A line drawing of a bicycle, viewed from the side. The front wheel is highlighted in yellow. The suspension system, including the fork, headset, and front shock absorber, is also highlighted in yellow. The rest of the bicycle, including the frame, handlebars, seat, and rear wheel, is shown in a light gray line drawing.

Sistemes de suspensió aplicats al món de la bicicleta

Índex

1- Presentació.....	pàg.	3
2-Introducció.....	pàg.	6
3-Informació general de la bicicleta.....	pàg.	7
3.1- Història.....	pàg.	8
3.2-Nomenclatura dels tubs del quadre.....	pàg.	12
3.3-Geometria de la bicicleta.....	pàg.	14
3.4-Tipus de bicicleta.....	pàg.	16
4-Sistema de suspensió.....	pàg.	20
4.1-Què és.....	pàg.	20
4.2-De quines parts està compost.....	pàg.	21
4.2.1-Basculant.....	pàg.	21
4.2.1.1-Monocasc.....	pàg.	23
4.2.1.2-Paral·lelogram deformable.....	pàg.	24
4.2.2-Amortidor.....	pàg.	25
4.2.2.1.-Amortidor de molla.....	pàg.	25
4.2.2.1.1- Parts.....	pàg.	26
4.2.2.1.2- Funcionament.....	pàg.	27
4.2.2.1.3- Regulacions.....	pàg.	28
4.2.2.2.-Amortidor d'aire.....	pàg.	30
4.2.2.2.1- Parts.....	pàg.	31
4.2.2.2.2- Funcionament.....	pàg.	32
4.2.2.2.3- Regulacions.....	pàg.	34
4.2.3- Forquilla.....	pàg.	35
4.2.3.1-Parts.....	pàg.	36
4.2.3.2- Funcionament.....	pàg.	37
4.3-Funcionament del sistema de suspensió de la roda de darrera...pàg.		39
4.4-Altres conceptes.....	pàg.	41
4.5-Tipus de sistemes de suspensió.....	pàg.	43
4.5.1-Sistemes monopivot.....	pàg.	43
4.5.1.1-Trajectòria.....	pàg.	43
4.5.1.2-Avantatges.....	pàg.	43
4.5.1.3-Desavantatges.....	pàg.	44
4.5.2-Sistemes multipivot amb Horst Link.....	pàg.	47
4.5.2.1-Trajectòria.....	pàg.	48
4.5.2.2-Avantatges.....	pàg.	49
4.5.2.3-Desavantatges.....	pàg.	50

4.5.3-Sistemes multipivot sense Horst Link.....	pàg.	52
4.5.3.1-Trajectòria.....	pàg.	52
4.5.3.2-Avantatges.....	pàg.	53
4.5.3.3-Desavantatges.....	pàg.	53
4.5.4-Sistemes amb punt de pivot virtual.....	pàg.	54
4.5.4.1-Trajectòria.....	pàg.	55
4.5.4.2-Avantatges.....	pàg.	57
4.5.4.3-Desavantatges.....	pàg.	58
5-Projecte.....	pàg.	59
5.1-Definició del problema.....	pàg.	60
5.2-Recopilació de dades.....	pàg.	62
5.2.1-Anàlisi de dades.....	pàg.	62
5.2.2-Buidat enquestes.....	pàg.	68
5.3-Creativitat (esbossos).....	pàg.	73
5.4- Làmines(planells).....	pàg.	74
5.4.1-Plànol.....	pàg.	75
5.4.2-Plànol acotat.....	pàg.	76
5.4.3-Dibuix de presentació.....	pàg.	77
5.5-Comentari del disseny propi.....	pàg.	79
6-Conclusions.....	pàg.	82
7-Bibliografia.....	pàg.	84

1-PRESENTACIÓ

Des de fa quatre o cinc anys, com a activitat d'oci, practico la bicicleta de muntanya. Més que un esport és una passió. Al principi sortia a fer excursions els diumenges als matins, tot parant a Puiglagulla a fer un bon esmorzar. Anàvem amb bicis molt simples mecànicament: sense suspensions, fetes de crom i bastant pesades.

A mesura que passava el temps sortien al mercat bicicletes molt revolucionàries, amb suspensions, frens de disc, materials nous... Les admirava aquelles bicicletes. Ara encara tinc la mateixa sensació, admiro les novetats que surten cada any al sector de la bici. Aquesta admiració m'ha portat ha voler saber com funcionen les noves tecnologies aplicades al món de la bicicleta.

En els últims anys han aparegut molts conceptes de bicicleta nous, tants que gairebé, si no ets propietari d'una botiga o dissenyador de bicicletes, no saps que volen dir.

Ara fa un any, el desembre de 2005, ens van començar a parlar del treball de recerca: tractar un tema a fons, buscar-ne informació... Vaig pensar que podria estar bé fer-lo d'algun tema relacionat amb les bicicletes i perquè no, algun tema relacionat amb aquestes noves tecnologies. Vaig decidir centrar-me en les suspensions i conèixer tots els conceptes utilitzats en aquest àmbit i poder-hi fer alguna aportació. Aquest era el meu objectiu pel treball, conèixer els diferents sistemes de suspensió i poder dir quin és el millor. A més, va sorgir la idea de dissenyar-ne un jo mateix intentant solucionar els inconvenients que presenten aquests sistemes.

Per tal de realitzar-lo, he utilitzat un mètode de treball basat en obtenir informació d'Internet i tenir relacions directes amb gent del sector. Per començar, vaig dedicar molt temps a només buscar informació. Primer de la bici en general, després vaig buscar informació més concreta en relació als sistemes de suspensió. Tota aquesta informació ha estat ordenada i redactada en el cos del treball. Tot el cos del treball està acompanyat de suports gràfics que el fan més entenedor.

El procediment que s'ha utilitzat per dur a terme el projecte ha estat similar: definir un problema, recopilar informació de la geometria de bicicletes ja existents, fer uns esbossos i finalment portar a terme el disseny propi. Tot el treball s'ha realitzat amb l'ajuda de programes informàtics com l'AutoCad (programa de disseny) i el Macromedia Fireworks (programa de disseny gràfic).

El treball està dividit en dues parts principalment: La primera és més de recerca. Hi consta la informació general del tema per poder situar al lector. Defineix el concepte de sistema de suspensió i les parts que componen aquest sistema. També tracta els diferents sistemes de suspensió existents. Cada sistema està subdividit en tres parts: la trajectòria, els avantatges que tenen i els desavantatges.

La segona part del treball és el projecte, és la part més creativa. També es fa una recopilació de dades, però no de sistemes de suspensió en general sinó de bicicletes concretes, per tal de tenir una referència en quan a les mides. L'objectiu del projecte és que l'autor, observat les dades que ha recopilat, els avantatges i els inconvenients de les bicicletes analitzades, arribi a dissenyar el seu propi sistema de suspensió tot solucionant els problemes presentats a la definició del problema.

Tot allò que no està inclòs al treball però que hi té relació consta a l'annex. En aquest apartat hi consten les enquestes realitzades (36 fulls, 108 enquestes), dues entrevistes que primer van ser enregistrades i després es van passar a ordinador i també hi consta una pràctica per obtenir informació complementària.

Les fonts d'informació han estat varies. Principalment s'ha buscat a Internet on s'ha trobat molta informació general sobre la bicicleta de muntanya però gairebé res dels sistemes de suspensió. A més, la informació que trobava dels sistemes de suspensió era amb anglès, farcida de tecnicismes i difícil d'entendre.

S'ha hagut de recórrer a especialistes perquè poguessin donar-me una explicació de cadascun dels sistemes i el seu funcionament. Es va demanar una entrevista a la botiga de bicicletes Probike, a Barcelona. Durant 45 minuts vaig estar parlant amb Sergi Moi Altaüll sobre suspensions. Una altre font d'informació va ser César Rojo, que és dissenyador de bicis. Ell em va explicar tot el procés de disseny d'una bici i també vam parlar dels sistemes de suspensió. Com a font d'informació s'han realitzat enquestes també. És important conèixer l'opinió de l'usuari sobre el funcionament de cada sistema ja que és ell el consumidor (aquestes consten a la pàg. 12 de l'annex).

Respecte a revistes i llibres no s'ha trobat massa informació. Les revistes comenten productes, fets i competicions però no parlen dels sistemes de suspensió en concret. De llibres tampoc se n'han trobat. Els que s'han trobat parlen de manteniment de la bici de muntanya, història o rutes.

Altres problemes han estat trobar imatges per tal de poder explicar els diferents conceptes que es tracten al treball. S'han hagut d'elaborar amb el programa Macromedia Fireworks.

Cal destacar que no ha estat fàcil tractar un tema tant especialitzat, ja que s'ha hagut de fer una introducció al tema per tal de poder entendre totes les explicacions posteriors. Aquesta introducció està formada pels apartats: tipus de bicis, geometria, nomenclatura dels tubs i sistema de suspensió.

Quan se'ns va presentar el treball de recerca, un no s'imagina fins a quin punt es pot aprofundir en un tema. Al principi vaig plantejar un tema molt ampli, que se'n pogués treure molt suc. A mesura que anava fent treball, em vaig adonar que s'havia de limitar ja que no es podia tractar tot el món de la bicicleta en profunditat.

El treball no ha estat possible limitar-lo a l'espai. El mercat de bicicletes és internacional, hi ha les mateixes novetats a Europa, a EEUU i al Canadà. Respecte als límits en el temps, l'estudi dels sistemes de suspensió que s'ha fet és molt actual, per tant, el marc del treball és l'actualitat.

Abans d'endinsar-nos en el tema, voldria agrair a César Rojo *2 i a Sergi Moi Altaüll *1 la seva ajuda.

*1 – Sergi Moi Altaüll: És responsable de recanvis a la botiga Probike de Barcelona. Es va estar parlant amb ell a la mateixa botiga de Probike, sobre sistemes de suspensió. Va aportar informació i explicacions molt útils.

*2 – César Rojo: Actualment està dissenyant bicis per Mondraker. Ell és enginyer industrial. No va entrar al món de la bici com a enginyer sinó com a corredor. Corria competicions de descens pel Global Racing i havia arribat a estar entre els 10 primers de la Copa del Món.

2-INTRODUCCIÓ

Per la majoria de gent, la bicicleta és un vehicle per anar a fer una excursió un cop cada dos mesos, per fer una mica d'esport de tant en tant o per anar a treballar. Aquesta és la imatge que en té molta gent. La veu com a eina d'una activitat d'oci més.

En canvi, hi ha una minoria que té un concepte bastant diferent. La bicicleta és la seva passió, va més enllà de ser un esport o un mitjà de transport. Surt amb bici pel plaer de fer 100 km. i arribar a casa dient que només ho ha fet en 5 hores, per sentir el fred i la humitat enmig d'un sender del Montseny, per gaudir del paisatge, de l'entorn, per fer una baixada duran 30 minuts en un camí andorrà... Són maneres diferents de veure la bicicleta de muntanya.

Jo pertanyo al segon grup i l'admiració per aquest esport m'ha portat a fer-ne el treball de recerca.

3-INFORMACIÓ GENERAL DE LA BICICLETA

3.1-Història de la bicicleta de muntanya

Per tal de veure l'evolució de la bicicleta de muntanya i el perquè de la tecnologia que utilitza actualment, cal remuntar-se a la dècada dels 70, a Marin County, Califòrnia. Era l'època hippie on la bicicleta de carretera estava de moda entre la gent jove i s'utilitzava com a mitjà de transport alternatiu. Per altra banda, un grup de joves amb una mentalitat diferent a la dels hippies, va començar a experimentar amb aquestes bicis per tal de que es poguessin utilitzar per muntanya. Aquesta gent no utilitzaven la bicicleta com a mitjà de transport sinó que ho feien com a vehicle per córrer i passar-s'ho bé. Hi havia la idea de progrés i d'innovar, de crear coses noves. Fins al moment, s'utilitzaven bicicleta de carretera ja que no existia cap altre tipus de bici.

El primer pas cap a la bici tot terreny va ser la substitució de les fines rodes de carretera per llandes gruixudes i pneumàtics amb tacs de les noves bicicletes prototips. Eren bicicletes pesades, de 18 kg. (actualment 13 kg.). Els principals promotors d'aquestes bicis van ser Joe Breeze, Charlie Kelly, Gary Fisher i Tom Ritchey, tots ells a l'actualitat posseeixen algunes de les empreses més poderoses del sector.

Als voltants del 1970 es començava a reunir el jovent de diferents pobles del voltant de Marin County (a prop de San Francisco, organitzaven competicions basades en fer descensos, al Mount Tamalpais.



Joe Breezer i la seva primera bicicleta

Imatge extreta de www.breezerbikes.com

Eren descensos amb un desnivell considerable i de terreny accidentat on les bicicletes no aguantaven: calia canviar els frens i soldar el quadre *1 després de cada baixada. Era necessari crear bicis específiques per allò que havien de suportar.

*1 Quadre: És l'estructura bàsica de la bici. A partir del quadre es munten totes les peces. Aquest pot estar construït d'alumini, crom o fibra de carboni.



Al 1974, Joe Breezer va fabricar els primers quadres de bicicleta i pensats exclusivament per muntanya, fets de cromoly, amb un manillar molt ample i utilitzaven canvis de velocitat *2, fins al moment s'havia utilitzat un sol pinyó (singlespeed). Les bicicletes es van anomenar breezers i es venien a 750 \$ cada unitat (600€).

Uns mesos després, Fisher va plagiar la idea i va decidir construir-ne una també, conjuntament amb Tom Ritchey. Aquestes bicicletes les van anomenar Mountain Bikes. Amb el temps cadascú ha creat la seva pròpia marca.

A Crested Butted, un poble de les Rocosas, Colorado, també hi havia un grup de gent que utilitzava aquest tipus de bicicleter des del 1976. Les dues colles es van posar en contacte i van començar a organitzar competicions. Cal remarcar la creació del MBHOF (Mountain Bike Hall Of Fame). El museu de la bici de muntanya va ser creat l'any 1988 i és el museu que recull tota la història del mtb, les bicis mítiques i fotos més representatives de l'època.



Mountain bike hall of fame, Crested butted, Colorado.

Imatge extreta de www.mtnbikehalloffame.com

Actualment, cada any es fan nominacions al més pur estil americà a aquells que han contribuït plenament en l'evolució de la bici tot terreny.

