l'automatització de l'estratègia mitjançant la programació de la mateixa en base a models matemàtics (Vezeris *et al.*, 2018) (Trembiński i Stawska, 2021) (Arratia i Dorador, 2019) (Herberger, Horn, i Oehler, 2020). Permet limitar la subjectivitat i la influència psicològica durant l'operativa (Sainz, 2021). Aquesta metodologia permet realitzar un *backtesting* de dades històriques per a testejar i valorar l'efectivitat del procés predictiu, tal i com descriu Sainz (2021).

2. MARC CONCEPTUAL

2.1. Indicadors

Els indicadors tècnics són eines elaborades a través de procediments i fórmules matemàtiques i estadístiques els "inputs" de les quals són els preus de les cotitzacions (Chootong i Sornil, 2012) (García, 2017). El resultat del càlcul es representa gràficament per sobre del preu o en una finestra apart i ens ofereix informació sobre la tendència existent i la fortalesa de la mateixa. Per tant, l'objectiu principal d'aquests instruments és la determinació de l'existència d'una tendència.

Una de les classificacions possibles seria la mostrada a la Taula 1 (Gil, 2021):

Taula 1. Classificació dels indicadors per categories segons les seves característiques.

Indicadors de tendència	Oscil·ladors	Indicadors de volatilitat
Coincidents o retardats Perden els començaments i finals dels moviments Funcionen bé en períodes de tendència definida	Anticipats Detecten amb rapidesa els canvis de tendència Es saturen ràpidament en períodes de tendència Funcionen bé en períodes laterals	Mesuren la direccionalitat del mercat S'utilitzen com a filtres juntament amb altres indicadors Aplicació principal: identificar tendències i períodes laterals
Mitjanes mòbils Línies MACD	RSI Estocàstic ADX Momentum	Bandes de Bollinger

Font: (Gil, 2021)

Seguidament, es descriuen els indicadors més rellevants i utilitzats pels *traders*, la informació proporcionada i els estudis realitzats al seu voltant amb les corresponents conclusions.

Mitjanes mòbils

Les mitjanes mòbils són indicadors que suavitzen el comportament del preu per a extreure la tendència real del mercat, eliminant les fluctuacions en el període. Desenvolupats per Richard Donchian i J.M. Hurst, reflecteixen el valor mitjà de les dades en un horitzó temporal determinat (Elder, 2017). Depenent del paràmetre que s'utilitzi per al seu càlcul, la mitjana mòbil s'ajustarà més o menys a l'evolució del mercat.

És un indicador seguidor de tendència; no l'anticipa sinó que la confirma un cop produïda. Per tant, ajuda a operar a la direcció de tendència (Elder, 2017) (Ellis i Parbery, 2005) (García, 2017) (Graziano, 2001). Brock *et al.* (1992) confirmen que l'anàlisi tècnic basat en mitjanes mòbils aplicat sobre índexs com el Dow Jones té poder predictiu.

Existeixen diferents tipus de mitjana mòbil segons la ponderació que s'assigna a les dades que intervenen al seu càlcul:

-Simple (SMA): mitjana de cotitzacions per a una sèrie de períodes determinada. Tots els valors de les cotitzacions tenen la mateixa importància (Kilgallen, 2012) (Chootong i Sornil, 2012).

$$SMA_i(n) = \frac{\sum_{i=n}^n P_i}{n}$$

On:

– P_i = cotització en el moment i

– n = nombre de períodes considerats

-Ponderada (LWMA): es calcula un coeficient de ponderació creixent, començant per les dades més antigues fins a les més immediates (assigna més importància a les dades recents) (Sainz, 2021):

$$LWMA_i(n) = \frac{\sum_{i=n}^n P_i(n) * w_i}{n}$$

$$w_i = \frac{n - i}{n}$$

On:

– P_i = cotització en el moment i

– n = nombre de períodes considerats

– w_i = ponderació lineal al període i

-Exponencial (EMA): segueix el mateix patró que l'anterior però és més suavitzada. Permet fer seguiment de tendències ja que pondera les dades donant major pes a les més recents i respon als canvis més ràpidament que la simple (Elder, 2017) (Chootong i Sornil, 2012) (Sainz, 2021).

$$EMA_i(n) = (P_i * K) + EMA_{i-1} * (1 - K)$$

$$K = \frac{2}{n + 1}$$

On:

– P_i = cotització en el moment i

– EMA_{i-1} = mitjana mòbil exponencial del període anterior

– K = factor de ponderació (nombre de dies de la EMA)

– $(1 - K)$ = ponderació EMA_{1-i}

– n = períodes seleccionats

L'aplicació de les mitjanes mòbils anteriorment descrites al gràfic es mostra a la Fig. 1.

Figura 1. Mitjana mòbil simple (SMA), mitjana mòbil exponencial (EMA) i mitjana mòbil ponderada (LWMA) de 100 períodes, aplicades sobre el DAX en gràfic horari en el període comprès entre 05/04/22 i 22/04/22



Font: elaboració pròpia (extret de XStation).

Les mitjanes mòbils es poden utilitzar de diferents formes i en aplicació a qualsevol actiu financer i gràfic temporal. Sainz (2021) descriu diferents estratègies que es poden utilitzar: encreuament de mitjanes amb el preu (destaca al gràfic els senyals de l'encreuament entre SMA de 200 períodes i l'EURUSD), encreuament de mitjanes mòbils de diferents períodes entre elles (posa com a exemple l'EMA de 50 i 100 sobre el DAX) i utilització de les mitjanes mòbils com a zona de suport o de resistència (descriu la utilització de l'EMA de 100 períodes en el DAX). T. T. Chong i Li (2012) obtenen resultats favorables utilitzant l'EMA sobre el DAX.

Relative Strength Index (RSI)

L'Índex de Força Relativa és un indicador desenvolupat per l'enginyer J. Welles Wilder el 1978 (J. Luis Cava, 2006). El mateix mesura la força del preu comparant els moviments dels preus de tancament en un període determinat. Es podria considerar un indicador anticipat o coincident amb la tendència (Elder, 2017).

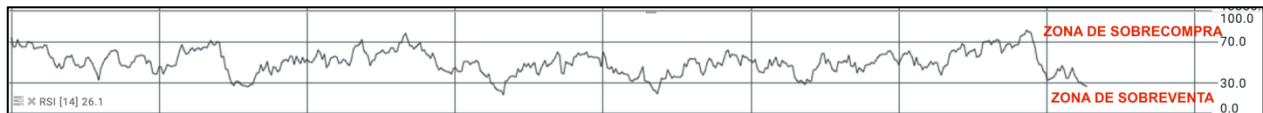
La fórmula del RSI és la següent:

$$RSI_i(n) = 100 - \frac{100}{(1+RS^*)}$$

$$RS^* = \frac{\text{mitjana de tancaments alcistes en els últims } n \text{ períodes}}{\text{mitjana de tancaments baixistes en els últims } n \text{ períodes}}$$

L'indicador fluctua entre 0 i 100. Valors per sobre de 70 indiquen que existeix una sobrevaloració de l'actiu i pot comportar una reversió de la tendència. Quan l'indicador es troba per sota de 30, el mercat està infravalorant l'actiu, donant lloc a un senyal de compra (Romero, 2018) (Arratia i Dorador, 2019), tal i com es pot observar a la Fig. 2.

Figura 2. Gràfic horari de l'RSI aplicat al DAX en el període comprès entre 05/04/22 i 22/04/22.



Font: elaboració pròpia (extret de XStation).

Trembiński i Stawska (2021) descriuen que els períodes més utilitzats són 9, 14 i 21 períodes i basa l'estratègia en la detecció de senyals de compra quan els valors de l'indicador són inferiors a 30 i senyals de venda quan els valors de l'indicador són superiors a 70. Tal i com descriuen Bhargavi, Gumparthi, i Anith, (2017), el nombre de períodes suggerit per Wilder és de 14. Els mateixos demostren que l'indicador analitzat es pot utilitzar en la construcció de carteres i que prediu senyals de compra i venda en diferents actius de forma precisa i permet determinar la tendència futura.

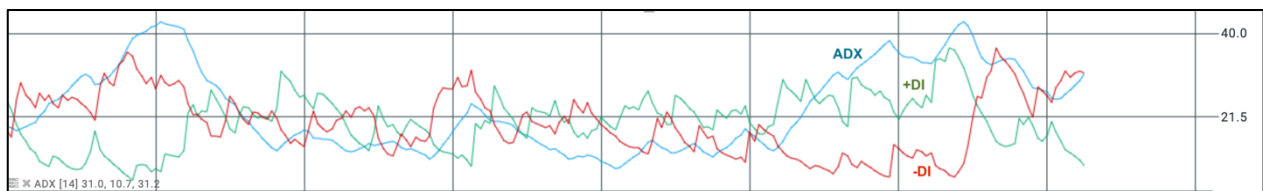
Average Directional Index (ADX)

L'Average Directional Index (ADX) és un oscil·lador desenvolupat per J. Welles Wilder el 1978 per a mesurar la força de la tendència en la que evoluciona un actiu concret (Wilder, 1978).

L'ADX és un oscil·lador normalitzat, és a dir, fluctua en una escala finita entre 0 i 100 (Lam i Chong, 2006). L'indicador està compost per tres línies: ADX, DI+ (Directional Indicator +) i DI- (Directional Indicator -), tal i com es mostra a la Fig. 3. Les línies DI+ i DI- mesuren la presència de moviments ascendants i descendents. La línia de l'ADX indica la fortalesa de la tendència. Així, les lectures per sobre de 40 signifiquen una forta tendència, mentre que les lectures per sota de 20 informen d'una tendència lleu o del desenvolupament d'una tendència lateral. Si l'ADX presenta un pendent positiu, es considera que la tendència s'està enfortint. De forma contrària, si presenta pendent negativa, es considera que la tendència s'està debilitant.

Així mateix, tal i com descriuen Trembiński i Stawska (2021), una estratègia vàlida es basa en la detecció de l'encreuament entre +DI i -DI, reforçat per un ADX de 14 períodes superior a 25, indicant fortalesa en la tendència. Aquesta estratègia és analitzada també per Lam i Chong (2006) en diversos índexs, conclouent que els indicadors de 14 i 20 períodes demostren ser útils en el DAX. Sainz (2021) planteja una estratègia basada en 3EMA (de 10, 25 i 50 períodes) + ADX (de 14 períodes), demostrant la seva rendibilitat durant els últims 10 anys per EURGBP, EURJPY, S&P500 i BGPJPY.

Figura 3. Gràfic horari de l'ADX aplicat al DE30 entre 05/04/22 i 22/04/22.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Estocàstic

L'estocàstic és un indicador desenvolupat per l'analista tècnic George C. Lane el 1950, que compara la posició relativa del preu de tancament d'un dia respecte als preus de tancament dels dies anteriors, dins d'un interval determinat (J. Luis Cava, 2006) (Chootong i Sornil, 2012).

És un oscil·lador que es mou entre el 0 i 100 i, mitjançant l'encreuament de la línia de l'oscil·lador (%K) i de la seva mitjana mòbil (%D), es poden obtenir senyals de compra o de venda (Graziano, 2001), tal i com es mostra a la Fig. 4.

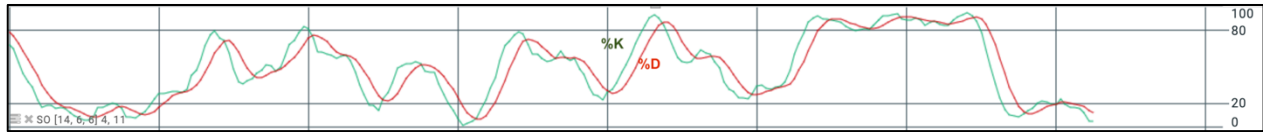
Aquest indicador es basa en el fet que els preus de tancament tendeixen a situar-se prop de la part alta de la zona de fluctuació (zona en la qual s'han mogut els preus dins l'interval) en una tendència alcista, i prop dels mínims, en una baixista (J. Luis Cava, 2006).

L'estocàstic es calcula mitjançant següent fórmula matemàtica:

$$\%K = \frac{(\text{últim tancament} - \text{mínim del període})}{(\text{màxim del període} - \text{mínim del període})} * 100$$

$$\%D = \text{mitjana simple de } X \text{ períodes de } \%K$$

Figura 4. Representació de l'indicador Estocàstic de 14 períodes al DAX. %K:14; %D:6 entre 05/04/22 i 22/04/22.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

La línia %K és la més ràpida i el seu valor depèn del lloc on està l'últim preu respecte al rang màxim del període.

És un bon indicador per a determinar nivells de sobrecompria i sobreventa (Chootong i Sornil, 2012). Quan el preu cotitza prop del màxim del rang, %K pren un valor molt elevat, per sobre de 80 (zona de sobrecompria) i, per tant, majors probabilitats de revertir a la baixa.

Quan el preu cotitza prop del mínim del rang, %K pren un valor per sota del 20 (zona de compravenda) i, per tant, s'anticipa la formació d'un sòl (García, 2017).

També es pot posar atenció a l'encreuament entre l'estocàstic (%K) i la mitjana mòbil (%D) de pujada al creuar la línia de 80, que podrà significar senyal de compra, i a l'encreuament de %K sobre %D en baixada, en entrar a la zona de 20 (senyal de venda) (García, 2017) (Sainz, 2021).

Bandes de Bollinger

És un indicador de tendència desenvolupat per l'analista financer John Bollinger als anys 80 molt utilitzat per analistes tècnics (Kai Jie Shawn et al., 2013) (Chootong i Sornil, 2012).

Bollinger va ser el primer a introduir un enfocament dinàmic a l'amplada de la banda amb la incorporació de la desviació estàndard. Són múltiples els articles científics que s'han desenvolupat per a demostrar la rendibilitat d'aquest enfocament i per optimitzar-lo donant lloc a resultats positius (Kabasinskas i Macys, 2010) (Lento, Gradojevic, i Wright, 2007) (Butler i Kazakov, 2010).

Les Bandes de Bollinger consisteixen en un conjunt de tres corbes: una mitjana mòbil simple de n períodes envoltada per dues bandes (desviació estàndard positiva i negativa) (Carlsson i Sjgren, 2016).

$$\text{Banda Central}_i(n) = SMA_i(n)$$

$$\text{Banda Superior}_i(n) = SMA_i(n) + (D * StdDev)$$

$$\text{Banda Inferior}_i(n) = SMA_i(n) - (D * StdDev)$$

Amb aquestes fórmules, s'aconsegueix dibuixar una franja que comprèn el 95% de les dades que aporta el preu. L'amplitud del rang aporta informació sobre la volatilitat de l'actiu: com més ample, major volatilitat (Gonzalez, 2018), tal i com es pot veure a la Fig. 5.

Figura 5. Representació de les Bandes de Bollinger de 60 períodes en el DE30.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Una estratègia basada en Bandes de Bollinger es pot enfocar marcant els punts de tall amb les bandes exteriors com a senyal d'obertura d'operació (Kai Jie Shawn et al., 2013) (Butler i Kazakov, 2010). Trembiński i Stawska (2021) utilitza l'indicador ($\sigma=2$, SMA20) i es fixa amb l'encreuament del preu amb les bandes exteriors i estableix el tancament de l'operació quan creua la banda SMA.

Elder (2017) descriu una estratègia basada en la utilització de l'encreuament del preu amb la banda central com a senyal d'obertura d'operacions, fixant l'encreuament amb les bandes exteriors com a tancament d'operació.

2.2. Eines de gestió de risc

El *trading* en qualsevol actiu suposa l'exposició a un risc molt elevat si el preu no segueix la direcció prevista. Això pot resultar en pèrdues considerables del capital invertit, a menys que es prenguin mesures per a tancar la posició. Igualment, si el preu es mou a la direcció favorable, l'inversor pot voler tancar la posició per tal d'evitar una possible reversió i quedar-se amb els guanys (Vezeris et al., 2018).

Aquestes eines de gestió del risc són les següents:

- **Stop loss:** ordre per tal que la posició es liquidi en el moment que el mercat assoleixi una determinada posició (Arratia i Dorador, 2019). Permet frenar la pèrdua davant de possibles moviments desfavorables del preu.
- **Take profit:** ordre per tal de seleccionar la quantitat de capital que s'espera guanyar si l'operació és positiva. Permet obtenir beneficis davant a moviments favorables del preu.

Al llarg dels anys, s'han analitzat múltiples estratègies per a determinar la col·locació d'aquestes eines, en diferents actius i en combinació amb els senyals proporcionats per indicadors (Vezeris et al., 2018) (Han i Zhou, 2014). En una estratègia de *trading*, és rellevant establir una òptima relació benefici/risc, és a dir, quant esperem guanyar si tot surt bé en relació a quant estem disposats a perdre si surt malament.

Aquesta s'aconsegueix assegurant-se que el benefici obtingut en les operacions guanyadores sigui major que l'obtingut a les perdedores. Per tant, és rellevant establir una relació benefici/risc (B/R) com a mínim de 2 a 1, tal i com es mostra a la Fig. 6:

Figura 6. Aplicació de les eines *Take Profit* i *Stop Loss* amb una relació B/R de 2/1.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

3. METODOLOGIA

L'efectivitat de l'estratègia d'inversió plantejada basada en indicadors tècnics es testarà a través de la plataforma d'inversió XStation i s'utilitzaran, com a instrument financer, els CFDs, ja que es comporten igual que l'índex a analitzar i suposen baixos costos de transacció, aporten facilitat en l'execució i permeten operatives a l'alça i a la baixa (Carlsson i Sjgren, 2016).

3.1. Contractes per diferència (CFDs)

Els Contractes per Diferències (CFDs) són productes derivats que consisteixen en un acord entre dues parts per a intercanviar la diferència entre el preu d'obertura i el de tancament d'un instrument subjacent (XTB, 2022) (Carlsson i Sjgren, 2016). Existeixen CFDs per múltiples classes d'actius: Forex, índexs, matèries primeres, ETFs, entre d'altres.

L'inversor no és propietari de l'actiu però pot beneficiar-se dels guanys obtinguts en el moviment d'aquest actiu (Carlsson i Sjgren, 2016) (C. Brown et al., 2010).

A diferència de formes tradicionals de *trading*, els CFDs permeten realitzar operacions alcistes i baixistes. Així mateix, els CFDs són un producte "apalancat", és a dir, que permet una exposició de mercat molt major per a un dipòsit inicial relativament petit (el broker finança l'operació) (C. Brown et al., 2010).

3.2. Definició de l'estratègia d'inversió

L'estratègia que es testarà sobre l'índex alemany DAX es basarà en les següents premisses:

- Aplicació de l'oscil·lador Average Directional Index (ADX) de 14 períodes. Detecció del senyal d'entrada amb l'encreuament de +DI i -DI, reforçat per un pendent positiu de la línia ADX. Així, es defineixen els senyals de la següent forma:

Senyal de compra	Entrecruament DI+ per sobre de DI- amb mitjana ADX > 21.5
Senyal de venda	Entrecruament DI- per sobre de DI+ amb mitjana ADX > 21.5

- Confirmació del senyal amb l'encreuament del gràfic amb l'Exponential Moving Average (EMA) de 100 períodes. Així, es defineixen els senyals de la següent forma:

Senyal de compra	Quan el mercat supera l'EMA
Senyal de venda	Quan el mercat creua a la baixa l'EMA

- L'indicador RSI de 14 períodes reforça la senyal d'entrada d'operacions en sortir de les zones de sobrecompra i sobreventa. Així, es defineixen els senyals de la següent forma:

Senyal de compra	RSI > 30
Senyal de venda	RSI < 70

- Confirmació del senyal amb l'encreuament del gràfic amb la línia de les Bandes de Bollinger de 60 períodes. Així, es defineixen els senyals de la següent forma:

Senyal de compra	Quan el mercat supera la línia mitjana mòbil (SMA de 60 períodes)
Senyal de venda	Quan el mercat creua a la baixa la línia mitjana mòbil (SMA de 60 períodes)

- Confirmació del senyal amb l'encreuament entre les línies %K i %D de l'indicador Estocàstic de 14 període. Així, es defineixen els senyals de la següent forma:

Senyal de compra	Quan la línia %K supera la %D i surt de zona de sobreventa
Senyal de venda	Quan la línia %D supera la %K i surt de zona de sobrecompra