A la mateixa època, la premsa va començar a tenir certa curiositat per les noves



DOWNHILL AND DOWN A Repack racer just before he puts his bike down on one of the blind, off-camber turns the course is famous for. Successful technique here is extremely delicate; much closer to skiing than to motorcycle racing. On a motorcycle, acceleration is used to power out of skids like this. Here the rider, if he wants to stay on the track, must brake on enter-

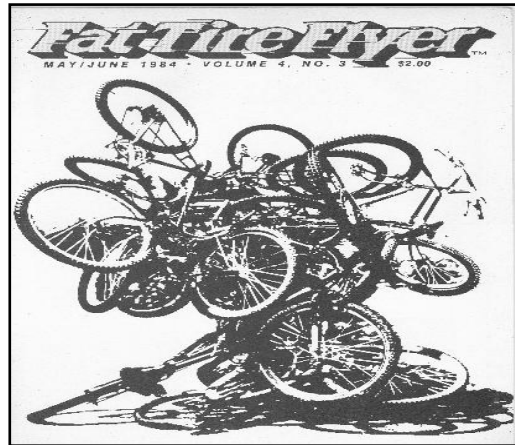
ing the curve and then do a controlled skid around the turn. The bike is in a classic skid position, with the front wheel still pointing downhill into the fall line, and the rear wheel sliding sideways around it. Note the rider's uphill leg used as a support - hand-operated brakes, instead of the more conventional foot-powered coaster

brakes, frees his leg to do this. Also notice the wide, reinforced handlebars, a stock part taken from a dirt motorcycle. The width here provides the racer with the leverage needed to hold the bike on the course at high speeds. On a narrow foot or deer trail, these wide handlebars tend to get snagged in the underbrush.

bicicletes i va aparèixer la primera publicació dedicada exclusivament a les bicicletes de muntanya, a la revista Co-Evolution Quarterly. És una revista on hi apareixen novetats tecnològiques. Aquest és un fet representatiu ja que va permetre que les bicis de muntanya es donessin a conèixer a nivell nacional.

Apartat de la revista Co-evolution Quarterly. Imatges extretes de <http://sonic.net/~ckelly/Seekay/mtbwelcome.htm>

També cal destacar el Fat Tire Flyer, un fulletó totalment artesanal amb historietes, anuncis de carreres i fins i tot poemes que tenia la funció informativa per un preu de 2 \$. A partir d'aquest moment no es parlava d'una nova bici, sinó d'una nova modalitat. Havia nascut el MTB (Mountain Bike).

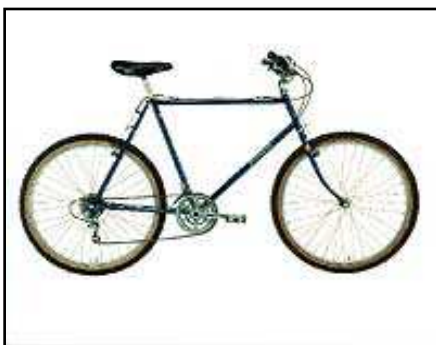


Portada del fulletó Fat Tire Flyer 1984

Imatge extreta de http://sonic.net/~ckelly/Seekay/ftf_welcome.htm.

A partir de les primers aparicions a la premsa, el negoci de les mountain bikes va començar a agafar empena. Ni Breeze ni Ritchey s'atrevien a fabricar bicicletes de forma massiva tot i que ja no donaven l'abast en la fabricació artesanal.

El primer de fer el pas cap a la producció en cadena va ser Mike Sinyard el 1981. Era un distribuïdor de material i bicicletes de carretera. L'empresa es deia Specialized Bicycle Imports. Va comprar uns quants quadres a Ritchey i un dels dissenyadors de Sinyard, Tim Neenan, va fer un quadre rèplica dels de Ritchey. El va enviar a Japó perquè li fabriquessin en sèrie. La bici era una Specialized Stumpjumper i va ser considerada oficialment, la primera mountain bike de la història. El 1981 la van llençar al mercat i en un parell de setmanes se'n van vendre 5000 unitats.



Stumpjumper 1981. Imatges extretes de www.specialized.com



Stumpjumper FSR 2006. 2400 € més cara que la de 1981. La tecnologia té un preu.

La febre per les bicis de muntanya havia començat. Van sorgir moltes marques veient l'èxit que havia tingut Specialized i totes elles van vendre grans quantitats de bicis.

El negoci ja estava encarrilat i les evolucions tècniques van ser constants:

- 1986: Quadres d'alumini Gary Fisher.
- 1987: Primera bici amb suspensió a davant de Trek.
- 1990: Creació de la primera bici amb doble suspensió Trek.
- 1991: Bicis Yeti de titani.
- 1998: Creació d'associacions com l'IMBA (International Mountain Bike Association)

L'evolució de la bicicleta ha estat bastant ràpida. Amb només 40 anys hi ha unes suspensions més evolucionades que al món de les motos, i tot i estar en crisi actualment degut a la poca venda, és una indústria que segueix innovant.

Respecte el futur... sembla que és prometedor. Segons la revista Solo Bici, cada cop hi ha més gent que s'inicia, que prova i que s'hi troba a gust amb la bicicleta de muntanya. Les modalitats més radicals com el freeride han ajudat a l'indústria perquè s'han venut més bicis. Tot hi això, el futur és incert. Depèn de com es cuidi el medi i de les federacions, de les ajudes que aquestes posin, que actualment no són moltes. El futur de l'ús de la bicicleta depèn de tots i de si es conserven les zones de bosc, que és l'entorn on es practica tal modalitat.

3.2-Nomenclatura dels tubs del quadre

Durant el treball es fa referència als tubs del quadre. Ha estat necessari explicar quin és cada tub i on està situat. A la pàgina següent hi ha un suport gràfic que mostra la situació de cada tub del quadre.

a) Pipa de direcció: Situat a la part davantera de la bici. És el tub on hi ha el tub de direcció de la forquilla. A la part exterior és freqüent trobar-hi el logotip de la marca.

b) Tub horitzontal: Està a la part superior del quadre. Normalment té un reforç al punt on es troben amb el tub del seient

c) Tub del seient: Està en posició vertical. Al seu interior hi va col·locada la tija del seient. A les tiges hi ha una ralla que marca fins a quin punt es pot treure la tija per sobre del quadre. Si es passa aquesta ralla, el quadre pot esquerdar-se o arribar-se a trencar. La mida del tub del seient determina la talla de la bici.

d) Tub inferior: Uneix el tub frontal amb la caixa del pedaler. Sempre està amb posició diagonal. Els punts d'unió amb la caixa del pedaler i el tub frontal han de ser revisats després de cada sortida, ja que és comú que hi hagi esquerdes que podrien portar al trencament del quadre.

e) Tirant: Està a la part superior de darrera del quadre en posició diagonal. És més prim que els altres tubs esmentats. Hi ha dos tirants, un per a cada banda de la roda.

f) Baina: Té una mida similar al tirant. Tenen un punt en comú que és on va l'eix de la roda. Hi ha dues baines, una a cada banda de la roda.

g) Punteres: Són dues peces en forma d'arc. Estan situades al punt on es troben la puntera i la baina. Aquestes normalment són fixes però n'hi ha que es poden moure (punteres de la imatge)



Punteres. Imatge extreta de www.trailtoys.com



Nomenclatura dels tubs de la bici. Imatge realitzada per l'autor del treball.

3.3-Geometria de la bici

Normalment, d'un quadre de bicicleta se'n mesuren els angles i mides més importants. La forma de prendre aquestes mesures és internacional i serveixen per orientar el consumidor a l'hora de fer una compra o per quan es fa un disseny de bicicleta. En aquest treball ha estat necessari explicar quines són ja que en el cos se'n fa referència.

A) Angle de direcció: Marca l'ús que se li donarà a la bici i afecta de forma definitiva a la resta de geometria de la bici. Aquest angle es mesura respecte al terra i acostuma a estar entre 71° i 66° .

B) Angle del seient: Acostuma a estar entre 71° i $75'5''$. L'angle es mesura respecte al terra i sempre pel cantó oposat a l'angle de direcció (cantó esquerre).

C) Distància del tub superior: Aquesta distància no es mesura paral·lela al tub sinó que es mesura paral·lela al terra. Va des de la pipa de direcció fins al seient.

D) Longitud de les baines: És la distància entre l'eix del pedaler i l'eix de la roda. Es mesura paral·lelament al terra.

E) Longitud entre eixos: És la distància entre els eixos de les dues rodes. Com més petita sigui la distància, més manejable serà la bicicleta en camins tècnics.

F) Avançament de la forquilla: Si es traça una línia en la mateixa direcció que la pipa de direcció i en sentit cap a terra, s'observa que aquesta línia no passarà pel punt de l'eix de la roda. L'avançament de la forquilla és la distància que separa la línia traçada amb l'eix de la roda. Aquesta distància és mesura de forma perpendicular a la línia traçada.

G) Distància de l'eix del pedaler al terra: És la distància que separa l'eix del pedaler amb el terra. Sempre que es dissenya una bicicleta s'ha de tenir en compte que si la bici transita per una zona de canvis de rasant pronunciats, els plats no toquin a terra per culpa d'una distància excessivament curta.



Geometria de la bici. Imatge realitzada per l'autor del treball.

3.4-Tipus de bicicletes

També he trobat necessari fer una classificació de les bicis per la mateixa raó que en els dos apartats anteriors.

Dintre les bicicletes de muntanya hi ha diverses modalitats. Hi ha un tipus de bicicleta segons cada modalitat. A continuació, els tipus de bici classificades segons el recorregut (veure pàg. 39), de menys a més recorregut.

Rally: El recorregut de la suspensió està entre 65 i 80 mm. Estan pensades per fer pujades amb el mínim temps possible i aprofitant al màxim la força de la pedalada. El seu pes està entre els 9 i els 11 kg ja que és més fàcil pujar amb una bicicleta lleugera. Utilitzen materials com



la fibra de carboni, el magnesi, l'alumini i el titani, ja que són molt lleugers i bastant resistents. Porten uns pneumàtics poc amples ja que així s'evita al màxim el fregament amb el terra. Els tacs d'aquests són baixos i amb un gravat fi per la mateixa raó. Respecte els frens, poden ser V-brake *1 o frens de disc *2.

Aquest tipus de bicis sacrifiquen la comoditat a canvi d'una posició del tronc més paral·lela al terra per tal de ser més aerodinàmic i fer més força sobre els pedals.

*1-Frens V-brake: Són els frens típics. Frenen directament a la llanda i s'accionen mitjançant un cable.

*2- Frens de disc: Són una tipologia de frens nous. S'accionen a partir d'un circuit hidràulic i no frenen a la llanda sinó que ho fan sobre un disc d'acer.



Marató: Són bicicletes derivades de les de rally però són més còmodes. La postura de conducció no és tant paral·lela respecte al terra i com a conseqüència d'això, no carreguen tant l'esquena. Les suspensions tenen un recorregut entre 80-110 mm. Poden

portar bloqueig. El bloqueig és un mecanisme que permet deixar inactives les suspensions per quan es va per carretera, on no són necessàries. La resta de característiques tècniques són iguals que a les rally excepte els frens. Aquestes mai portaran frens V-brake ja que el pes no és tant important i es valora més una bona frenada.

Enduro: És la modalitat estrella dels últims 5 anys. Són bicicletes dobles (suspensió a davant i a darrera). Són bicis molt polivalents: van bé tant per pujar, degut a un pes contingut (13-15kg.) i també van bé per baixar ja que són resistents. Utilitzen frens de disc perquè es fan servir per a descensos llargs i amb pendent.



El recorregut de les suspensions és generós: 110-150mm. Respecte al quadre, està reforçat per evitar ruptures i acostuma a ser d'alumini.

La geometria és similar a les bicicletes marató, amb un tub horitzontal llarg (estan pensades per pedalar amb comoditat) i tenen un angle de direcció més llançat (més petit), per donar més estabilitat a la bici a les baixades, al voltant d'uns 68 graus.

Freeride: Els practicants d'enduro més radical a vegades confonen les bicicletes amb els practicants de freeride.



L'objectiu d'aquestes bicicletes no és fer pujades amb el màxim rendiment sinó passar-s'ho bé a les baixades. Les característiques són:

- Pes: Pesen més perquè els tubs del quadre són més gruixuts i els components són més robustos. Estan al voltant dels 17 kg.
- Perden la polivalència de les enduros i estan més pensades per baixar.
- Porten amortidors de molla. El recorregut de les suspensions està entre 150-180 mm.

Respecte a la geometria, la posició del ciclista sobre la bici és molt més perpendicular en relació al terra, posició que permet més control quan el terreny s'inclina cap avall.

Freeride radical: Es pot dir que són bicicletes de descens però una mica més polivalents i amb una distància entre eixos menor, per tal de poder millorar l'agilitat en zones tècniques. Porten tres plats, a diferència de les bicis de descens, que només en porten un. Busquen un bon compromís entre agilitat davant els obstacles i estabilitat a grans velocitats. Les suspensions tenen un recorregut molt generós (170-190 mm.) i uns quadres molt reforçats ja que l'ús que se'ls donarà és molt agressiu, només es faran baixades, salts i tallats.



Són les bicicletes més indicades per anar als bikeparks *3 (peu de pàg. següent) , on és salva el desnivell de pujada mitjançant els remuntadors de pistes d'esquí perquè degut al seu pes, és molt carregós pujar-les pedalant.



Descens: Són bicicletes com les de *freeride* radical però preparades per competició. Competeixen en baixades amb el terreny molt accidentat, pedres, salts...

En lloc de portar tres plats en porten un, i aquest amb guiacadenes *4. El pes d'aquestes és molt elevat, pot passar de 20 kg tranquil·lament degut a que el quadre està reforçat de dalt a baix. Utilitzen les suspensions amb més recorregut del mercat (200 mm aprox.) i frens de disc de gran diàmetre. Porten pneumàtics de mides molt grans i la seva estètica dóna la sensació de estar davant d'una moto. Igual que en les de *freeride* radical, no estan pensades per pujar, per tant, tindrem que recorre a un remuntador mecànic o a algun mitjà d'automoció.

-Les imatges han estat extretes de www.mondraker.com, www.konaworld.com, www.specialized.com, www.scootusa.com i www.trekbikes.com

*3- Bikepark: Són espais artificials plens de salts, passarel·les, baixades i tallats. Els usuaris de bicis de *freeride* i descens els utilitzen per entrenar o simplement per oci. Estan situats al Pirineu i s'aprofiten els remuntadors de les pistes d'esquí per salvar el desnivell, fet que permet no parar de fer baixades en tot el dia.



Fotografia tirada per l'autor del treball.

*4- zones molt plenes de pedres i sots, la cadena tendeix a saltar del plat. El guiacadenes evita aquest fet. Els dos cilindres taronges, obliguen a la cadena a estar en tensió mentre passa pel plat. La peça d'alumini de forma cilíndrica protegeix el plat davant d'impactes. El guiacadenes va fixat al quadre a la zona pròxima als plats.

Imatge extreta de www.ltmracing.com



4-SISTEMA DE SUSPENSÍO

4.1- Què és: Un sistema de suspensió és un mecanisme que permet absorbir les irregularitats del terreny perquè aquestes no siguin transmeses al ciclista. Si no hi ha suspensions, els impactes que reben les rodes no són absorbits i com a conseqüència d'això, els reben les extremitats del cos, que són les parts que estan amb contacte directe amb la bicicleta. Aquests impactes els pateix l'esquena, ja que els braços i les cames li transmeten.