- Establiment d'una relació benefici/risc, mitjançant les eines de gestió del risc *Take Profit* i *Stop Loss* de, com a mínim 2:1, tenint en compte l'anàlisi dels patrons previs en el gràfic. Així, s'establiran les següents condicions:

Take Profit	200 pips (50€)
Stop Loss	100 pips (25€)

Els punts percentuals o pips són les unitats estàndards que mesuren els canvis de la cotització d'un actiu. Tal i com es detalla a l'Annex I, l'apalancament del DAX a la plataforma XStation és de 1:20. Per tant, és necessari un 5% del valor nominal per al marge de la transacció (capital que es congela quan s'obre una posició). En aquest estudi es considerarà un lot de 0,01, que equival al següent capital, en funció del nivell de l'instrument:

$$\text{Valor nominal 1 lot: Nivell de l'instrument} * 25€$$

$$\text{Valor nominal 0,01 lot: } \frac{\text{Nivell de l'instrument} * 25€}{100}$$

$$\text{Capital necessari per 0,01 lot: } \frac{\text{Nivell de l'instrument} * 25€}{100} * 0,05$$

Així, la combinació d'indicadors es basa en l'assumpció que cadascun ens pot oferir una fracció d'informació rellevant (Graziano, 2001). L'establiment de l'estratègia descrita es comprovarà, amb l'aplicació de la mateixa en el gràfic horari del DAX a la plataforma XStation, en el període comprès entre els mesos de gener i maig, detectant que la coincidència de senyals dels diferents indicadors seleccionats dona lloc a un senyal d'entrada que acaba confirmant la direcció de la tendència. Per a analitzar els resultats, es calcularà el percentatge d'encerts, el profit factor i la rendibilitat.

3.3. Anàlisi economètric

Segons descrit a la revisió de literatura, existeixen factors macroeconòmics que afecten la cotització de l'índex d'un país, com són el tipus d'interès, la inflació, el PIB, la taxa de desocupació o l'índex de producció industrial.

L'economia és un sistema en moviment on múltiples variables estan relacionades entre si i afecten la situació del mercat, de forma directa i indirecta (Macián Pérez, 2017).

D'una banda, és conegut que els tipus d'interès i la borsa tenen una relació inversa (Macián Pérez, 2017); un augment dels tipus d'interès comporta una pèrdua en l'atractiu dels inversors en mercats de renda variable (front a altres actius com la renda fixa, els quals augmenten la rendibilitat), i viceversa. No obstant, es tracta d'un aspecte controvertit ja que un augment dels tipus d'interès pot significar un escenari de recuperació econòmica. Una altra variable rellevant és la inflació, que pot comportar una davallada en les accions i cotitzacions davant d'una extensió excessiva (Macián Pérez, 2017). Així mateix, el creixement econòmic, donat pel PIB, que correspon al total de béns i serveis finals produïts en un país en un any, sol anar relacionat positivament amb els mercats borsaris ja que indica beneficis futurs. Per tant, l'efecte dels factors macroeconòmics en la renda variable és una qüestió complexa que està influïda per un nombre elevat d'elements implicats.

Mitjançant un anàlisi economètric, es determinarà la correlació entre la cotització mitjana del DAX des de 2000 fins a 2020 i les següents variables macroeconòmiques:

- Inflació: variació percentual anual de l'Índex de Preu al Consumidor (IPC)
- Producte Interior Brut (PIB) (en bilions de \$)
- Taxa d'atur Alemanya: població civil desocupada sobre població civil activa
- Índex de Preu al Consumidor (IPC) (2015=100)
- Índex de producció industrial (2005=100)
- Tipus d'interès establert pel Banc Central Europeu (mitjana anual)

Les dades s'obtidran de l'Oficina Federal d'Estadística (Statistisches Bundesamt), l'organisme federal alemany responsable de les estadístiques nacionals, així com de l'"Euribor rates" (BCE, 2022) i l'Eurostat.

4. RESULTATS

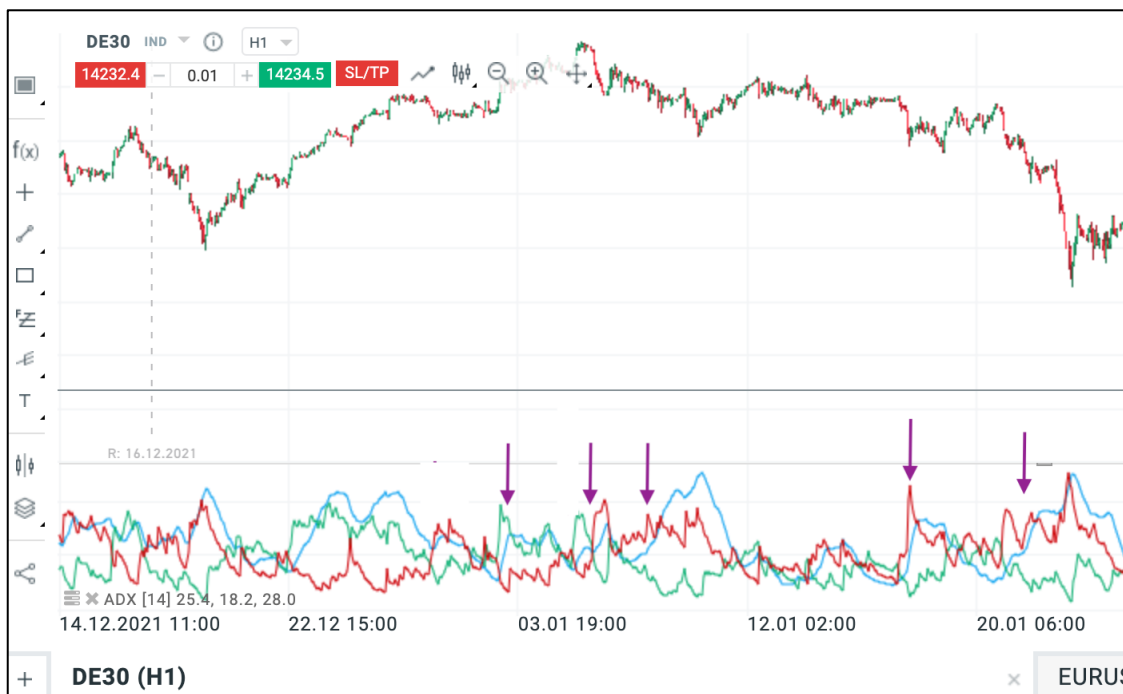
4.1. Rendibilitat de l'estratègia d'inversió

La recollida de dades es basa en la observació de l'estratègia plantejada en el gràfic horari del DAX mitjançant la plataforma XStation.

Aplicació de l'oscil·lador Average Directional Index (ADX) de 14 períodes

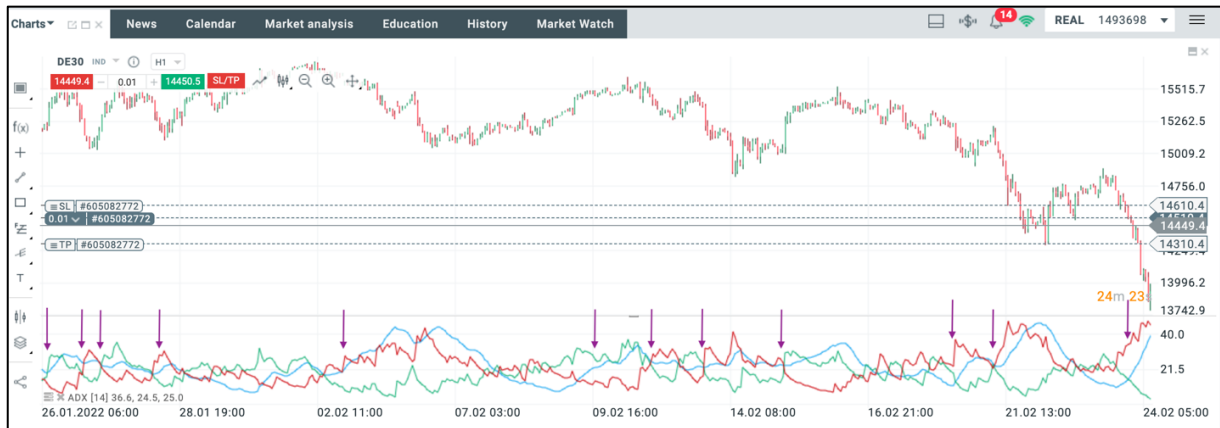
Els gràfics amb els senyals d'obertura d'operacions es mostren a les figures següents:

Figura 7. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 01/01/22-25/01/22 amb l'ADX.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 8. Representació del DAX en gràfic horari entre 26/01/22-24/02/22 amb l'ADX.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 9. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 17/02/22-21/03/22 amb l'ADX



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 10. Representació del DAX en gràfic horari entre 18/03/22-21/04/22 amb l'ADX.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 11. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 22/04/22-29/04/22 amb l'ADX.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 12. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 28/04/22-14/05/22 amb l'ADX.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Es comptabilitzen les operacions d'obertura d'operacions a la següent Taula 2:

Taula 2. Recull d'operacions obertes amb l'indicador ADX.