Les suspensions també tenen la funció de:

- Mantenir les rodes amb contacte amb el terra en tot moment.
- Procurar que la bici, excepte les rodes, mantingui una trajectòria rectilínia respecte al terra.

El sistema de suspensió intenta solucionar aquests problemes a partir d'una forquilla amb suspensió i un amortidor. Aquests treballen conjuntament amb el disseny del quadre.



A les dues bicis es poden veure els sistemes de suspensió. Són sistemes diferents però tots dos compleixen la mateixa funció.
Imatges explicatives realitzades per l'autor del treball.

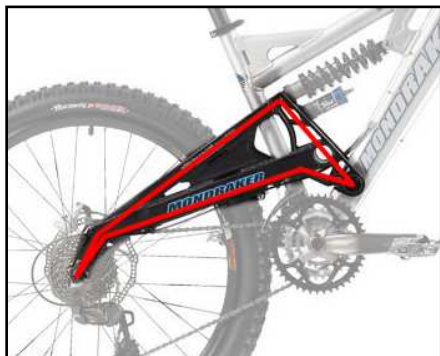
4.2- De quines parts està compost: Està format per tres elements: la forquilla, el basculant i l'amortidor.

Basculant i amortidor: Treballen conjuntament i estan situats a la part de darrera de la bicicleta. Tenen la funció d'absorbir les irregularitats del terreny que transmet la roda de darrera.



Parts del sistema de suspensió: basculant i amortidor.
Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

4.2.1- Basculant: És la part de darrera del quadre d'una bici de doble suspensió. Fa la funció d'absorbir les irregularitats del terreny treballant conjuntament amb l'amortidor. Aquest acostuma a tenir una forma que recorda a un triangle o a un paral·lelogram.

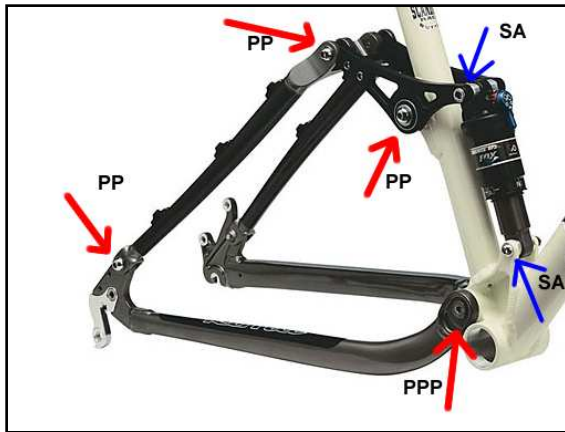


Basculant: part del sistema de suspensió.
Imatges explicatives realitzades per l'autor del treball.



Per tal d'absorbir les irregularitats del terreny, el basculant té punts articulats, es mou. Al moure's, també es mou la roda i així s'aconsegueix l'absorció de les irregularitats. Per tal de poder fer aquest moviment, cal un punt (o més d'un) sobre el qual el basculant pugui girar, aquest punt s'anomena punt de pivot (PP). Sempre és un punt d'unió entre dues parts, les quals una de les dues, o totes dues, han de tenir moviment.

El punt de pivot que està més a prop de l'eix del pedaler, és el punt de pivot principal (PPP).



Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

PP: Tots els punts amb la fletxa vermella són punts de pivot. Són punts d'articulació que permeten que la roda es mogui.

PPP: És el punt de pivot principal respecte el qual el basculant gira més graus. També sobre aquest punt, recau gran part de les forces que transmet la roda.

Diferents punts de pivot i suport d'un basculant.

SA: Són els suports de l'amortidor. No es consideren punts de pivot, simplement són els punts pels quals va fixat l'amortidor.

Els punts de pivot són punts d'articulació. Això implica moviment i per tant, fregament entre les dues parts. Per tal de que minimitzar al màxim aquest fregament i evitar el desgast de les peces, s'utilitzen rodaments.

Col·loquialment són anomenats com "coixinets". Són dues peces cilíndriques, de poca amplada, metàl·liques, col·locades concèntricament i cada una de diferent radi. Entre les dues peces hi ha unes boles del mateix material que tenen la funció d'evitar el màxim fregament possible. L'arc superior gira sobre l'inferior gràcies a les boles. Aquestes el fan lliscar. Les boles estan contingudes als arcs per evitar que caiguin (veure pàg. següent).



Rodaments. Imatges extretes de www.ntnmexico.com i fotografia (extrem dret) tirada per l'autor.

S'utilitzen rodaments de boles i no cap altre tipus de rodament (agulles, cònics o cilíndrics, per exemple) gràcies a les seves qualitats.

Avantatges:

- Suporten càrregues axials i radials.
- Baix manteniment.
- Alta precisió.
- Eviten gran part del fregament.
- Poden treballar a grans velocitats.

Inconvenients:

- No són desmuntables.
- Es poden trencar amb forces majors.
- Es fan malbé amb la humitat.

Quan una marca decideix dissenyar una bici ha d'escollir uns rodaments. Si es demana, els fabricants de rodaments envien un llibre. En el llibre hi consten els diferents tipus de rodaments que fabrica la marca, el dibuix de cada rodament amb les corresponents acotacions i els Newtons de força que pot aguantar el rodament. Una bicicleta pot estar molt ben feta i d'un material excel·lent però si els rodaments són inadequats pot portar molts problemes.

Els basculants es poden classificar segons la quantitat de parts que el constitueixen:

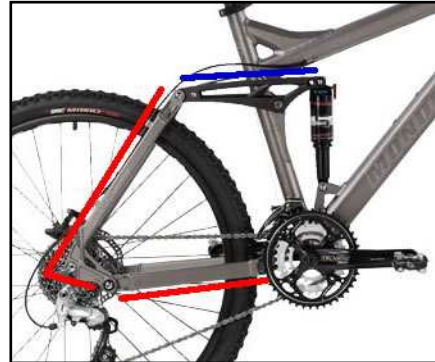
N'hi ha de dos tipus:

4.2.1.1- Monocasc: Són basculants formats per una sola peça compacta. Acostumen a estar molt reforçats ja que només una peça ha d'aguantar les forces que transmet la roda.

Basculant monocasc. Imatge extreta de www.mondraker.com



4.2.1.2- Paral·lelogram deformable: Són basculants que, a diferència dels basculants monocasc, estan formats per 3 parts articulades: El tirant, la baina (vermell) i l'altre és una bieleta *1 (blau). Aquestes parts van unides entre elles mitjançant rodaments i unides al quadre mitjançant rodaments també. Es diu paral·lelogram deformable perquè quan l'amortidor es comprimeix, el basculant pren una altra forma.



Basculant de paral·lelogram deformable.
Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

*1 Bieleta: És una peça plana, que té un punt d'articulació al mig i un forat a cada extrem. Aquests forats, un subjecta l'amortidor i l'altre va unit al quadre mitjançant rodaments. Treballa conjuntament amb el basculant però no es considera un tub de la bicicleta.



Fotografia tirada per l'autor del treball.

4.2.2- Amortidor: Està situat a la part central de la bici normalment. Està unit al quadre i al basculant a partir de dos punts. Té la funció d'absorbir els impactes que rep la roda de darrera i treballa amb comú amb el basculant Per absorbir els impactes es comprimeix. És de forma cilíndrica i allargada..

N'hi ha de moltes mides però acostuma a estar entre el 14 i 19cm. de llargada i 5cm. de diàmetre. La carrera (veure pàg. 40) està entre uns 3 i 5 cm.



L'amortidor va situat al centre de la bici.
Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

Hi ha dos tipus d'amortidors. Es classifiquen segons el seu funcionament.

4.2.2.1- Amortidor de molla: Són amortidors per bicicletes de freeride i descens. Tenen una carrera (veure pàg. 40) molt llarga i són voluminosos. Funcionen amb una molla i és fàcil reconèixer'ls ja que a la seva part central es pot veure la molla amb claredat.

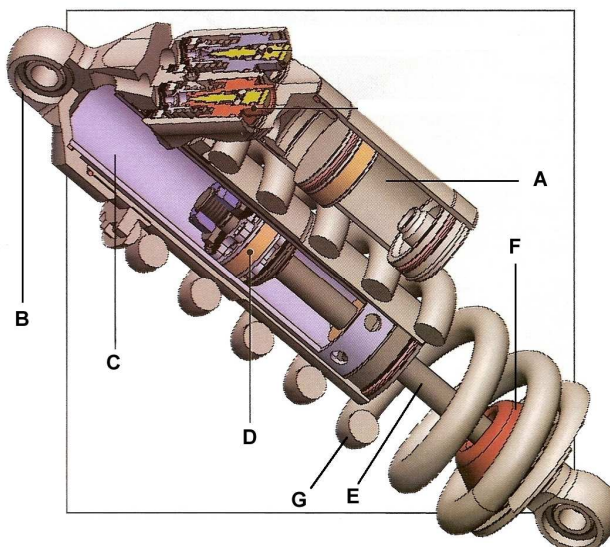


Amortidor de molla.
Imatge extreta de www.canecreek.com

4.2.2.1.1- Estan formats per set parts principals:

A) Pikipack: És l'habitacle cilíndric que hi ha al costat de la molla. És freqüent veure'l en amortidors de molla tot i que no és imprescindible. També els poden portar els amortidors d'aire. Al seu interior hi ha oli i gas a poca pressió.

B) Casquets: Estan als extrems de l'amortidor.



Interior d'un amortidor. Imatge extreta de Solobici núm. 175

Són els dos punts per on l'amortidor es fixa al quadre i al basculant.

C) Oli: A l'interior de l'amortidor hi ha oli sintètic (de color morat al dibuix).

D) Pistó: És circular. Es mou per l'interior de l'amortidor. Està amb contacte amb l'oli pels dos costats.

E) Barra: S'introdueix a dintre l'amortidor. Fa treballar el sistema en línia recta. Si no existís la barra, l'amortidor no es comprimiria en línia recta i es podria deformar la molla.

F) Elastòmetre: És una peça amb forma cilíndrica que es col·loca a la barra, a l'extrem oposat al pistó. És de plàstic, tova, i serveix per quan l'amortidor es comprimeix al màxim que no piqui. Fa la funció de coixí.

G) Molla: És l'element bàsic d'aquest tipus d'amortidor. Pot ser de crom o de titani. En un amortidor s'aprofita la propietat que té la molla d'oposar resistència a ser comprimida i de tornar a la seva posició original un cop ha estat comprimida.

Un mateix amortidor pot portar diferents tipus de molla.

Les molles es classifiquen segons la seva duresa i els centímetres que es comprimeix fins que tots els espirals es toquen entre sí. Aquestes dues dades estan impreses a la molla mateixa. Són dos nombres:



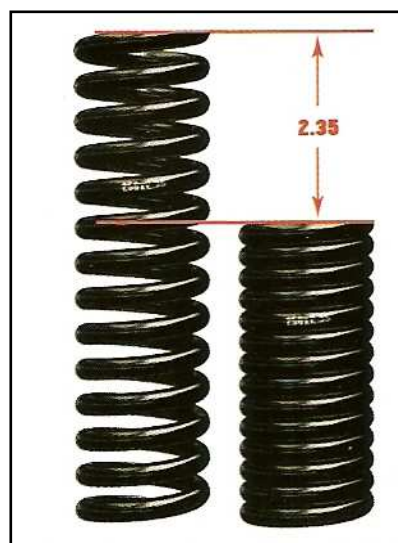
-El primer (250) és la força que s'ha d'aplicar a l'amortidor perquè es comprimeixi al màxim. Aquesta força està expressada amb Newtons i se l'anomena duresa. Aquest nombre es pot trobar expressat també amb lliures en lloc de Newtons

Si dues molles tenen la mateixa duresa, cal tenir amb compte el nombre d'espirals que té la molla, ja que com més en

tingui, més tova serà.

-El segon nombre (2.35) expressa la diferència en mil·límetres o polsades (depenent del fabricant) entre la molla amb repòs i totalment comprimida. Aquest mateix nombre és la carrera de l'amortidor.

És important que en una bicicleta que porti un amortidor de molla no s'utilitzi tota la carrera (veure concepte pàg. 40) possible perquè en cas que fer-ho, la molla es podria comprimir al màxim i els espirals tocar-se entre ells. Aquest fet pot fer malbé la molla i l'amortidor sencer.



4.2.2.1.2- Funcionament: Tots els amortidors es basen en utilitzar la molla com a element per oposar resistència a la compressió i un cop comprimit l'amortidor, descomprimir-lo.

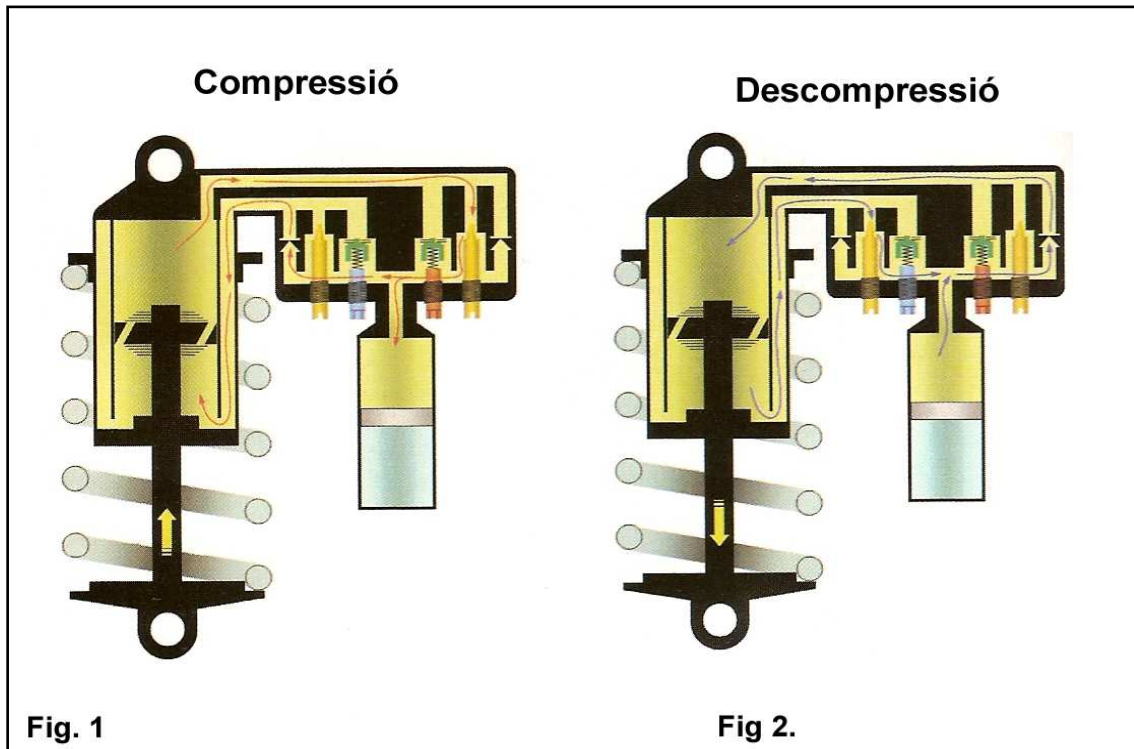
Un cop la força aplicada per l'extrem deixa d'existir o disminueix, l'amortidor es descomprimirà i tendirà a tornar a la seva posició original. S'aprofiten les propietats de la molla per fer la compressió i descompressió.