DATA	Operació	Obertura	Take Profit	Stop Loss	Tancament	Benefici	Capital invertit (€)
03/01/22 14:00	Compra	16.057,50	16.257,50	15.957,50	16.257,50	50 €	200,72
05/01/22 17:00	Venta	16.261,10	16.061,10	16.361,10	16.061,10	50 €	203,26
07/01/22 08:00	Venta	16.046,20	15.846,20	16.146,20	15.846,20	50 €	200,58
18/01/22 09:00	Venta	15.880,30	15.680,30	15.980,30	15.680,30	50 €	198,50
21/01/22 11:00	Venta	15.690,70	15.490,70	15.790,70	15.490,70	50 €	196,13

Disseny d'una estratègia de trading aplicada al DAX

26/01/22 07:00	Compra	15.212,80	15.412,80	15.112,80	15.412,80	50 €	190,16
27/01/22 01:00	Venta	15.457,90	15.257,90	15.557,90	15.257,90	50 €	193,22
27/01/22 08:00	Compra	15.122,00	15.322,00	15.022,00	15.322,00	50 €	189,03
28/01/22 09:00	Venta	15.443,00	15.243,00	15.543,00	15.243,00	50 €	193,04
03/02/22 01:00	Venta	15.524,70	15.324,70	15.624,70	15.324,70	50 €	194,06
09/02/22 16:00	Compra	15494,90	15694,90	15394,90	15394,90	-25 €	193,69
10/02/22 18:00	Venta	15.531,20	15.331,20	15.631,20	15.331,20	50 €	194,14
11/02/22 18:00	Venta	15.417,50	15.217,50	15.517,50	15.217,50	50 €	192,72
15/02/22 09:00	Compra	15.057,20	15.257,20	14.957,20	15.257,20	50 €	188,22
18/02/22 14:00	Venta	15.250,30	15.050,30	15.350,30	15.050,30	50 €	190,63
21/02/22 08:00	Venta	15.151,90	14.951,90	15.251,90	15.951,90	50 €	189,40
04/03/22 03:00	Venta	13.522,70	13.322,70	13.622,70	13.322,70	50 €	169,03
09/03/22 08:00	Compra	13.141,10	13.341,10	13.041,10	13.341,10	50 €	164,26
11/03/22 15:00	Compra	13.890,30	14.090,30	13.790,30	13.790,30	-25 €	173,63
16/03/22 10:00	Compra	14.263,70	14.463,70	14.163,70	14.463,70	50 €	178,30
23/03/22 09:00	Venta	14.507,70	14.307,70	14.607,70	14.307,70	50 €	181,35
29/03/22 09:00	Compra	14.614,90	14.814,90	14.514,90	14.814,90	50 €	182,69
31/03/22 14:00	Venta	14.555,20	14.355,20	14.655,20	14.355,20	50 €	181,94
05/04/22 21:00	Venta	14.381,00	14.181,00	14.481,00	14.181,00	50 €	179,76
12/04/22 08:00	Venta	13.991,40	13.791,40	14.091,40	14.091,40	-25 €	174,89
19/04/22 20:00	Compra	14.186,40	14.386,40	14.086,40	14.386,40	50 €	177,33
22/04/22 18:00	Venta	14.142,40	13.942,40	14.242,40	13.942,40	50€	176,78
25/04/22 20:00	Compra	14.007,40	14.207,40	13.907,40	13.907,40	-25€	175,09
26/04/22 17:00	Venta	13.798,10	13.598,10	13.898,10	13.598,10	50€	172,48
28/04/22 08:00	Compra	13.885,90	14.085,90	13.785,90	14.085,90	50€	173,57
02/05/22 06:00	Venta	13.946,20	13.746,20	14.046,20	14.046,20	-25€	174,33
05/05/22 04:00	Compra	14.251,00	14.451,00	14.151,00	14.151,00	-25€	178,14
05/05/22 14:00	Venta	14.150,10	13.950,10	14.250,10	13.950,10	50€	176,88
10/05/22 13:00	Compra	13.560,40	13.760,40	13.460,40	13.760,40	50€	169,51
12/05/22 20:00	Compra	13.624,40	13.824,40	13.524,40	13.824,40	50€	170,31

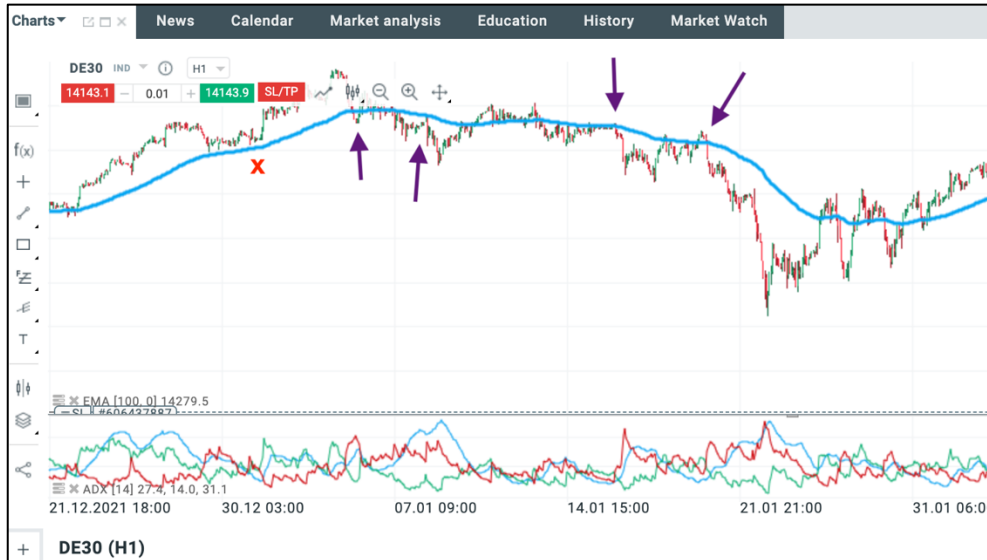
Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Les especificacions de l'instrument utilitzat (CFD sobre l'índex DAX) es descriuen a l'Annex I. Tot i així, per a la recollida de dades, no es tindrà en compte el *swap* (cobrament per tenir l'operació oberta en més d'una sessió), en ser residual (-0,00394% per posicions llargues /-0,00718% per posicions curtes).

Aplicació de la mitjana mòbil exponencial (EMA) de 100 períodes

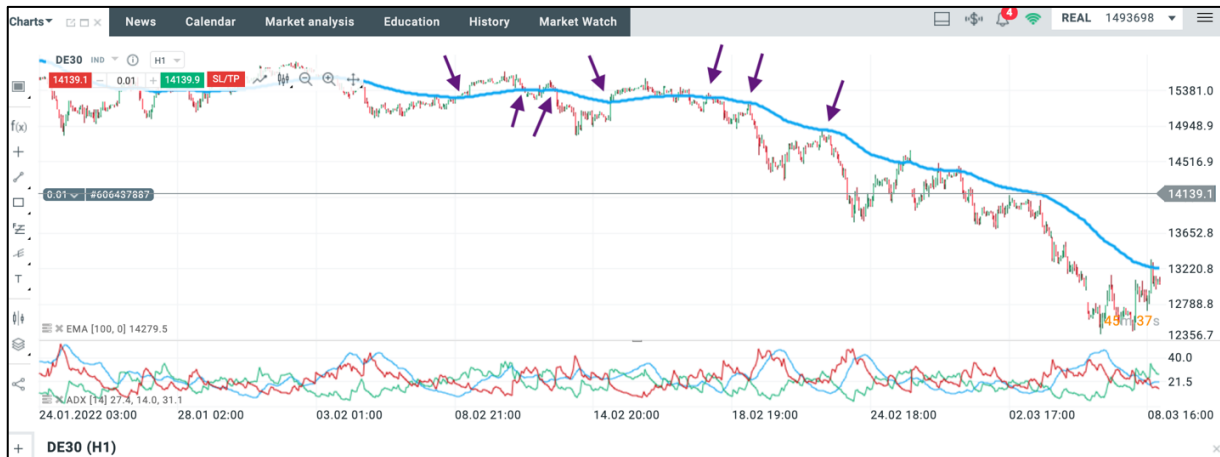
S'assenyalen els senyals d'entrada d'operacions seleccionades anteriorment que es confirmen per l'EMA de 100 períodes.

Figura 13. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 18/03/22-21/04/22 amb l'EMA i l'ADX.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 14. Representació del DAX en gràfic horari entre 18/03/22-21/04/22 amb l'EMA i l'ADX.



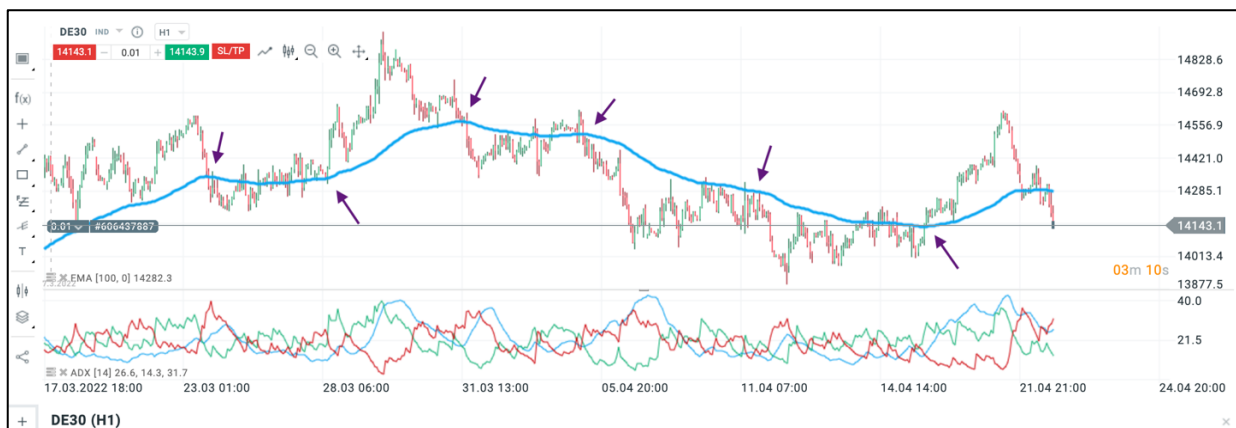
Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 15. Representació del DAX en gràfic horari entre 18/03/22-21/04/22 amb l'EMA i l'ADX.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 16. Representació del DAX en gràfic horari entre 18/03/22-21/04/22 amb l'EMA i l'ADX.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 17. Representació del DAX en gràfic horari entre 22/04/22-29/04/22 amb l'EMA i l'ADX.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 18. Representació del DAX en gràfic horari entre 28/04/22-14/05/22 amb l'EMA i l'ADX.



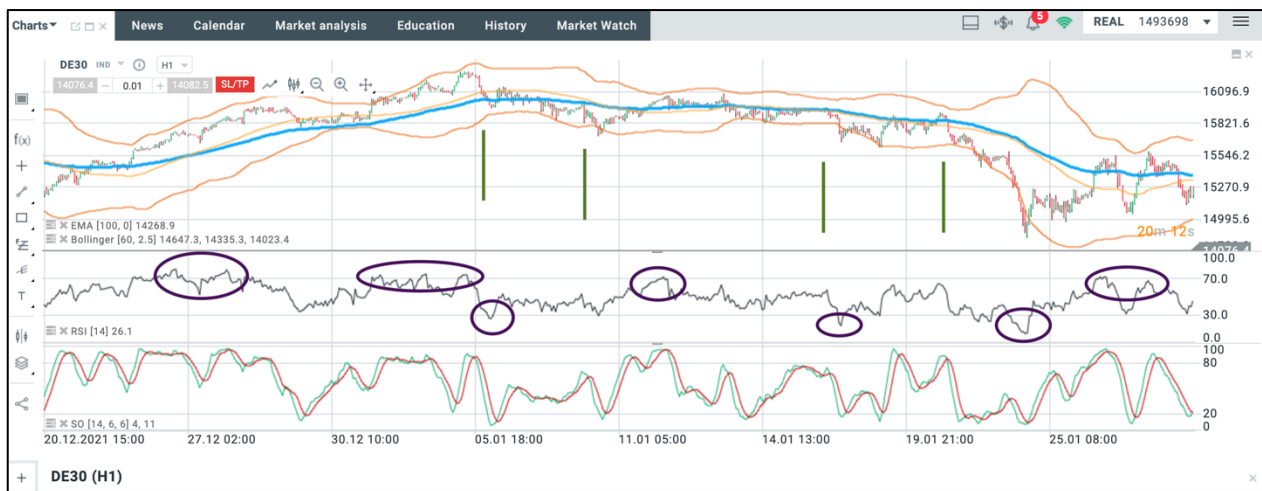
Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

S'observa que l'encreuament entre el preu amb la mitjana mòbil ofereix un senyal confirmatòria dels senyals detectades prèviament amb l'ADX, però que no és fiable la seva utilització en solitari ja que dona moltes senyals falses (s'observa al gràfic que creua amb el preu en molts moments). Així mateix, s'observa que no confirmaria dos senyals, a les quals no arriba a creuar amb el preu: senyal de compra del 03/11/22 i senyal de venda del dia 04/03/22.

Aplicació de l'indicador RSI de 14 períodes

A la figura 19, s'assenyalen les zones de sobrecompra (RSI>80) i sobrevenda (RSI<20) amb un cercle i es marquen les operacions detectades amb els indicadors previs. S'observa que els senyals no coincideixen (i algunes s'observen amb retard).

Figura 19. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 20/12/21-25/01/22 amb Bandes de Bollinger, EMA, RSI i Estocàstic.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 20. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 17/01/22-17/02/22 amb Bandes de Bollinger, EMA, RSI i Estocàstic.



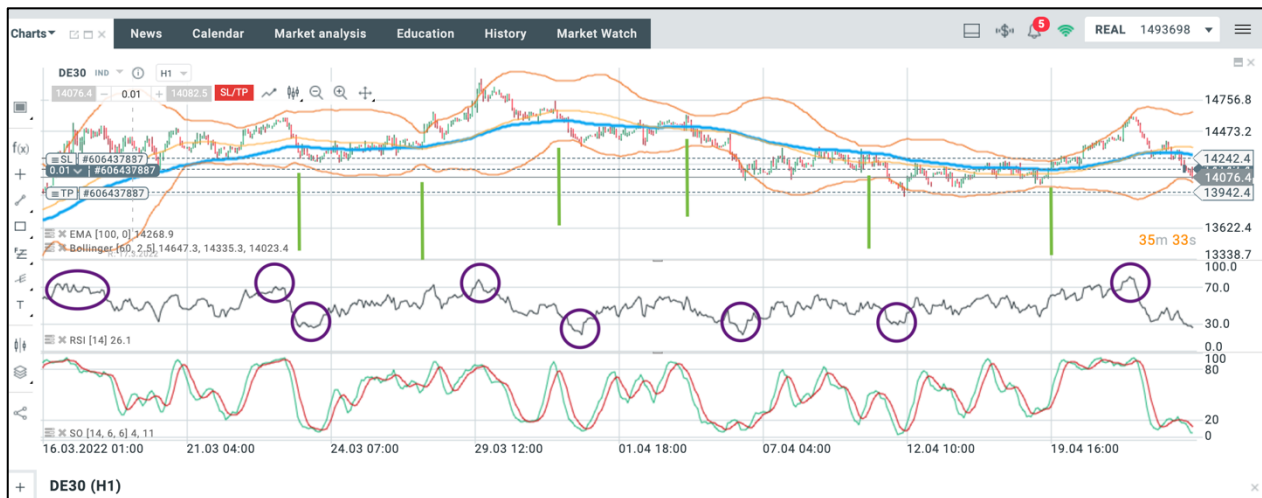
Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 21. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 02/02/22-15/03/22 amb Bandes de Bollinger, EMA, RSI i Estocàstic.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 22. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 16/03/22-21/04/22 amb Bandes de Bollinger, EMA, RSI i Estocàstic.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 23. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 22/04/22-29/04/22 amb Bandes de Bollinger, EMA, RSI i Estocàstic.



Font: elaboració pròpia (extret de Plataforma XStation).

Figura 24. Representació del DAX en gràfic horari en el període comprès entre 28/04/22-14/05/22 amb Bandes de Bollinger, EMA, RSI i Estocàstic.



Aplicació de les Bandes de Bollinger de 60 períodes

S'observa en les figures anteriors (de la 19 a la 24) que les Bandes de Bollinger confirmen el senyal de similar forma a l'EMA, tot i que la primera ressegueix més fidelment el preu.

Aplicació de l'indicador Estocàstic de 14 períodes

Tal i com es pot observar a les figures 19-24, els senyals d'operació seleccionades solen coincidir amb la localització de l'indicador Estocàstic en zones de sobrecompra (superiors a 80) i sobreventa (inferiors a 20).

Càlcul de la rendibilitat de l'estratègia proposada

$$\% \text{ encerts} = \frac{\text{nombre encerts}}{\text{total de transaccions}} * 100 = \frac{29}{35} * 100 = 82,86\%$$

$$\text{Profit Factor} = \frac{\text{Benefici Brut}}{\text{Pèrdua Bruta}} = \frac{1.450}{150} = 9,67$$

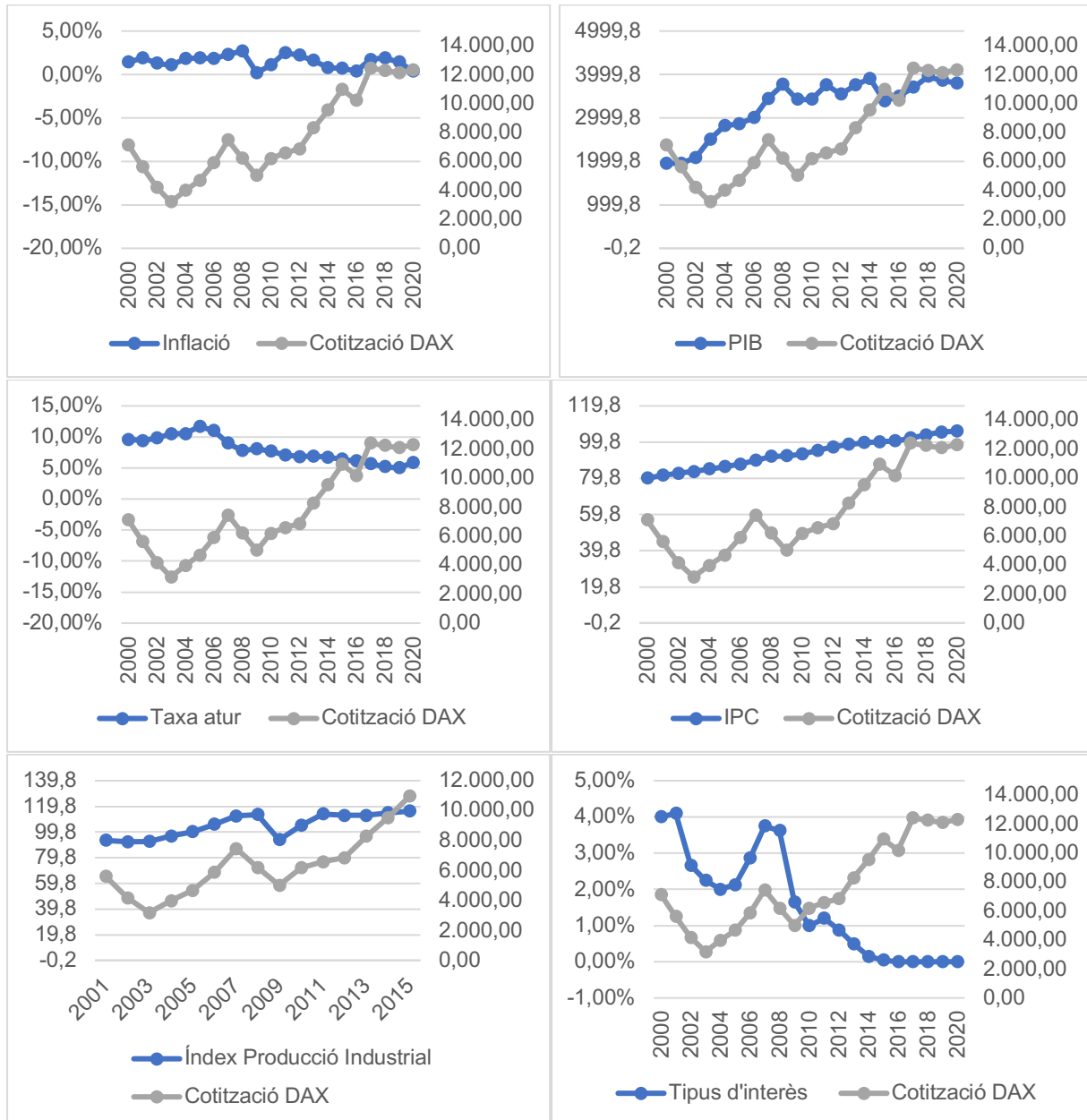
$$\text{Rendibilitat} = \sum \frac{\text{Benefici obtingut}}{\text{Capital invertit}} * 100 = 20,05\%$$

El detall de les operacions realitzades es troba a l'Annex II.