4.2.2.1.3- Regulacions: El problema dels amortidors de molla és que la molla actua d'una forma molt primària. Per exemple, quan fa la descompressió la fa molt de cop, té molt rebot. La molla té un comportament poc noble per ser utilitzada en bicicletes.

Per tal de solucionar el problema, existeixen les regulacions. Són uns mecanismes que porta l'amortidor que modifiquen el comportament de la molla. Poden fer que reaccioni més ràpida, més lenta, que costi més de comprimir...

Per poder fer aquestes modificacions de comportament es treballa amb oli. A l'interior de l'amortidor hi ha oli (de color groc). Quan l'amortidor es comprimeix, el pistó pressiona l'oli cap amunt (a les fig. 1 i 2 l'oli segueix el recorregut de la fletxa vermella). Al mateix temps que pressiona oli amunt, n'hi entra per sota.

L'oli segueix el recorregut marcat i passa per les regulacions (vermella, blava i grogues). Aquestes regulacions es poden moure, tirar-les més endavant o més enrere ja que porten una rosca.



Esquema del funcionament d'un amortidor de molla. Imatge extreta de la revista Solobici núm. 175

Depenent de la posició en la que estan les regulacions, deixen passar més o menys oli.

Si deixen passar més oli→l'oli flueix amb més facilitat→el pistó es mou més ràpid → l'amortidor és més ràpid de reaccions.

Si deixen passar menys oli→l'oli té més dificultats per fluir→el pistó es mou amb més lentitud→l'amortidor és més lent de reaccions.

Un cop l'oli ha passat per les regulacions, segueix fins a arribar a sota el pistó. La quantitat d'oli que hi ha a l'amortidor sempre és la mateixa. És un circuit tancat i l'oli està en moviment constant.

Quan l'amortidor es descomprimeix (fig. 2), es torna a fer el mateix procés però en sentit contrari (l'oli recorre en el sentit de les fletxes blaves). L'oli no torna pel mateix lloc on ha vingut. L'amortidor quan es descomprimeix, té unes vàlvules que fan desviar l'oli cap a unes altres regulacions (al dibuix es pot veure que l'oli no fa el mateix trajecte d'anada que de tornada no passa per les mateixes regulacions). D'aquesta manera hi ha regulacions per la compressió i regulacions per la descompressió. Són independents unes de les altres.

Aquet fet és una avantatge perquè podem modificar el comportament de la molla en compressió sense que afecti al comportament en descompressió.

La funció del pikipack: Quan les sortides amb bicicleta són molt prolongades i es fan moltes baixades, l'amortidor treballa molt. El pistó i la barra sempre estan en contacte amb les parets de l'amortidor.



Pikipack. Imatge extreta de www.canecreek.com

És un fregament constant que produeix un escalfament de l'oli i com a conseqüència, una dilatació d'aquest.

Al ser un circuit tancat, l'oli no es pot expandir. El pikipack conté gas a baixa pressió (color blau a la fig. 1 i 2) que està en contacte amb l'oli però separats a partir d'un pistó cilíndric que es mou lliurement pel pikipack

Els gasos es poden comprimir de tal manera que quan l'oli es dilata el gas es comprimeix i així es soluciona el problema de les dilatacions.

De regulacions n'hi ha de tres tipus segons a quina part del procés compressió - descompressió afecten:

Regulació de compressió: Gradua la facilitat de comprimir-se una suspensió.

Regulació de rebot: És l'acció oposada a la compressió. Gradua la velocitat d' extensió.

Regulació de precàrrega: Quan un ciclista puja a la bici, les suspensions s'enfonsen degut al pes del ciclista. La regulació de precàrrega té la funció d'evitar que quan la persona pugi a la bicicleta, les suspensions no perdin part del recorregut. En les modalitats de freeride i descens s'ha de deixar una precàrrega d'un 20/30 % ja que són modalitats on és important que les rodes toquin en tot moment a terra.

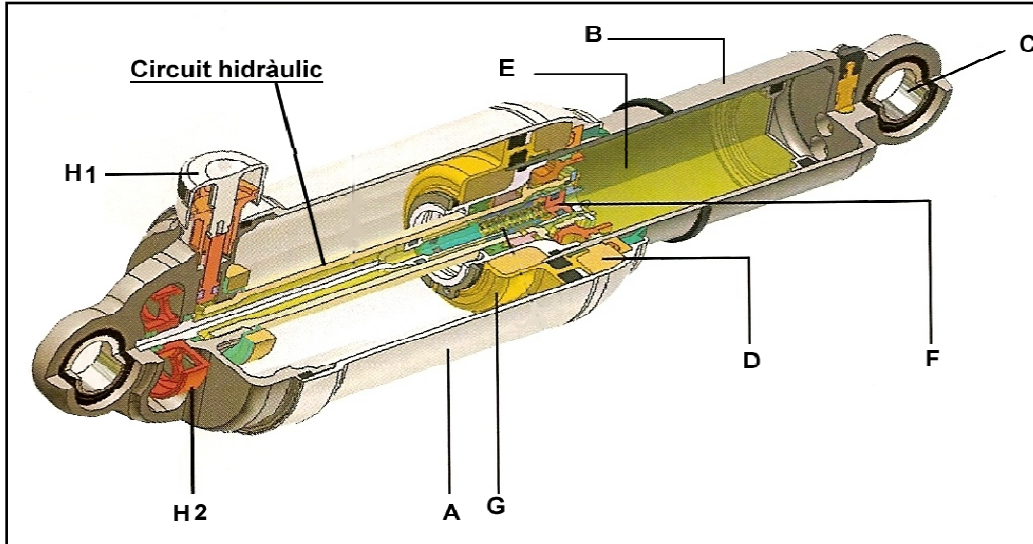
4.2.2.2- Amortidor d'aire: Fan la mateixa funció que els amortidors de molla però funcionen diferent. Són per a bicis de rally i enduro. Tenen una carrera (veure concepte pàg 40) curta i són poc voluminosos. Deixen l'aparença de robustesa dels amortidors de molla. Tenen una estètica més atractiva i donen la sensació de producte avançat tecnològicament. A vegades poden portar pikipack.



Amortidor d'aire. Imatge extreta de www.dtswiss.com

4.2.2.2.1- Està format per 8 parts:

Algunes de les parts són comuns tant als amortidors de molla com als d'aire.



Vista interior d'un amortidor d'aire. Imatge extreta de la revista Solobici núm. 167.

A) Càmera d'aire: És l'estructura principal de l'amortidor. Al seu interior hi ha tots els mecanismes i també aire, mitjà pel qual l'amortidor fa el procés compressió - descompressió. La cambra d'aire ha de ser voluminosa per reduir la pressió interna.

B) Barra: S'introdueix a dintre la cambra d'aire. Té un diàmetre major que la barra de la suspensió de molla i el seu interior està ple d'oli sintètic. Es mou conjuntament amb el pistó (G).

C) Casquets: Punts per on va unit l'amortidor al quadre i al basculant. Tenen el mateix diàmetre que els casquets dels amortidors de molla.

D) Elastòmetre: És la mateixa peça de plàstic dels amortidors de molla amb la diferència de que està col·locada a sota al pistó, perquè quan faci la descompressió, el pistó no piqui amb la cambra d'aire.

E) Oli: La barra n'està plena. És sintètic. Igual que en els amortidors de molla, l'oli s'utilitza per poder modificar el comportament de l'amortidor.

F) Vàlvula del pas de l'oli: És un petit espai cilíndric que mitjançant la regulació superior H1, es pot obrir o tancar manualment, segons quin comportament es vulgui per l'amortidor. Aquesta vàlvula no està fixada al pistó sinó que està situada a l'extrem del circuit hidràulic.

G) Pistó: Es mou conjuntament amb la barra. El pistó està en contacte amb l'aire del interior del cos de l'amortidor. L'aire fa la funció que feia la molla a l'altre tipus d'amortidor.

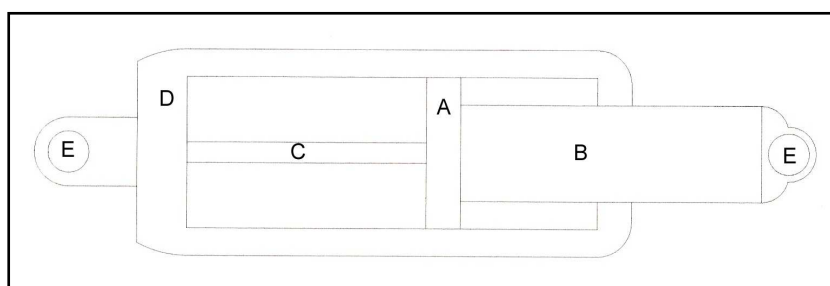
H) Regulacions: Són els dos mecanismes que permeten modificar el comportament de l'amortidor des de l'exterior, enroscant o desenroscant. N'hi ha dues H1 i H2.

4.2.2.2.2- Funcionament: Igual que els amortidors de molla, es busca que faci el procés de compressió i descompressió. El funcionament aprofita les propietats que tenen els gasos:

- Es poden comprimir.
- Tendeixen a expandir-se per ocupar el màxim de volum.
- Els gasos en comparació amb la molla tenen un pes insignificant.

Per tal de no crear confusió en les fig. 3 i fig. 4, cada part de l'amortidor correspon a:

- A- Pistó.
- B- Barra.
- C- Circuit hidràulic.
- D- Cambra d'aire.
- E- Casquets.



Parts d'un amortidor d'aire. Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

Compressió:

Quan la barra rep una força F en la mateixa direcció que l'amortidor i en sentit cap a la cambra d'aire, l'amortidor es comprimeix. Això si, la força F ha de ser superior a la força de la resistència (R) que oposa l'amortidor (veure fig. 3).

Quan s'aplica la força F , el pistó, que està unit a la barra, fa pressió sobre l'aire. A mesura que comprimim, cada cop resultarà més difícil fer-ho ja que les partícules d'aire cada cop estan més juntes. S'arribarà a un punt en que no es podrà comprimir més. Quan no es pot comprimir més, hi ha un equilibri de forces ($F=R$).

La cambra d'aire de l'amortidor ha d'estar molt reforçada i estudiada perquè quan l'amortidor estigui comprimit al màxim, l'aire exerceix molta pressió sobre aquesta.

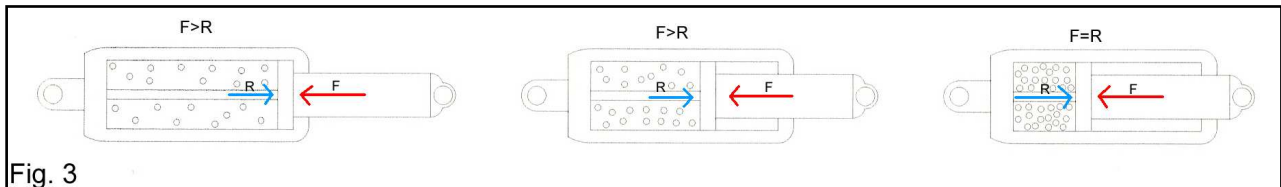


Fig. 3

Procés de compressió d'un amortidor d'aire. Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

Descompressió: Un cop la força F disminueix, l'amortidor comença a fer el procés de descompressió. Els gasos tendeixen a expandir-se per ocupar el màxim de volum. L'aire del interior s'expandeix i la única forma d'ocupar més espai és aplicant força sobre el pistó, per tal de fer-lo retrocedir i deixar més espai lliure dintre el cos de l'amortidor. L'amortidor es descomprimirà fins arribar a l'estat de repòs. Un cop l'amortidor està descomprimit, el pistó toca amb l'elastòmetre. L'elastòmetre fa una força (F_e) sobre el pistó per tal de que aquest no retrocedeixi més. El sistema queda en estat de repòs.

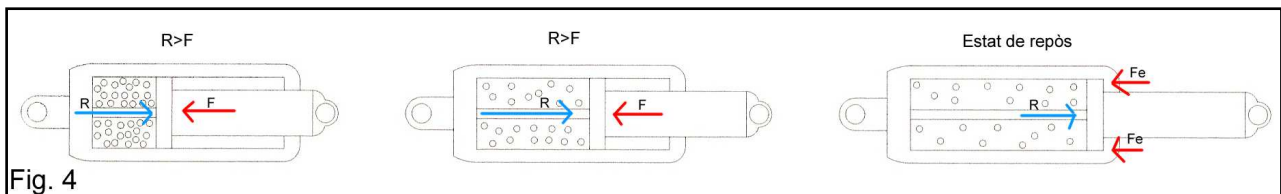


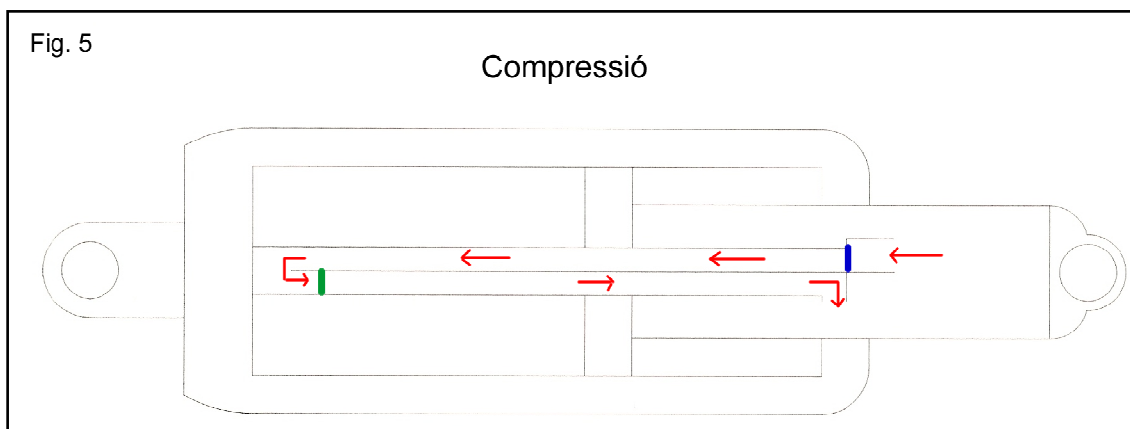
Fig. 4

Procés de descompressió d'un amortidor d'aire. Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

4.2.2.2.3- Regulacions: Igual que els amortidors comentats anteriorment, els d'aire també es poden regular per tal de modificar el seu comportament. Fan la modificació a partir d'oli.