4.2. Anàlisi economètric

La representació entre les cotitzacions anuals mitjanes del DAX des de 2000 fins a 2020 i les diferents variables macroeconòmiques seleccionades es mostren a les següents figures:

Figures 25-30. Representacions de l'evolució de les diferents variables macroeconòmiques escollides durant el període comprès entre 2000 i 2020 (excepte la fig. 29)



Els resultats de l'anàlisi economètric són els següents, classificats segons cada variable macroeconòmica estudiada:

Producte Interior Brut

Taula 3. Resultats de la regressió entre el PIB i la cotització mitjana anual del DAX

Estadístiques de la regressió	
Coefficient de correlació múltiple	0,631304639
Coefficient de determinació R²	0,398545547
R² ajustat	0,36689005
Error típic	2400,338555
Observacions	21

Inflació

Taula 4. Resultats de la regressió entre la inflació i la cotització mitjana anual del DAX

Estadístiques de la regressió	
Coefficient de correlació múltiple	0,237467028
Coefficient de determinació R²	0,056390589
R² ajustat	0,006726936
Error típic	3006,541898
Observacions	21

IPC

Taula 5. Resultats de la regressió entre l'IPC i la cotització mitjana anual del DAX

Estadístiques de la regressió	
Coefficient de correlació múltiple	0,86652194
Coefficient de determinació R²	0,75086028
R² ajustat	0,73774766
Error típic	1544,87241
Observacions	21

Taxa atur

Taula 6. Resultats de la regressió entre la taxa d'atur i la cotització mitjana anual del DAX

Estadístiques de la regressió	
Coefficient de correlació múltiple	0,857955475
Coefficient de determinació R²	0,736087597
R² ajustat	0,722197471
Error típic	1590,014295
Observacions	21

Tipus d'interès

Taula 7. Resultats de la regressió entre el tipus d'interès i la cotització mitjana anual del DAX

Estadístiques de la regressió	
Coefficient de correlació múltiple	0,69461237
Coefficient de determinació R²	0,48248634
R² ajustat	0,45524878
Error típic	2226,54788
Observacions	21

Índex de producció industrial

Taula 8. Resultats de la regressió entre l'índex de producció industrial i la cotització mitjana anual del DAX

Estadístiques de la regressió	
Coefficient de correlació múltiple	0,82608716
Coefficient de determinació R²	0,68242
R² ajustat	0,65799077
Error típic	2,61537467
Observacions	15

Les dades d'obtenció dels resultats anteriors es mostren a l'Annex III.

5. CONCLUSIONS

Els resultats obtinguts de l'aplicació de l'estratègia plantejada sobre el DAX en gràfic horari, basada en anàlisi tècnic, confirmen la seva rendibilitat durant el període comprès entre gener i maig del 2022, i obren camí a futures investigacions en el camp. L'estratègia inicial es basa en l'aplicació de cinc indicadors: Average Directional Index (ADX), l'Exponential Moving Average (EMA), les Bandes de Bollinger (BB), el Relative Strength Index (RSI) i l'Estocàstic.

D'una banda, els senyals aportats per l'indicador oscil·lador ADX (donats per l'encreuament entre les línies +DI i -DI, amb la confirmació de la línia ADX per sobre del valor de 21,5 i amb pendent positiu) aporten informació rellevant sobre la predicció de la tendència. Així, tal i com s'establia a la classificació de la taula 1, l'ADX constitueix un indicador anticipat que detecta amb rapidesa el canvi de tendència i resulta ser aplicable a l'índex DAX.

Concretament, els resultats de l'aplicació de l'indicador ADX amb l'establiment d'una relació benefici/risc de 2:1, constitueix una estratègia amb una rendibilitat del 20,05%, un profit factor de 9,67 i un percentatge d'encerts del 82,86%. Per tant, es conclou que, d'una banda, el senyal d'obertura és correcte i, de l'altra, que juntament amb la relació benefici/risc establerta, l'estratègia és rendible.

Les operacions que no s'han acabat confirmant poden tenir diverses explicacions: l'espera que la línia ADX superi els 21,5 pot demorar el senyal d'obertura i resultar en una operació fallida degut a que la tendència ja s'hagi efectuat, o bé que la tendència sigui curta i tingui tan poca amplitud que no desencadeni amb el nivell de *Take Profit* i acabi topant amb el nivell de *Stop Loss*.

El senyal detectat per l'ADX guanya força quan es confirma, o s'ha confirmat prèviament en hores anteriors, amb l'encreuament amb l'EMA de 100 períodes i amb la Simple Moving Average (SMA) de les Bandes de Bollinger de 60 períodes. Aquesta combinació constitueix una representació de cada grup segons la classificació de la taula 1, multiplicant la qualitat de la informació aportada i, la força del senyal coincident entre els tres.

No obstant, es descarta l'aplicació de l'indicador RSI en no coincidir amb els senyals aportats pels anteriors indicadors. Així mateix, l'indicador Estocàstic pot reforçar els senyals però no és imprescindible en la estratègia ja que aquests són poc clars i decisius. Per tant, aquests no seran inclosos a l'estratègia final. La manca de senyal del RSI es podria resoldre provant altres períodes com el 20 (enlloc de 14) que s'ajustin millor al gràfic horari i a l'instrument escollit o bé establint un altre senyal d'obertura d'operacions tal i com alguns estudis apunten, com poden ser les divergències.

Un altre aspecte rellevant a destacar en aquest apartat és l'anàlisi fonamental, el qual no s'ha tingut en compte per a la realització d'aquest marc empíric però, és conegut, tal i com es descriu a la bibliografia, que juga un paper rellevant en el moviment dels mercats. Les estructures de continuació o reversió de tendència, els punts de sòl o resistència o la forma de les espelmes són aspectes a tenir en compte i que poden explicar els falsos positius. En aquesta línia, les notícies macroeconòmiques inesperades són un altre factor important a considerar a l'hora d'aplicar l'estratègia ja que, com s'ha descrit a l'apartat de revisió de literatura, afecten severament els principals índexs mundials i poden donar lloc a canvis bruscos en el mercat. Així mateix, es coneix que els dies de la setmana, així com dates assenyalades, poden influir en el sentiment dels inversors i, per tant, en l'evolució del mercat.

Per tant, l'estratègia escollida, un cop executada la recollida de dades, consisteix en l'aplicació a la plataforma XStation de l'indicador ADX sobre el gràfic horari del DAX (DE30), amb la confirmació de l'EMA de 100 períodes i les Bandes de Bollinger de 60 períodes, amb un *Take Profit* de 200 pips i un *Stop Loss* de 100 pips.

Per un altre costat, l'anàlisi economètric ha permès determinar el grau de correlació entre diverses variables macroeconòmiques del país amb la mitjana anual de la cotització del DAX. L'anàlisi parteix de la base que les principals magnituds macroeconòmiques del país estan estretament relacionades amb el desenvolupament de l'índex que representa la seva evolució econòmica. Observant els gràfics que mostren l'evolució durant el període comprès entre 2000 i 2020 de les diferents variables macroeconòmiques i la cotització mitjana anual del DAX, a priori semblaria que la inflació i l'Índex de Producció Industrial mostren un comportament similar amb l'índex.

Tot i així, analitzant els resultats obtinguts de l'anàlisi economètric, s'observa que les variables que tenen un major coeficient de correlació (R^2) i, per tant, major dependència, són l'IPC, la taxa d'atur i l'Índex de Producció Industrial, d'un 0,73, 0,72 i 0,65 respectivament. Així, la correlació entre l'IPC, la taxa d'atur i l'Índex de Producció Industrial amb les cotitzacions mitjanes del DAX poden explicar les tendències a llarg termini en el mercat. Els valors d'aquestes variables macroeconòmiques seran útils, doncs, per a predir l'evolució futura de les cotitzacions, com a aspecte rellevant de l'anàlisi fonamental.

Així doncs, alguns dels condicionants que determinen en certa manera l'evolució de l'índex analitzat són: l'avenç de la guerra entre Rússia i Ucraïna i la conseqüent crisi alimentària i energètica, la inflació, la retirada del BCE d'estímul monetaris i l'augment dels tipus d'interès garantit per la Reserva Federal, la relació entre Estats units i la Xina, les tensions geopolítiques creixents, el dèficit públic, les inversions empresarials, entre d'altres. És rellevant conèixer la situació econòmica i l'anàlisi fonamental per tal d'invertir de forma coherent i vaticinar l'escenari futur dels mercats de valors.

Futures investigacions podrien basar-se en l'aplicació de l'estratègia plantejada en altres índexs de comportament similar com el DJIA (US30), el S&P 500 (US500) o el NASDAQ 100, i a altres actius com matèries primeres, divises (EURUSD, GBPUSD, EURGBP, USDCHF,...) o criptomonedes, entre d'altres. Així mateix, una altra proposta seria comprovar la validesa de l'estratègia a altres períodes temporals (30 minuts, 4 hores, diari, etcètera) i, en tot cas, adaptar els períodes dels indicadors a la nova temporalitat. Altrament, es podria modificar la relació benefici/risc mitjançant l'ajustament entre les eines de gestió de risc *take profit* i *stop loss* i valorar el benefici obtingut. A més a més, una altra possibilitat seria modificar la quantitat de capital invertida (enlloc de 0,01 lots) per a comprovar si caldria ajustar la resta de variables i testejar la rendibilitat resultant.

Adicionalment, l'estratègia construïda es podria automatitzar mitjançant l'anomenat *trading* algorítmic, el qual permetria realitzar un *backtesting* (recopilatori de dades històriques) d'anys anteriors per tal d'afinar la mateixa i establir un sistema automàtic de *trading*, que no tingués en compte el component subjectiu de les inversions i no requerís la plena dedicació de l'inversor. Així mateix, permetria disposar de dades exactes que, a través de programes estadístics, es podrien obtenir resultats més fiables i significatius. No obstant, per a programar una estratègia, cal la construcció d'un *Expert Advisor*, fet que precisa un nivell elevat de coneixement de programació.

En definitiva, la predicció dels moviments dels mercats borsaris ha estat sempre l'objectiu perseguit pels inversors i, encara ara, és d'una elevada complexitat, degut a estar influïts per una quantitat ingent de factors. De totes formes, els resultats obtinguts en aquest estudi, basat en models matemàtics que ajuden a explicar el comportament del mercat, poden suposar un punt de partida des del qual seguir aportant dades i informació per a construir un model predictiu més ajustat al mercat en qüestió.

Tot i que en aquesta recerca s'ha construït una estratègia basada en tres indicadors que ha donat bons resultats en el període analitzat, és rellevant testar-la en un període temporal més ampli per a obtenir resultats concloents i significatius.

6. VALORACIÓ

La realització d'aquest treball de fi de grau, que suposa el punt i final a una etapa formativa rellevant en la meua trajectòria acadèmica, ha representat una experiència molt enriquidora que m'ha permès ampliar considerablement els coneixements sobre mercats de valors i construir una primera estratègia d'inversió amb resultats favorables. Tot i que el meu neguit per a familiaritzar-me amb el *trading* i, concretament amb el DAX, comença fa uns anys enrere, fins aquest moment no havia intentat posar sobre paper i havia realitzat un estudi en ferm per a testar la rendibilitat d'una estratègia concreta. Per tant, aquest treball suposa l'inici d'un camí de "prova i error" per a aprofundir en el món del *trading*.

Si bé l'idea original de la investigació s'ha mantingut al llarg del període de realització, l'enfocament ha sigut objecte de lleugeres modificacions. En primer lloc, la direcció del marc teòric, que inicialment es basava en el *trading*, l'anàlisi fonamental i l'anàlisi tècnic exposant les figures del mercat i les estructures de les espelmes, i era principalment formatiu, s'ha transformat en una revisió de literatura al voltant de l'índex objecte d'estudi, que ha permès aprofundir en aquest instrument i conèixer el que s'ha estudiat sobre ell. En segon lloc, la recollida de resultats s'ha adaptat a la disponibilitat, en tant que l'estudi s'ha realitzat de forma retroactiva i no ha sigut possible aplicar el *trading* algorítmic per a testar l'estratègia en els últims anys ja que calen uns alts coneixements sobre llenguatge de programació per a traslladar els mateixos paràmetres plantejats i no hagués permès arribar a l'objectiu plantejat. En aquesta línia, la recollida de dades s'ha basat en la observació i càlcul manual. L'evolució que ha experimentat la línia de treball ha sigut molt positiva i, el resultat, molt satisfactori.

Finalment, voldria agrair al meu tutor Isaac Bonillo la seva dedicació per a ajudar-me a encaminar la meua línia de treball, la predisposició en resoldre dubtes i aportar propostes de millora en tot moment i, en definitiva, per acompanyar-me durant la realització d'aquest treball. En aquesta línia, voldria destacar un sistema d'acompanyament i avaluació contínua a l'estudiant per part de la universitat i els seus docents molt adequat. Així mateix, també voldria donar gràcies a la meua família i amics, pel seu suport constant.

6.1. Autoavaluació

El tema escollit per a elaborar aquest Treball de Final de Grau neix de la inquietud personal d'aprofundir en un món apassionant, amb molta recerca per a fer i molts coneixements per adquirir. Tot i no haver pogut cursar l'assignatura Mercats Financers del grau d'Administració i Direcció d'Empreses per incompatibilitat temporal, la meua formació ha sigut pràcticament autodidacta i basada en la lectura de manuals i *prova i error* en plataformes d'inversió, que alhora ofereixen cursos formatius i comptes *demo* on posar a prova la formació oferta.

Tot i així, els coneixements adquirits durant el grau són indispensables per a comprendre el funcionament de l'economia i els seus agents i institucions i, en definitiva, els mercats financers a nivell nacional i internacional. Així mateix, gràcies als coneixements adquirits durant el transcurs d'ADE, s'ha pogut sintetitzar la informació rellevant i dissenyar una estratègia d'inversió amb instruments derivats.

Gràcies a la lectura de manuals durant anys i a la recerca bibliogràfica per a elaborar aquest treball, s'ha adquirit un mínim bagatge sobre el comportament de la borsa i els mercats de valors així com dels mètodes d'anàlisi més utilitzats per a orientar la inversió en actius de renda variable, dels quals es poden destacar l'anàlisi fonamental i l'anàlisi tècnic. És rellevant seguir en aquesta línia per a continuar ampliant coneixements i guanyar expertesa en aquest món tan motivador i interessant.

7. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Akgiray, V., Booth, G. G., i Loistl, O. (1989). Statistical models of German stock returns. *Journal of Economics Zeitschrift für Nationalökonomie*, 50(1), 17-33. <https://doi.org/10.1007/BF01227606>
- Arévalo, R., García, J., Guijarro, F., i Peris, A. (2017). A dynamic trading rule based on filtered flag pattern recognition for stock market price forecasting. *Expert Systems with Applications*, 81, 177-192. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.03.028>
- Arratia, A., i Dorador, A. (2019). On the efficacy of stop-loss rules in the presence of overnight gaps. *Quantitative Finance*, 19(11), 1857-1873. <https://doi.org/10.1080/14697688.2019.1605188>
- Bagheri, A., Mohammadi Peyhani, H., i Akbari, M. (2014). Financial forecasting using ANFIS networks with Quantum-behaved Particle Swarm Optimization. *Expert Systems with Applications*, 41(14), 6235-6250. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.04.003>
- Baker, J. C. (2018). The German Stock Market. <https://doi.org/10.2469/faj.v24.n5.153>, 24(5), 153-156. <https://doi.org/10.2469/FAJ.V24.N5.153>
- Barak, S., Dahooie, J. H., i Tichý, T. (2015). Wrapper ANFIS-ICA method to do stock market timing and feature selection on the basis of Japanese Candlestick. *Expert Systems with Applications*, 42(23), 9221-9235. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.08.010>
- Baur, D., i Jung, R. C. (2006). Return and volatility linkages between the US and the German stock market. *Journal of International Money and Finance*, 25(4), 598-613. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2005.11.010>
- BCE. (2022). Tipo de interés del BCE. Recuperat 26 abril 2022, de <https://www.euribor-rates.eu/es/tipo-de-interes-del-bce/>
- Bhargavi, R., Gumparthi, S., i Anith, R. (2017). Relative strength index for developing effective trading strategies in constructing optimal portfolio. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(19), 8926-8936.
- Bomfim, A. N. (2003). Pre-announcement effects, news effects, and volatility: Monetary policy and the stock market. *Journal of Banking and Finance*, 27(1), 133-151. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(01\)00211-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(01)00211-4)
- Brida, J. G., i Risso, W. A. (2010). Hierarchical structure of the German stock market. *Expert Systems with Applications*, 37(5), 3846-3852. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.034>
- Brock, W., Lakonishok, J., i Baron, B. Le. (1992). Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47(5), 1731-1764.
- Brown, C., Dark, J., i Davis, K. (2010). Exchange traded contracts for difference: design, pricing, and effects. *The Journal of Future Markets*, 30. <https://doi.org/10.1002/fut>
- Brown, D. P., i Jennings, R. H. (1989). On Technical Analysis [Article]. *The Review of Financial Studies*, 2(4), 527-551. <https://doi.org/10.1093/rfs/2.4.527>
- Bundesamt, S. (2022). Statistisches Bundesamt. Recuperat 26 abril 2022, de https://www.destatis.de/DE/Home/_inhalt.html
- Butler, M., i Kazakov, D. (2010). Particle swarm optimization of bollinger bands. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6234 LNCS, 504-511. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15461-4_50
- Carlsson, C., i Sjgren, T. (2016). *Profiting from serial correlation Constructing a trading strategy on the DAX*.
- Cava, J. luis. (2006). *El Arte de Especular. Las técnicas que mejor funcionan* (1a. edició; M. Á. Cava, Ed.). Madrid.
- Celebi, K., i Hönig, M. (2019). The impact of macroeconomic factors on the german stock market: Evidence for the crisis, pre-and post-crisis periods. *International Journal of Financial Studies*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/ijfs7020018>
- Cervelló-Royo, R., Guijarro, F., i Michniuk, K. (2015). Stock market trading rule based on pattern recognition and technical analysis: Forecasting the DJIA index with intraday data. *Expert Systems with Applications*, 42(14), 5963-5975. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.03.017>
- Chong, T., Ng, W.-K., i Liew, V. (2014). Revisiting the Performance of MACD and RSI Oscillators. *Journal of Risk and Financial Management*, 7(1), 1-12. <https://doi.org/10.3390/jrfm7010001>
- Chong, T. T. L., i Ng, W. K. (2008). Technical analysis and the London stock exchange: Testing the MACD