Al interior de la barra hi ha oli. Quan la barra entra dintre la cambra, l'oli es veu obligat a circular pel circuit hidràulic, tot entrant per la vàlvula, que està senyalada amb una ratlla a la figura 5, de color blau. Aquesta vàlvula deixa entrar més oli o menys, segons si es vol una compressió més ràpida o més lenta.

Al mateix temps que una part de l'oli entra per la vàlvula, una altra mateixa quantitat d'oli retorna cap a la barra, seguint el recorregut de les fletxes vermelles (circuit hidràulic). És un circuit tancat.



Posició de les regulacions en un amortidor d'aire. Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

La regulació del rebot està situada on hi ha la ratlla verda. Quan l'amortidor es descomprimeix, l'oli fa el mateix recorregut però al revés. L'oli en lloc d'entrar per la vàlvula, surt. De sortida, l'oli es troba amb la regulació de rebot (verda). Aquesta deixa passar més o menys oli igual que feia la vàlvula.

El sistema està pensat perquè la vàlvula només pugui regular la quantitat d'oli en un sentit. Quan l'oli vagi en l'altre sentit, passarà amb fluïdesa.

La regulació de rebot també funciona així. Només es pot regular el pas de l'oli en un sentit. Aleshores, l'oli pot anar canviant de sentit que sempre hi ha un mecanisme (regulació de rebot o vàlvula) que modifica el pas de l'oli i es capaç de regular-ne el comportament.

Hi ha una altra regulació. Aquesta és la regulació de precàrrega:

La regulació de precàrrega serveix perquè l'amortidor no es comprimeixi amb el pes del ciclista. Per tal d'evitar-ho, els amortidors d'aire porten una vàlvula d'aire. Amb una manxa especial, es pot inflar l'amortidor i així s'aconsegueix que en el seu interior hi hagi més pressió i sigui més difícil de comprimir-lo.



Vàlvula d'accés a la cambra d'aire.

Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball

4.2.3- Forquilla: Va situada a la part de davant de la bici. Uneix el quadre amb la roda i absorbeix els impactes que rep la roda de davant. Per absorbir els impactes es comprimeix. En el món de la bicicleta de muntanya, sempre que es parla de la forquilla, se sobreentén que és una forquilla amb suspensió, ja que actualment, ningú va per camins de carro o per muntanya amb una forquilla rígida, sense suspensió.



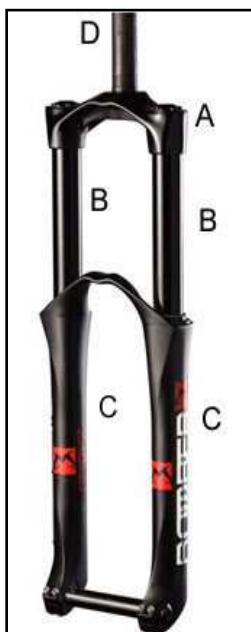
La forquilla va situada a la part davantera de la bici.

Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

Les forquilles poden tenir una carrera veure concepte pàg.42 des de 70 mm. fins a 210 mm. Al mercat hi ha diferents marques i models. Els preus, poden rondar des del 100 € fins als 1800 €. Les diferències exagerades de preus són degudes als materials, a la tecnologia emparada i també a la fama que tingui la marca del producte.

Els materials més utilitzats en la seva construcció són l'alumini, els magnesi, la fibra de carboni, el titani, l'alumini i el crom amb els seus corresponents aliatges.

4.2.3.1- Consta de les següents parts:



A) Platina: És una peça horitzontal que uneix les dues barres amb el tub de direcció (B i D). És una part fonamental ja que d'ella depèn la rigidesa de la forquilla.

B) Barres: S'introdueixen dintre les ampolles (C) quan la forquilla es comprimeix. Les barres solen estar tractades per evitar al màxim el fregament amb les ampolles i perquè llisquin amb facilitat.

C) Ampolles: És on s'introdueixen les barres. Estan fetes d'una sola peça unides per un pont. Acostumen a ser de magnesi o alumini.

Imatge extreta de www.marzocchi.com. Modificada per l'autor del treball.

D) Tub de direcció: S'introdueix a la pipa de direcció i va unit al manillar. Al girar el manillar, també gira el tub de direcció (moviment de rotació). Com a conseqüència gira la roda. Hi ha dues mides estàndards de diàmetre: 1.125 polzades (28.575 mm.) i per als més destralers, 1.5 polzades (38.1 mm.)

Les forquilles poden ser de platina simple o de doble platina:

Platina simple: És quan hi ha només una platina. S'utilitza per bicis de rally i enduro ja que pesa poc i no es necessita una rigidesa extrema.

Forquilla de platina simple.

Imatge extreta de www.marzocchi.com



Platina doble: És quan hi ha dues platines. Estan col·locades una sobre de l'altra. Les forquilles amb doble platina, les barres arriben casi fins a tocar el manillar. Són utilitzades a bicis de descens ja que són més rígides que les de platina simple.

Forquilla de doble platina. Imatge extreta de www.marzocchi.com



4.2.3.2- Funcionament: La forquilla per absorbir els impactes es comprimeix. Quan es comprimeix, les barres s'introdueixen dins de les ampolles. D'aquesta manera s'aconsegueix eliminar les irregularitats del terreny.

Quan apliquem una força notable per un extrem de la forquilla, tenint l'altre extrem fix, aquesta es comprimeix però oposa resistència a comprimir-se. Per tant, si deixem d'aplicar aquesta força o aquesta disminueix, les barres tendiran a tornar a la seva posició inicial. El funcionament és igual que en els amortidors.

Al interior de les barres hi ha el mecanisme que s'encarrega d'oposar resistència perquè no es comprimeixi. També s'encarrega de descomprimir-la un cop ha estat comprimida. Les forquilles de gama alta funcionen de la següent manera:

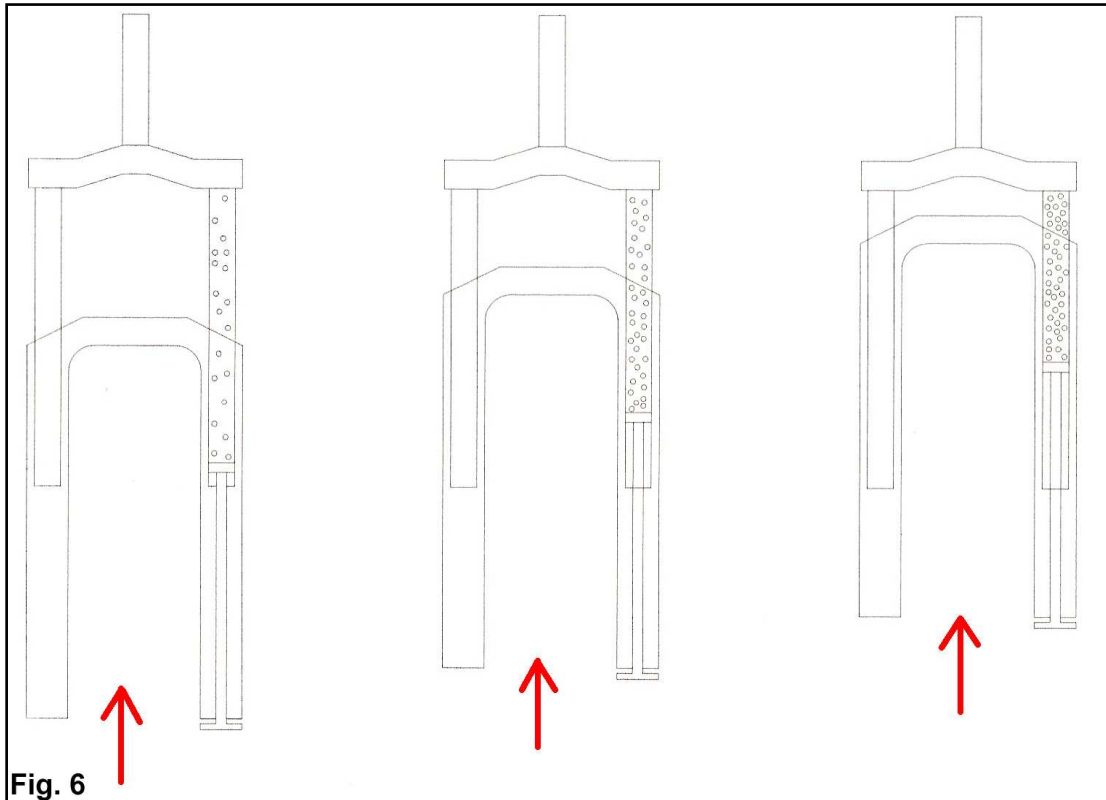
De les dues barres que tenen, una porta aire o molla i l'altre porta oli.

Si és d'aire: És una forquilla de funcionament aire/molla. L'aire, com en els amortidors d'aire, oposa resistència a ser comprimit i descomprimeix. Lògicament, el volum d'aire d'una forquilla i d'un amortidor és diferent i la pressió també, però el mecanisme de funcionament és el mateix. El funcionament és igual que en un amortidor d'aire. (veure Fig.6 pàg. 32).

A la part inferior de l'ampolla hi ha un dial de regulació. Si es rosca o desenrosca aquest dial *1, el pistó es mou amunt o avall per la barra, fet que fa augmentar o disminuir la pressió d'aire de l'interior.

*1 Dial: Peça petita cilíndrica, ergonòmica que permet modificar les regulacions manualment.





Procés de compressió d'una forquilla d'aire. Imatge realitzada per l'autor del treball.

A l'altre barra hi ha les regulacions, totes excepte la precàrrega. Cada marca fa servir el seu sistema: Pro pedal de Fox, Spv de Manitou, U-turn de Rock Shox, Eta de Marzocchi, 5th Element...

Tots tenen en comú que utilitzen l'oli per tal de modificar el comportament de la forquilla: el fan passar per un circuit hidràulic com en els amortidors d'aire, i varien el seu comportament.

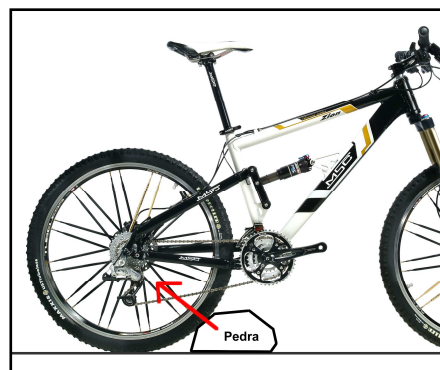
4.3- Funcionament del sistema de suspensió de la roda de darrera:

Quan es dissenya un sistema de suspensió, cal tenir en compte la trajectòria dels impactes en vers la bicicleta, que són en diagonal cap a darrera. S'ha de buscar la manera més senzilla possible perquè la roda de darrera ressegueixi al màxim l'obstacle, ja que aquest frenarà la bici sinó i perdrem velocitat .

Per exemple:

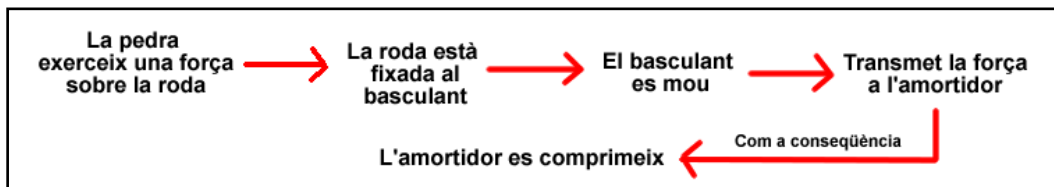
Un ciclista circula per un camí i es troba amb una pedra. No li és possible esquivar-la ni saltar-la. Aleshores la roda de darrera impacta amb la pedra.

La força que fa la pedra sobre la roda la rep el basculant. El basculant es mou per tal de transmetre aquesta força a l'amortidor. Quan l'amortidor rep la força, l'absorbeix.



Direcció dels impactes en vers la roda.

Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.



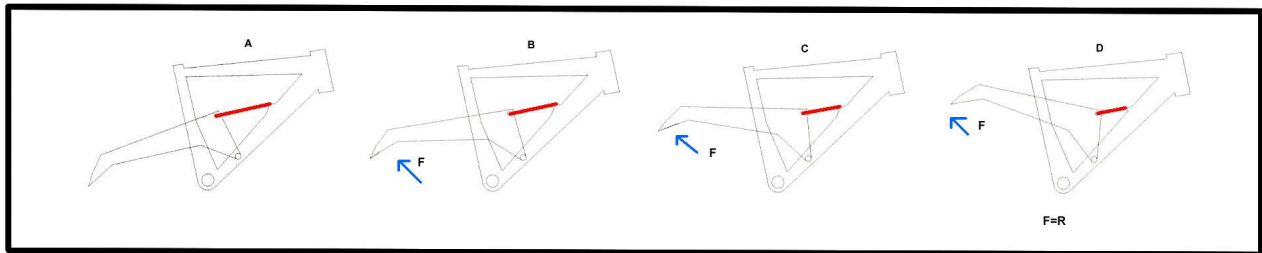
Procés de compressió de l'amortidor. Esquema realitzat per l'autor del treball

Quan l'amortidor es comprimeix, absorbeix la força que li transmet els basculant. L'amortidor evita que aquesta força sigui transmesa al quadre de la bici, de tal manera que aquesta no és transmesa a cap extremitat del cos.

De forma vulgar es podria dir que l'amortidor és un eliminador de forces. Després es descomprimeix per tal de que el sistema estigui a punt per rebre un altre impacte. Quan l'amortidor està descomprimit el sistema està en estat de repòs.

En els següents tires d'imatges es pot veure un quadre, un basculant i l'amortidor (barra vermella). A l'extrem del basculant (acabat en punxa) és on hi va fixada la roda de darrera.

En la primera tira es veu el **procés de compressió**. Cal tenir en compte que l'amortidor sempre oposa resistència a ser comprimit. Aquesta força (R) hi és present en tot moment, tot i que augmenta a mesura que es comprimeix la carrera (veure concepte pàg. 42).



Procés de compressió d'un sistema de suspensió de la roda de darrera. Imatge explicativa realitzada per l'autor.

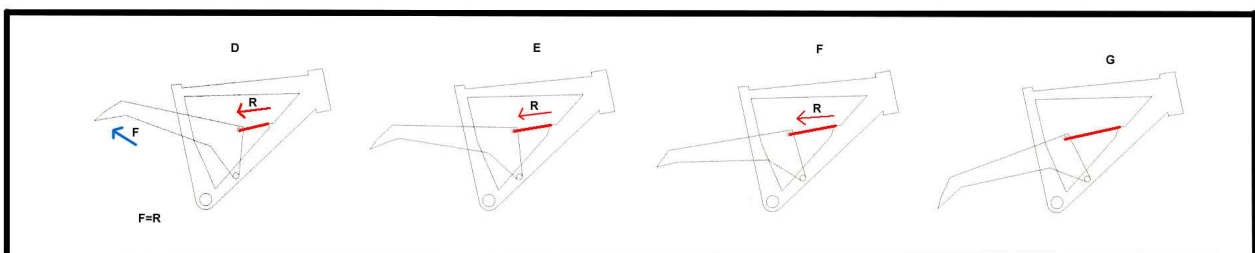
Apartat A: El sistema de suspensió està en estat de repòs. La roda no ha rebut cap impacte i l'amortidor tampoc exerceix força.