- and RSI rules using the FT30. *Applied Economics Letters*, 15(14), 1111-1114. <https://doi.org/10.1080/13504850600993598>
- Chong, T. T., i Li, J. (2012). *Profitability of trading rules based on three moving averages*. 10(1997), 1-6.
- Chootong, C., i Sornil, O. (2012). *Trading Signal Generation Using A Combination of Chart Patterns and Indicators*. 9(6), 202-209. Recuperat de www.IJCSI.org
- Dimpfl, T. (2011). The impact of US news on the German stock market-An event study analysis. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 51(4), 389-398. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2011.07.005>
- Drozd, S., Grümmer, F., Ruf, F., i Speth, J. (2001). Towards identifying the world stock market cross-correlations: DAX versus Dow Jones. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 294(1-2), 226-234. [https://doi.org/10.1016/S0378-4371\(01\)00119-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4371(01)00119-4)
- Elder, A. (2017). *El nuevo vivir del trading* (Ediciones Obelisco, Ed.).
- Ellis, C. A., i Parbery, S. A. (2005). Is smarter better? A comparison of adaptive, and simple moving average trading strategies. *Research in International Business and Finance*, 19(3), 399-411. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2004.12.009>
- Entorf, H., i Steiner, C. (2011). Announcement of Business Cycle Forecasts and the Reaction of the German Stock Market. *SSRN Electronic Journal*, 15(February), 1-17. <https://doi.org/10.2139/ssrn.910910>
- Espiñeira, C. (2018). *Comparación Del Ibex 35 Y El Dax 30 : Metodología De Cálculo y Rendimientos*. Eurostat. (2022). Statistics. Recuperat 26 abril 2022, de https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/STS_INPR_A/default/table?lang=en&category=sts.sts_ind.sts_ind_prod
- Fausch, J., i Sigonius, M. (2018). The impact of ECB monetary policy surprises on the German stock market. *Journal of Macroeconomics*, 55, 46-63. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2017.09.001>
- Fernández, J. A. (2001). *Manual del buen bolsista* (16a edició; A. G.-A. y M. Santos, Ed.). España.
- Fernández, R., i Zamorano, P. (2014). *Modelos Predictivos de Índices Bursátiles Relevantes para la Economía Chilena*. 79. Recuperat de <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/117444>
- Finter, P., Niessen-Ruenzi, A., i Ruenzi, S. (2012). The impact of investor sentiment on the German stock market. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 82(2), 133-163. <https://doi.org/10.1007/s11573-011-0536-x>
- Flad, M., i Jung, R. C. (2008). A common factor analysis for the US and the German stock markets during overlapping trading hours. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 18(5), 498-512. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2007.07.005>
- Flannery, M. J., i Protopapadakis, A. A. . (2002). Macroeconomic Factors Do Influence Aggregate Stock Returns. *The Review of Financial Studies*, 15(3), 751-782.
- Füss, R., Mager, F., Wohlenberg, H., i Zhao, L. (2011). The impact of macroeconomic announcements on implied volatility. *Applied Financial Economics*, 21(21), 1571-1580. <https://doi.org/10.1080/09603107.2011.583216>
- García, P. (2017). *Estrategias de inversión basadas en indicadores y osciladores de análisis técnico*. 1-76.
- Gil, P. (2021). *Curso de Análisis Técnico aplicado al trading*.
- Gonzalez, K. (2018). *Utilización del análisis inversiones a largo plazo técnico para la realización de inversiones a largo plazo*. Universidad de Sevilla.
- Graziano, J. P. (2001). *Análisis Técnico estadístico Principales indicadores y su aplicación al ISR* ®. 19. Recuperat de https://www.bcr.com.ar/Programa de Formacin Adjuntos Inscripciones/Graziano_Análisis técnico estadístico_Principales indicado....pdf
- Group, D. B. (2021). *DAX ® INDEX*.
- Guzmán, D. (2017). Un análisis comparativo de los rendimientos del IBEX35 y el DAX30. *Dominio de las Ciencias*, 4(2), 99-113. Recuperat de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-DeterminantesEnElComportamientoDelConsumidorQueInf-6657249 \(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-DeterminantesEnElComportamientoDelConsumidorQueInf-6657249 (2).pdf)
- Han, Y., i Zhou, G. (2014). Taming Momentum Crashes: A Simple Stop-Loss Strategy. En *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2407199>
- Hari, Y., i Dewi, L. P. (2018). Forecasting system approach for stock trading with relative strength index and moving average indicator. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 10(2-3), 25-29.
- Hengelbrock, J., Theissen, E., i Westheide, C. (2011). Market Response to Investor Sentiment. *Center for Financial Studies*.
- Herberger, T. A., Horn, M., i Oehler, A. (2020). Are intraday reversal and momentum trading strategies

- feasible? An analysis for German blue chip stocks. *Financial Markets and Portfolio Management*, 34(2), 179-197. <https://doi.org/10.1007/s11408-020-00356-2>
- Hu, Y., Feng, B., Zhang, X., Ngai, E. W. T., i Liu, M. (2015). Stock trading rule discovery with an evolutionary trend following model. *Expert Systems with Applications*, 42(1), 212-222. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2014.07.059>
- Humpe, A., i Macmillan, P. (2009). Can macroeconomic variables explain long-term stock market movements? A comparison of the US and Japan. *Applied Financial Economics*, 19(2), 111-119. <https://doi.org/10.1080/09603100701748956>
- Johann, T., Scharnowski, S., Theissen, E., Westheide, C., i Zimmermann, L. (2019). Liquidity in the German Stock Market. *Schmalenbach Business Review*, 71(4), 443-473. <https://doi.org/10.1007/s41464-019-00079-6>
- Kabasinkas, A., i Macys, U. (2010). Calibration of bollinger bands parameters for trading strategy development in the Baltic stock Market. *Engineering Economics*, 21(3), 244-254.
- Kai Jie Shawn, L., Hisarli, T. T., i Shi He, N. (2013). The Profitability of a Combined Signal Approach: Bollinger Bands and the ADX. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2230499>
- Kilgallen, T. (2012). Testing the simple moving average across commodities, global stock indices, and currencies. *Journal of Wealth Management*, 15(1), 82-100. <https://doi.org/10.3905/jwm.2012.15.1.082>
- Lam, W. S., i Chong, T. T. L. (2006). Profitability of the directional indicators. *Applied Financial Economics Letters*, 2(6), 401-406. <https://doi.org/10.1080/17446540600647045>
- Lento, C., Gradojevic, N., i Wright, C. S. (2007). Investment information content in Bollinger Bands? *Applied Financial Economics Letters*, 3(4), 263-267. <https://doi.org/10.1080/17446540701206576>
- Leung, J. M. J., i Chong, T. T. L. (2003). An empirical comparison of moving average envelopes and Bollinger Bands. *Applied Economics Letters*, 10(6), 339-341. <https://doi.org/10.1080/1350485022000041032>
- Lu, T. H., i Shiu, Y. M. (2012). Tests for two-day candlestick patterns in the emerging equity market of Taiwan. *Emerging Markets Finance and Trade*, 48(SUPPL. 1), 41-57. <https://doi.org/10.2753/REE1540-496X4801S104>
- Lu, T. H., i Shiu, Y. M. (2016). Can 1-day candlestick patterns be profitable on the 30 component stocks of the DJIA? *Applied Economics*, 48(35), 3345-3354. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1137553>
- Lupa, C. I. (2018). *Análisis de carteras eficientes, una comparativa del IBEX 35 y el DAX 30 en el período 2014-2019*. Universidad de La Laguna.
- Lux, T. (2011). Sentiment dynamics and stock returns: The case of the German stock market. *Empirical Economics*, 41(3), 663-679. <https://doi.org/10.1007/s00181-010-0397-0>
- Macián Pérez, L. (2017). Estudio de los efectos de las principales variables macroeconómicas sobre la Bolsa. *Universidad de Valencia*, 56-69. Recuperat de <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/80051>
- Marcelo, J. L. M., i Quirós, J. L. M. (2005). Análisis de los efectos de las correlaciones bursátiles en la composición de carteras óptimas. *Revista española de financiación y contabilidad*, XXXIV(126), 689-708.
- Matras, K. (2012). *Chart Patterns Trader Supplement Understanding and Trading Classic Chart Patters*.
- Moreno, A. P. (2021). *Análisis de la tendencia del índice bursátil alemán DAX-30 mediante el Modelo Probit*. Universitat Politècnica de Valencia.
- Namdari, A., i Durrani, T. S. (2018). Predictive power of garch model against VMA and FMA trading rules: The case of DJIA and DAX. *39th International Annual Conference of the American Society for Engineering Management, ASEM 2018: Bridging the Gap Between Engineering and Business*, 922-931.
- Noconoco, A. M. (2016). *Trading en el mercado de divisas forex*. Universidad de Valladolid.
- Oberlechner, T. (2001). Importance of technical and fundamental analysis in the European foreign exchange market. *International Journal of Finance and Economics*, 6(1), 81-93. <https://doi.org/10.1002/ijfe.145>
- Peiró, A. (2016). Stock prices and macroeconomic factors: Some European evidence. *International Review of Economics and Finance*, 41, 287-294. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2015.08.004>
- Plíhal, T. (2016). Stock Market Informational Efficiency in Germany: Granger Causality between DAX and Selected Macroeconomic Indicators. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 220, 321-329. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.505>
- Qontigo. (2021). Qontigo's Flaegel: 'DAX Reform Puts Index Family in Best Possible Position for the Future'.

- Recuperat 24 abril 2022, de <https://qontigo.com/qontigos-flaegel-dax-reform-puts-index-family-in-best-possible-position-for-the-future/>
- Romero, P. M. (2018). Diseño de una estrategia automatizada de trading. *Facultad de economía y empresa*, 20-34.
- Sainz, O. (2021). *Análisis técnico aplicado con un sistema de trading algorítmico*. Universidad de Cantabria.
- Santamaria, J. E. (2020). *Análisis del comportamiento de carteras eficientes con restricción de beta para el DAX-30*. Universitat Politècnica de València.
- Schildbach, J. (2017). German stock market rises to record highs: All is well—or is it? *Germany Monitor*, November.
- Schmidhammer, C., Lobe, S., i Röder, K. (2011). Intraday pricing of ETFs and certificates replicating the German DAX index. *Review of Managerial Science*, 5(4), 337-351. <https://doi.org/10.1007/s11846-010-0049-y>
- Stapf, J., i Werner, T. (2003). *How wacky is the DAX? The changing structure of German stock market volatility*. (18).
- Trembiński, M., i Stawska, J. (2021). The Effectiveness of the Transaction Systems on the Dax Index. *Finanse i Prawo Finansowe*, 159-184. <https://doi.org/10.18778/2391-6478.s.2021.09>
- Vezeris, D., Kyrgos, T., i Schinas, C. (2018). Take Profit and Stop Loss Trading Strategies Comparison in Combination with an MACD Trading System. *Journal of Risk and Financial Management*, 11(3), 56. <https://doi.org/10.3390/jrfm11030056>
- Wang, J., i Zhu, X. (2013). The reaction of international stock markets to Federal Reserve policy. *Financial Markets and Portfolio Management*, 27(1), 1-30. <https://doi.org/10.1007/s11408-012-0204-3>
- Wilder, J. (1978). New Concepts in Technical Trading Systems. *New Concepts in Technical Trading Systems*, Vol. 24, p. 63-69.
- Wu, M. E., Wang, C. H., i Chung, W. H. (2017). Using trading mechanisms to investigate large futures data and their implications to market trends. *Soft Computing*, 21(11), 2821-2834. <https://doi.org/10.1007/s00500-016-2162-6>
- XTB. (2022). Introducción a los CFDs. Recuperat 21 març 2022, de <https://www.xtb.com/es/academia-de-trading/introduccion-a-los-cfds-que-es-la-operativa-con-cfds>
- Yu, J., i Bluhm, H. H. W. (2002). Forecasting volatility: Evidence from the German stock market. *Research Collection School of Economics*, 193-202.
- Zapranis, A., i Tsinaslanidis, P. E. (2012). A novel, rule-based technical pattern identification mechanism: Identifying and evaluating saucers and resistant levels in the US stock market. *Expert Systems with Applications*, 39(7), 6301-6308. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.11.079>
- Zhang, X., Zheng, X., i Zeng, D. D. (2017). The dynamic interdependence of international financial markets: An empirical study on twenty-seven stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 472, 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.12.062>
- Živkov, D., Njegić, J., i Milenković, I. (2018). Interrelationship between DAX index and four largest eastern european stock markets. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 21(3), 88-103.