Apartat B: La roda rep un impacte d'algun objecte del camí. Aquest impacte fa una força (F). Aquest fet fa que el basculant es mogui i comprimeixi l'amortidor.

Apartat C: Succeeix el mateix que en l'apartat B. L'amortidor intenta frenar el basculant.

Apartat D: És el moment en que l'amortidor aconsegueix frenar el basculant. És un punt d'equilibri. La força F s'elimina amb la força de resistència que fa l'amortidor. El sistema està en estat de repòs.

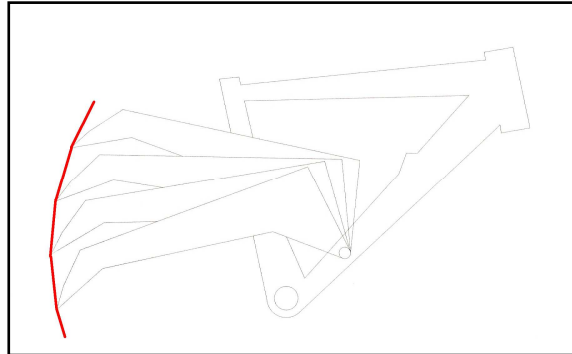
A partir d'aquest moment, el procés s'inverteix. L'amortidor fa més força que la que fa la roda. Col·loquialment es diria que l'amortidor guanya a la força F. Comença el **procés de descompressió**. És igual que el procés de compressió però al revés.



Descompressió d'un sistema de suspensió de la roda de darrera. Imatge explicativa realitzada per l'autor.

4.4- Altres conceptes

La trajectòria: En un sistema de suspensió, és la línia imaginària que dibuixa l'eix de la roda del darrera quan l'amortidor fa la compressió i descompressió. És important en els sistemes de suspensió mirar la trajectòria per saber com reaccionarà davant de les irregularitats del terreny.

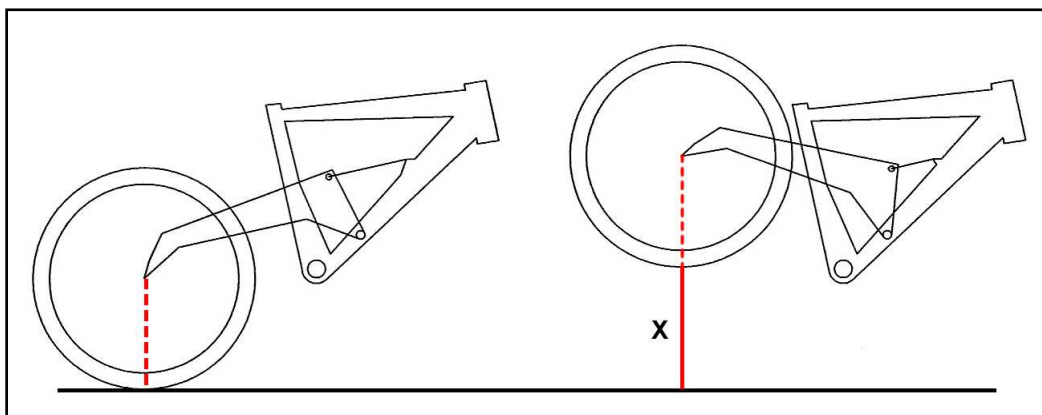


Trajectòria d'un basculant. Imatge realitzada per l'autor del treball.

De trajectòries n'hi ha de tres tipus:

- En forma d'arc (com la de la imatge).
- Perpendicular al terra: La trajectòria és perpendicular a terra. Són els sistemes Horstlink.
- En forma d'essa: El basculant està dissenyat de tal manera que la trajectòria fa una sanefa. Són els sistemes de suspensió més avançats, els de punts de pivot virtual.

Recorregut: És la distància (X) perpendicular respecte el terra que recorre l'eix de la roda de darrera quan es comprimeix l'amortidor. El recorregut varia segons el tipus de bici.



Recorregut d'un sistema de suspensió. Imatge realitzada per l'autor del treball.

Carrera: És la longitud de la barra que penetra dins la cambra d'aire o les ampolles. Aquesta mesura s'expressa en mil·límetres (X).



Carrera de l'amortidor i la forquilla. Imatges realitzades per l'autor del treball.

En una forquilla, quan es parla de recorregut, es fa referència a la carrera d'aquesta.

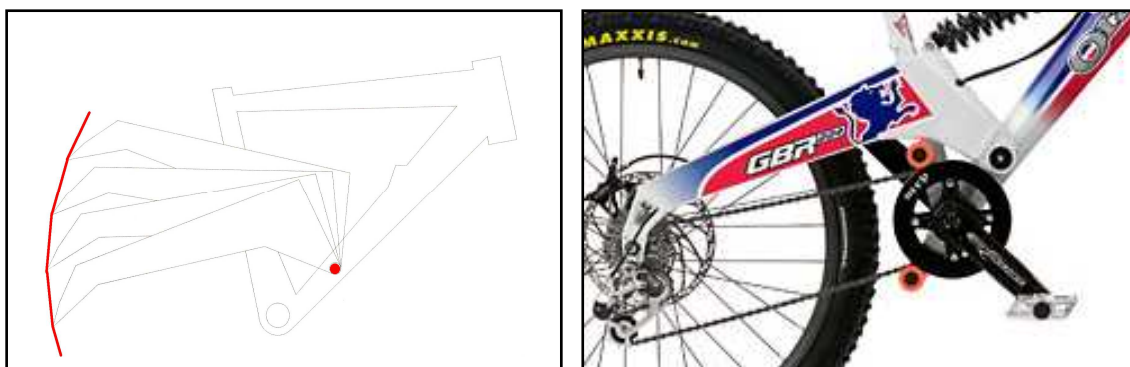
4.5-Tipus de sistemes de suspensió

De sistemes de suspensió n'hi ha de tres tipus diferents. Es poden classificar segons el nombre de punts de pivot que tenen:

Hi ha els sistemes monopivot i els multipivot:

4.5.1- Els sistemes monopivot: Són aquells sistemes que tenen un sol punt de gir, és el punt de pivot principal. En aquest punt hi ha rodaments (veure pàg. 23). Es diu que hi ha un sol punt de gir però en realitat n'hi ha dos: un rodament a cada cantó. Els basculants dels monopivot sempre estan formats per una sola peça. Són sistemes molt aconsellables per a bicicletes de descens i freeride.

4.5.1.1- Trajectòria: Tenen una trajectòria en forma d'arc de circumferència. El centre de la circumferència és el punt de pivot principal. Aquest punt de pivot acostuma a estar a prop dels plats (no s'ha de confondre amb els dos punts taronges que són el guiacadenes).



Trajectòria del sistema monopivot / Foto d'un sistema monopivot.
Imatges explicatives realitzades per l'autor del treball

4.5.1.2- Avantatges:

·Pes: Es poden aconseguir bicicletes molt lleugeres amb el sistema monopivot ja que només hi ha un punt de gir, és a dir, que porten dos rodaments. És molt diferent portar dos rodaments que portar-ne vuit, com els sistemes multipivot, ja que després hi ha un increment de pes notable.

·Simplicitat: Són sistemes simples perquè porten un sol punt de gir, un basculant d'una sola peça i un amortidor. Són els tres elements bàsics.

·Sensibilitat: És un dels sistemes més sensibles per dues raons:

- Poca fricció ja que només porta dos rodaments.
- La roda està en contacte amb l'amortidor a partir del basculant. No hi ha cap bieleta que afegixi fricció al sistema.

· Lliure de patents: En el món de la bicicleta hi ha una guerra de patents important, totes les marques volen tenir exclusivitats. El sistema monopivot no té patents.

És un fet positiu per aquella marca que es vol iniciar en el disseny de bicicletes de doble suspensió i vol començar per alguna cosa senzilla.

· Poc manteniment: Porta dos rodaments que són fàcils de engraxar

4.5.1.3- Desavantatges:

· Depèn de l'amortidor: El comportament d'un sistema monopivot està marcat per l'amortidor. Al ser un sistema tant simple, les reaccions de l'amortidor es transmeten de forma molt directa a la bicicleta i a la roda de darrera.

Cal triar l'amortidor adequat, que s'ajusti al tipus de comportament que es busca. Si ha de ser una bicicleta per pedalar, millor posar amortidor i forquilla d'aire. En cas de ser una bicicleta de descens o freeride, on pedalar no és allò més important, millor amortidor i forquilla de mola ja que les suspensions seran més sensibles davant les irregularitats del terreny.

· Facilitat de disseny: Es podria considerar un avantatge i ho és, però també és un inconvenient. Com ja s'ha dit abans, és un sistema molt simple i que funciona molt bé, fet que fa que totes les marques es vegin en cor de dissenyar-ne un i treure'l al mercat. Pot passar que surti al mercat un sistema monopivot de disseny incorrecte.

· L'amortidor col·labora en la rigidesa del sistema (veure fig. 7): A la imatge, un amortidor, un basculant monocasc i una roda, vist en planta.

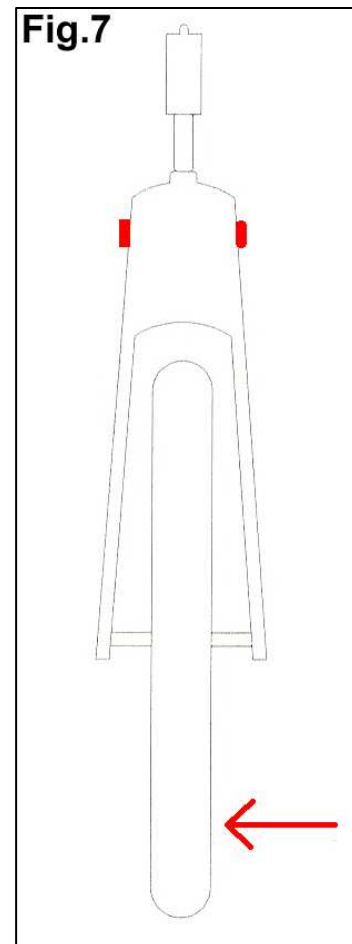
Entre la roda de darrera i l'amortidor hi ha el basculant. Aquest basculant va fixat per dos rodaments (marcats al dibuix amb vermell). Si aquest basculant no és prou rígid, pot patir una flexió.

Una flexió sorgeix quan la roda rep una força que no actua en la mateixa direcció en que es mou la bicicleta sinó en direcció perpendicular a aquesta (com la fletxa de la imatge). Al rebre la força, el basculant deixa d'estar alineat amb la resta de la bici. Per l'únic lloc on està fixat és pels rodaments i l'amortidor. Tant els rodaments com l'amortidor també pateixen aquesta flexió perquè el basculant ens la transmès.

Els rodaments no en pateixen massa les conseqüències ja que estan pensats per suportar càrregues axials i radials però l'amortidor no.

L'amortidor està pensat per absorbir impactes no per col·laborar en la rigidesa del sistema. Al no ser aquesta la seva finalitat, s'escurça la seva vida útil.

Vista en planta del basculant, amortidor i roda.
Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.



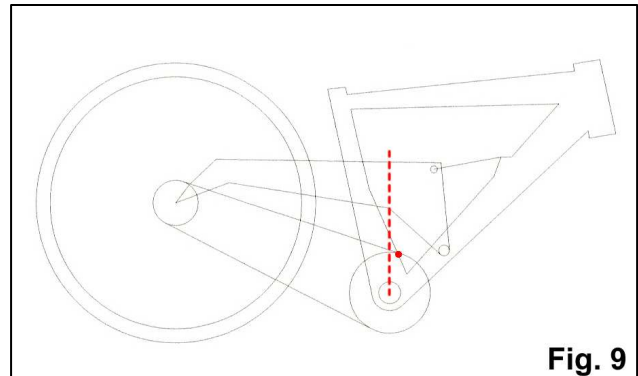
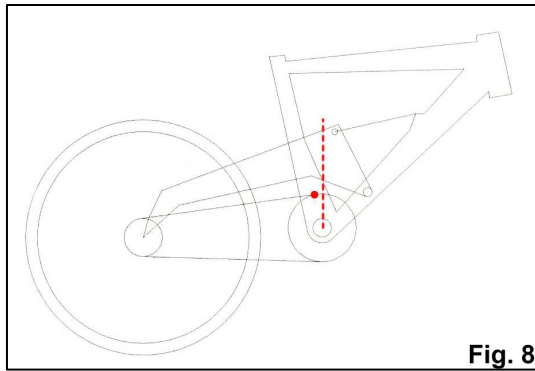
· Lliure de patents: Pot ser un avantatge o un inconvenient. És un inconvenient quan una marca pot portar molt temps dissenyant i treballant amb un monopivot i una altra marca plagia aquest disseny. No és un fet usual ja que hi ha "respecte" entre les marques del sector però ha passat i està passant.

· Tensions cadena: És un problema clàssic dels monopivots i s'accentua en els sistemes de llarg recorregut.

En un sistema monopivot, la cadena té dos punts de tangència. Un punt està situat a un dels pinyons i l'altre, a un dels plats.

Interessa veure el punt de tangència del plat:

Quan l'amortidor es comprimeix i el basculant es mou, aquest punt s'avança, com es pot observar agafant com a referència la recta perpendicular discontinua (fig. 8 i fig. 9).

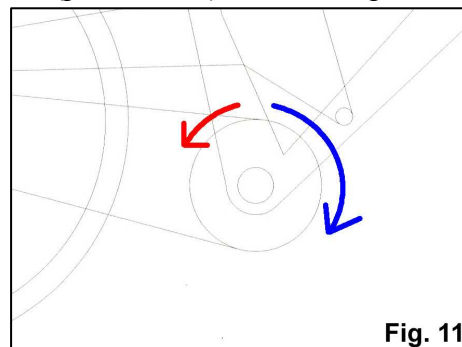
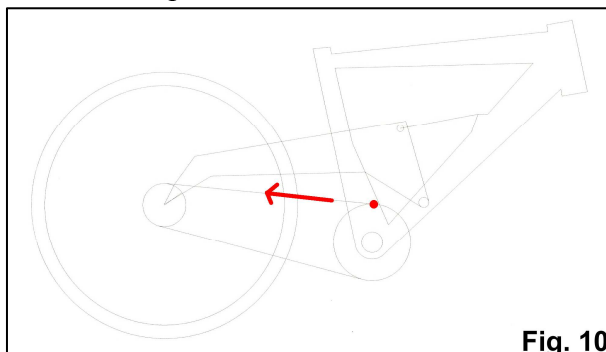


Moviment del punt de tangència entre la cadena i el plat en un sistema monopivot.

Imatges explicatives realitzades per l'autor del treball.

El problema sorgeix quan es fa la descompressió de l'amortidor i el basculant torna a la seva posició original (fig. 10). Al fer-ho, el punt de tangència també torna a enrere.

Tenint en compte que el punt de tangència és el punt de contacte entre la cadena i el plat, quan el punt torna enrere, la cadena estira el plat cap enrere. Això vol dir que cada cop que es fa la descompressió, el plat gira una mica cap al cantó oposat al moviment del pedaleig. A la fig. 11 es pot veure el plat i cada un dels sentits del moviment. Amb blau, el moviment de pedaleig i amb vermell, el retorn degut a la tensió que fa la cadena. D'aquest fet també se'n anomena feedback (peus enrere). És molest pel ciclista.



Retrocés del punt de tangència en un sistema monopivot.

Imatges explicatives realitzades per l'autor del treball.

Moviments dels plats segons les forces.

4.5.2- Sistemes multipivot amb Horst Link: Són sistemes amb més d'un punt de gir. Porta quatre punts de gir, dos dels quals estan fixats al quadre i els altres dos al basculant. Utilitza 8 rodaments. Són sistemes de suspensió molt útils per a bicicletes de rally, enduro i marató. Per a fer descens no són els més adequats.

De punts de pivot n'hi ha quatre:

Fixats al quadre:

- Un a prop dels plats, que és el punt de pivot principal (a la imatge queda tapat pels plats).
- Un al centre o extrem de la bieleta.

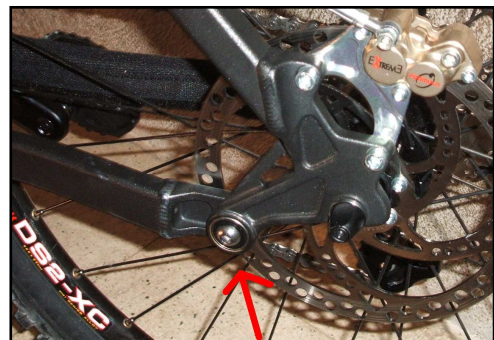


Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball
Els quatre punts de pivot d'un sistema multipivot.

Al basculant:

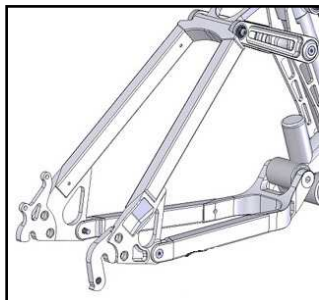
- Un a la baina.
- Un a l'altre extrem de la bieleta.

El Horst Link és una articulació a la baina. A les baines hi ha un punt de pivot amb uns rodaments. Aquest punt de pivot fa canviar la trajectòria del sistema de suspensió.



Articulació Horst Link.

Fotografia tirada per l'autor del treball.

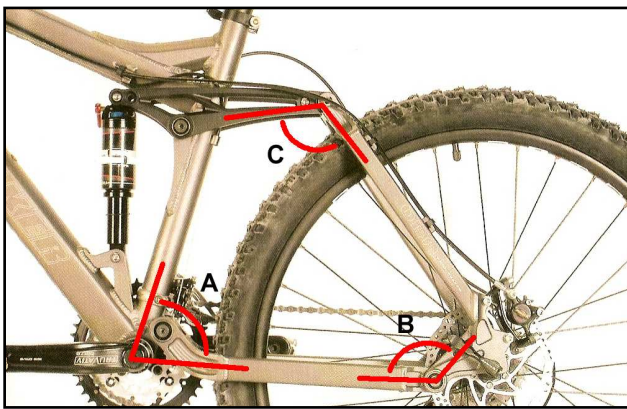


Render d'un sistema de suspensió amb Horst Link (imatge extreta de www.nsmc.com).

4.5.2.1- Trajectòria: Un sistema multipivot amb Horst Link intenta descriure una trajectòria recta i perpendicular a terra. S'aconsegueix però no és del tot recta ni del tot perpendicular.

La trajectòria ideal és en diagonal cap enrere com els impactes. El monopivot no l'aconsegueix ja que descriu un arc cap a endavant. El Horst Link vol corregir aquest fet i ho fa de la següent manera:

A la imatge hi ha tres angles marcats: A, B i C. Quan l'amortidor fa el procés compressió/descompressió, els graus dels angles varien.

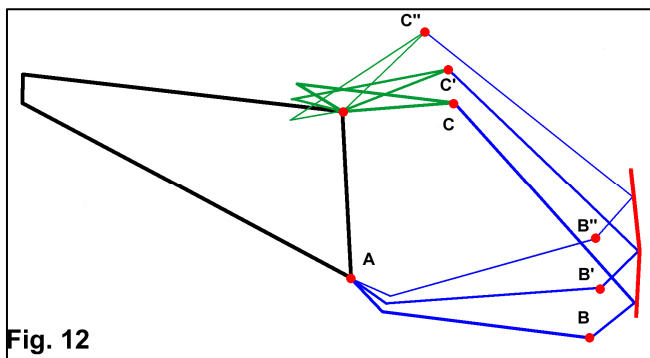


Quan es fa la compressió, els angles A i C disminueixen i B augmenta. Això suposa que A i C es van tancant a mesura que B s'obre.

Com més es tanquen A i C, més sobre B de tal manera que l'eix de la roda segueix una trajectòria recta i perpendicular respecte el terra.

Angles del basculant d'un sistema multipivot que pateixen deformació.
Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

Al dibuix amb 2D de la figura 12, es pot veure la trajectòria.



Cada color correspon a una part:

- Negre: Quadre.
- Verd: Bieleta.
- Blau: Tirant i baina.
- Punts vermells: Punts de pivot.
- Segment vermell: Trajectòria.

Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.
El basculant es deforma per dibuixar una trajectòria recta.

A l'hora de fer la descompressió el procés es totalment el mateix: l'amortidor es descomprimeix i l'eix de la roda ressegueix la mateixa trajectòria al revés.

4.5.2.2- Avantatges:

•Trajectòria recta: Una trajectòria recta evita les tensions de cadena i els feedbacks.

A la següent imatge, es pot veure com en el procés de compressió, el punt de tangència entre el plat i la cadena no varia de posició. Al no variar de posició, s'eviten els feedbacks i es solucionen els problemes en relació a les tensions de cadena dels monopivot.

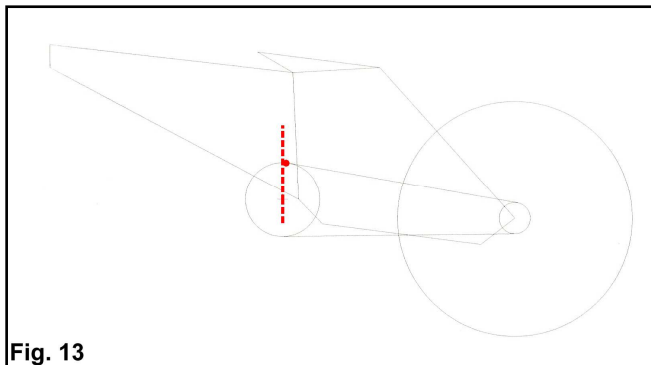


Fig. 13

Punt de tangència d'un sistema multipivot amb Horst Link (en repòs).

Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

La figura 13 és un sistema de multipivot amb Horst Link. El sistema està amb l'amortidor descomprimat. Si observem el punt de tangència, aquest està proper a la línia de referència, gairebé tocant-la.

A la figura 14 es veu el sistema de suspensió amb l'amortidor comprimit. Si s'observa el punt de tangència casi no ha variat respecte a la línia de referència. Al no variar de posició el punt de tangència, quan es descomprimeixi l'amortidor, no es produirà la força que estirava el plat i els pedals enrere.

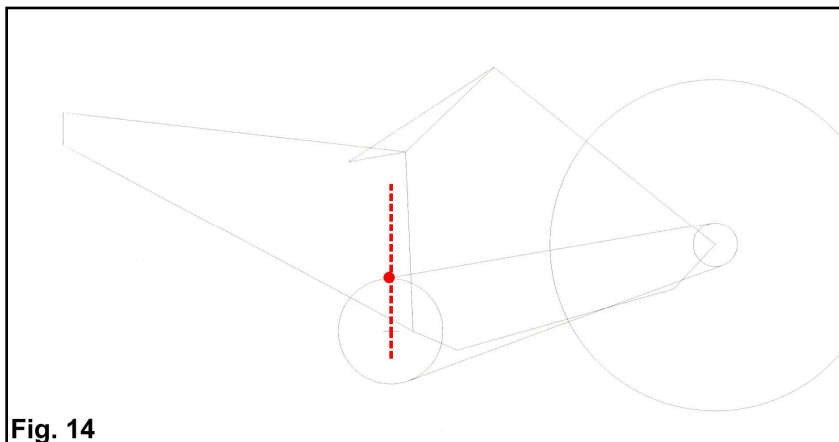


Fig. 14

Punt de tangència del sistema multipivot amb Horst Link comprimit.

Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

Si s'observen les dues figures anteriors (13 i 14), (tot i ser de diferents mides) es pot veure que la llargada de la cadena és diferent a les dues situacions. La explicació és la següent:



La cadena en una bicicleta amb canvi de velocitat és més llarga d'allò necessari perquè com que els pinyons són de diferents diàmetres, la cadena s'ha d'adaptar a cada pinyó quan es canvia. Com que sobra cadena, el canvi té una molla que fa que aquest faci una força F cap a enrere per mantenir-la amb

tensió.

Força que fa el canvi sobre la cadena. Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

En els sistemes de suspensió, la llargada de la cadena pot variar segons la situació de compressió o descompressió en la que es troba. Per això a les figures 13 i 14 la cadena no té la mateixa llargada, aquesta varia i el canvi s'encarrega de que estigui en tensió.

- Més rigidesa: El sistema té més punts de gir amb rodaments. Totes les possibles flexions que hi puguin haver es reparteixen entre els diferents rodaments. No passa com en el monopivot en que totes les forces recauen sobre els dos rodaments.
- Bieletes: El basculant està unit a l'amortidor a partir de bieletes. Segons la forma i mida de les bieletes, es pot aconseguir que l'amortidor es comporti d'una forma o altre i com a conseqüència, variï el comportament general de la bici.

4.5.2.3- Desavantatges:

- Pes degut als rodaments: Porta quatre punts de gir, per tant, vuit rodaments. Suposa més pes que un monopivot. Tot i que els dos rodaments del monopivot són més grossos, el sistema multipivot segueix pesant més.

- **Manteniment:** S'han de fer revisions de tant en tant i és lent desmuntar les diferents parts del basculant, netejar, greixar i tornar a muntar les parts i els vuit rodaments. Tot i això no és molt costós econòmicament.

- **Fregament:** Com que hi ha vuit rodaments, hi ha molta fricció. Això fa que el sistema de suspensió no sigui tant sensible davant les petites irregularitats del terreny.

Els sistemes multipivot amb Horst Link reben diferents noms segons cada marca. Cada marca els posa un nom comercial. Per exemple el sistema Fsr de Specialized, Ict de Ellsworth...

4.5.3- Sistemes multipivot sense Horst Link: Coneguts com a sistemes tipus Turner o Kona. Turner i Kona són dues marques que utilitzen aquest sistema des de que van crear els seus primers dissenys.



Foto d'un sistema multipivot extreta de www.konaworld.com.



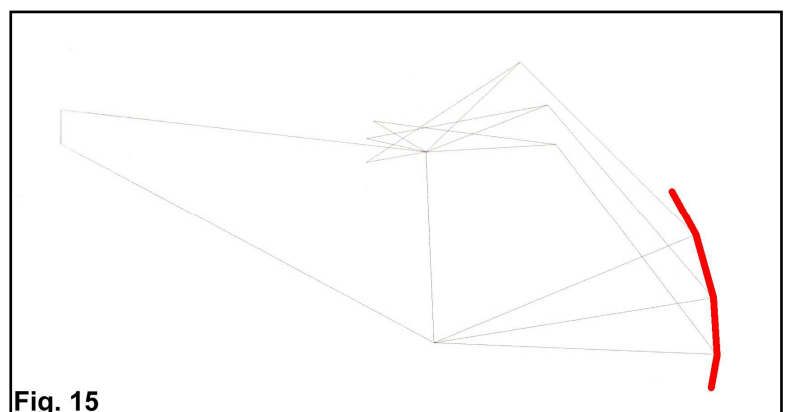
Punts de pivot d'un sistema multipivot.
Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

És un sistema amb més d'un punt de gir, com tots els multipivot. Es podria dir que és un sistema que sorgeix d'una barreja. Té un comportament de monopivot però té més d'un punt de gir, per tant, multipivot.

4.5.3.1- Trajectòria: No té cap articulació a la baina. Sense Horst Link, el basculant no descriu una trajectòria recta i perpendicular al terra, sinó un arc, igual que els sistemes monopivot. A la figura 15, és veu la trajectòria.

Amb aquesta trajectòria torna a aparèixer el problema de les tensions de la cadena. Passa exactament el mateix que en un sistema monopivot.

Trajectòria dels sistemes multipivot.
Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.



Al ser una barreja de sistemes, té alguns avantatges dels monopivot i també té els avantatges de qualsevol multipivot. Ha continuació, hi consten tots els avantatges i desavantatges. Si aquests han estat anomenats prèviament, no hi ha explicació per evitar repeticions.

4.5.3.2- Avantatges:

- Les bieletes.
- Més rigidesa.

4.5.3.3- Desavantatges:

- Feedbacks.
- Pes degut als rodaments.
- Fregament.
- Manteniment.

Analitzant els avantatges i els inconvenients dels sistemes multipivot sense Horst Link, es pot observar que és un sistema de suspensió que no té la sensibilitat d'un monopivot ni tampoc que té els avantatges d'un multipivot amb Horst Link. No aprofita els principals avantatges de cap dels dos.

Per tal de veure el perquè de l'aparició d'aquest sistema cal mirar al passat. El primer sistema va ser el monopivot, ja que era simple i rígid. Paul Turner, va incorporar al monopivot, una articulació formada per bieletes que permetessin modificar el comportament de l'amortidor. Turner volia innovar.

Turner Bikes ha crescut amb aquest disseny i Kona Bikes també l'ha adoptat. Aquest sistema és com un símbol per ambdues marques que l'utilitzen en tota la seva gama. És part de la seva identitat.

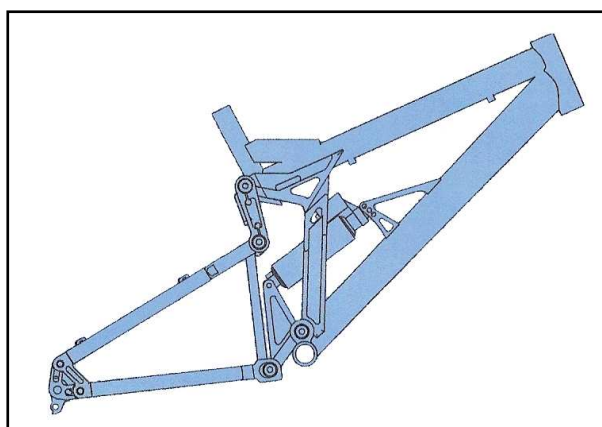
Tot hi ser un sistema típic de Kona i Turner, altres marques l'han utilitzat o l'utilitzen en alguns models concrets.

4.5.4- Sistemes amb punt de pivot virtual (PPV): Són sistemes amb més d'un punt de gir però no se'ls considera sistemes multipivot sinó sistemes amb punt de pivot flotant. Segons cada marca, rep un nom diferent. Els més coneguts són:

<u>Marca</u>	<u>Nom del sistema</u>
Ironhorse	Dw Link
Santa Cruz/Intense	VPP (Virtual Pivot Point)
Giant	Maestro
Duncon	-

Utilitzen un basculant monocasc que té forma triangular. Té aparença de peça poc rígida però tot hi això s'utilitza en bicicletes de descens, modalitat en la que es força més la màquina, i no porten cap problema.

Aquest basculant està unit al quadre a partir de dues bieletes. Són curtes (10 cm. de llargada com a màx.).



Sistema de punt de pivot virtual.

(imatge extreta de www.santacruzmtb.com).

Segons la modalitat de bicicleta a la qual pertany, les bieletes són més llargues o més curtes.

Més curtes → rally.

Més llargues → descens i freeride.

Les bieletes estan reforçades i són compactes (no és com els tubs de la bicicleta que tenen l'interior buit).

Són sistemes de suspensió utilitzats per a bicicletes de tot tipus de modalitats.

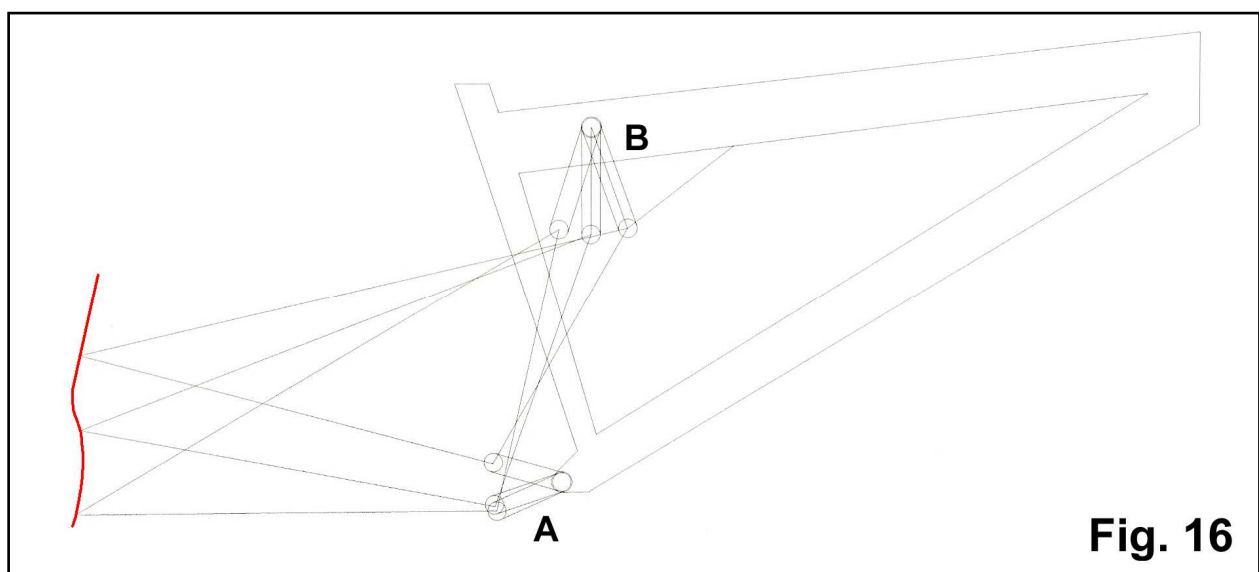
4.5.4.1- Trajectòria: Si aquests sistemes són especials per alguna cosa és per la seva trajectòria. Aquesta té forma de S. L'eix de la roda de darrera dibuixa un sanefa. Els sistemes anteriors tenien un punt de pivot principal sobre el qual girava el basculant. En aquest no hi ha un punt de pivot principal, hi ha infinits punts de pivot.

A mesura que l'amortidor es comprimeix, el punt de pivot sobre el que gira el basculant varia. Com que aquest punt varia, la trajectòria també ho fa i no dibuixa ni una recta ni un arc.

Com s'aconsegueix aquest punt de pivot virtual? La resposta es troba a les bieletes. Aquestes estan dissenyades de tal manera que quan es comprimeix l'amortidor les bieletes es mouen de tal manera que fan que la trajectòria sigui una essa.

Les dues bieletes no funcionen per igual. Si s'observa la bieleta B de la fig. 16, aquesta es mou amb més regularitat durant el recorregut que la A.

La bieleta A té un comportament més especial. Durant la major part del recorregut no es mou gairebé. Quan entra en acció és a la part final. Té un comportament molt irregular. Observant al imatge, es veu aquest fet.



Les bieletes no treballen per igual per tal de dibuixar una trajectòria en forma de "S".

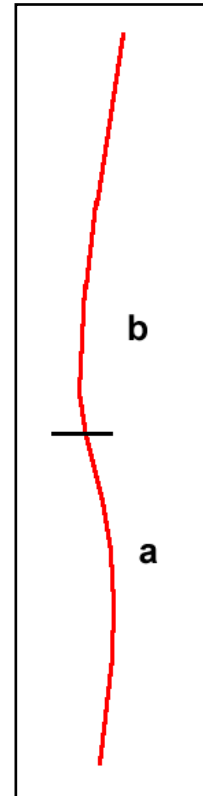
Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball.

Es divideix la trajectòria en dues fases:

Fase a: El basculant descriu una trajectòria com la d'un sistema multipivot amb Horst Link. És una trajectòria bastant recte però acaba fent una curvatura. És la fase de la trajectòria en la que s'absorbeixen les petites irregularitats del terreny.

Fase b: També descriu una trajectòria de sistema amb Horst Link. La diferència respecte a la fase A, és que aquesta comença amb una curvatura. És la fase de la trajectòria en la que s'absorbeixen els grans impactes.

Allò més interessant d'aquest sistema és el punt que hi ha entre les dues fases (on hi ha el segment negre). Aquest punt està pensat per pedalar. La força de tensió que fa la cadena sobre els pinyons elimina la força de la contaminació de la pedalada fent que en el sistema de suspensió hi hagi un equilibri de forces.



Trajectòria dels sistemes de PPV.
Imatge explicativa realitzada per l'autor del treball

Aquestes bicicletes han de tenir precàrrega ja que es necessita que amb el pes del ciclista es comprimeixi una bona part del recorregut per tal de que es pugui arribar al punt d'equilibri necessari per pedalar (espai entre les dues fases).

4.5.4.2- Avantatges:

- Eliminació de la contaminació de la pedalada: Gracies a l'estudi de les forces que s'ha fet, els sistemes amb punts de pivot virtual permeten pedalar sense que hi hagi contaminació.
- Rigidesa: Són extremadament rígids. El basculant monocasc ho és molt, ja que està format d'una sola peça sense rodaments i les dues bieletes col·laboren amb aquesta rigidesa gracies a que són curtes i robustes.
- Tensions de cadena: La major part de la trajectòria és recta i igual que en els sistemes amb Horst Link, de forma que s'eviten les tensions de cadena. Els punts més propers a la zona que hi ha entre a i b és on hi ha més curvatura. Aquesta curvatura no es nota ja que les bieletes aconseguixen que el punt de tangència entre la cadena i el plat sempre estigui al mateix lloc.
- Marques estrella: Totes les marques que fan servir aquests tipus de sistema tenen molt renom i realment les bicicletes que fabriquen estan un graó per sobre la resta de bicicletes. És una garantia portar una bicicleta de tals marques ja que tota l'anomenada que tenen no ha sortit del no res i com que se'n espera tant d'elles, estan molt treballades.
- Funcionament general excel·lent: Tots els avantatges dits anteriorment es veuen reflectits a les enquestes realitzades a Vallnord. Cap dels usuaris d'aquest sistema el valora el funcionament amb una nota inferior a MB (8/9 sobre 10).

4.5.4.3- Desavantatges:

- Comportament estrany: La trajectòria no és igual durant tot el recorregut. Quan un ciclista ha anat molt temps amb una bicicleta amb monopivot o Horst Link realment nota que la bicicleta es comporta de forma rara. És qüestió d'adaptació.

L'elaborador d'aquest treball ha tingut la possibilitat de provar-ho.

- Preu: L'exclusivitat té un preu. A part de pagar allò que col·loquialment es diu “de marca”, les bicis són molt cares tot hi tenir uns acabats i un comportament brillant.

El preu es pot arribar a duplicar entre una bicicleta amb un sistema “normal” i una amb un sistema de PPV.

Són per a una minoria. Segons les enquestes de Vallnord, un 9.8% dels enquestats tenen una bici amb sistema de PPV.

- Exposició al fang: La bieleta inferior està situada a darrera l'eix del pedaler i sobresurt lleugerament per sota d'aquest. Quan ha plogut, la zona del pedaler és la que queda més plena de fang per culpa de la roda de davant i per tant, la bieleta també s'embruta.

El rodaments de la bieleta es fan malbé.

5-PROJECTE DE DISSENY
D'UNA BICICLETA DE DESCENS

5.1-Definició del problema

A l'hora de dissenyar una bici es presenten 2 problemes:

-Problemes derivats dels sistemes de suspensió: Quan es planteja el disseny d'un tipus concret de bici, s'ha d'escollir entre un sistema de suspensió existent (monopivot, multipivot, punt de pivot virtual) o crear un sistema completament nou.

Si es parteix d'un sistema de suspensió ja existent, s'ha de solucionar els inconvenients que presenta aquest sistema. Aquests inconvenients estan explicats a l'apartat "tipus de sistemes de suspensió" del treball.

Si es vol crear un sistema completament nou, s'ha de tenir en compte que s'hauran de fer prototips abans de que el producte surti al mercat, fer un estudi detallat del seu funcionament i preveure quins seran els inconvenients que presentarà, per tal de solucionar-los abans que el producte arribi a les botigues. És un procés més lent i en el que fan falta més mitjans.

-Contaminació de la pedalada: És un problema que té relació amb el sistema de suspensió però també hi ha un altre factor implicat, la força que es fa al pedalar. Quan el ciclista pedala, la suspensió tendeix a comprimir-se degut a la força que aquest fa sobre els pedals. D'aquesta forma, el ciclista, a cada pedalada perd energia. A més, les suspensions no absorbeixen al 100% les irregularitats del terreny, ja que una part del recorregut està comprimit.

Segons si es pedala dret o assentat, fent molta força o poca, el grau de contaminació de la pedalada es diferent. S'ha realitzat una pràctica per obtenir dades quantitatives de la contaminació de la pedalada (la pràctica consta a l'annex). S'han plantejat quatre situacions:

Situació 1- El ciclista pedala suau i assentat al seient.

Situació 2- El ciclista pedala fort i assentat al seient

Situació 3- El ciclista pedala suau i dret.

Situació 4- El ciclista pedala fort i dret.

A continuació hi ha els tant per cents de contaminació de pedalada.

Resultats:

	<u>Forquilla:</u>	<u>Amortidor:</u>
Situació 1:	22.2 %	12 %
Situació 2:	25.9 %	28 %
Situació 3:	32.6 %	16 %
Situació 4:	41.5 %	42 %

La pràctica s'ha realitzat per tal de veure que la contaminació de la pedalada existeix i que en algunes situacions s'aguditza molt, fins el punt de comprimir la suspensió casi

fins a la meitat. Segons cada modalitat de bici, el ciclista tendeix a pedalar més segons una situació que segons una altra.

Per exemple, els corredors de rally tendeixen a la situació 2, ja que fan molts kilòmetres a un ritme elevat. En canvi els que utilitzen bicis marató, tendeixen a la situació 1, ja que fan molts kilòmetres però amb comoditat. En el descens però, és una modalitat en que la contaminació de la pedalada s'ignora: es fan baixades, gairebé no és pedala i es baixa duran 3 o 4 minuts.

A l'hora de fer un disseny de bicicleta s'ha de veure per a quin ús va destinada i si realment és important eliminar la contaminació de la pedalada.

5.2-

Recopilació de dades

El següent pas dut a terme és la recopilació de dades de dissenys de bicicletes de descens ja existents. Cal veure com és el producte que ja hi ha al mercat per tal de crear un nou disseny tot aprofitant aquelles virtuts de dissenys que ja estan a la venda i que han donat bons resultats. Interessa veure les mides de la seva geometria més que el sistema de suspensió que utilitzen.

S'han escollit 15 de les millors bicis de descens i s'han analitzat. S'ha fet un anàlisi estètic i un anàlisi tècnic.

En aquest apartat també s'han inclòs les enquestes ja que donen informació sobre la opinió del consumidor.

5.2.1- Anàlisi de dades:

Anàlisi estètic: Les bicis de descens han estat sempre bicicletes molt funcionals, sense massa detalls estètics ja que estan preparades per baixar, rebre impactes i les caigudes són freqüents. Aquesta visió de la bici de descens ha canviat.

Actualment es treballen més els acabats, l'estètica té més importància. Totes les bicicletes tenen un bon funcionament, però allà on es desmarca respecte a la competència una marca fabricant de bicis és amb els acabats i l'estètica. Es juga amb el color, la forma i la textura. Les característiques estètiques de les bicicletes actuals són les següents.

Color: -Negre mate.

- Colors anoditzats.
- Combinacions negre i blanc.
- Combinacions forquilla quadre del mateix color:
- Combinació de forquilla i basculant del mateix color.
- “RAW”: l'alumini no es pinta, només es poleix i manté el seu color original.
- Llandes grogues o blanques.
- Quadres foscos amb components de colors llampants.
- Rosa, groc i blau cel fluorescent.
- Tota la bicicleta d'un sol color excepte els pneumàtics (sempre negres).
- Metal·litzats.
- Combinació de verds tipus militar.

Forma: -Tub superior en forma de gepa.

- Baines quadrades.
- Tubs superiors octogonals.
- Tub superior triangular.
- Tub inferior amb curvatura cap a l'interior del quadre.
- Arrodoniment de les unions dels tubs.

Textures: -Pintats de color mate.

- Logotip de la marca amb volum.
- Lletres de la marca amb volum.
- Tubs amb rugositat.
- Sanefes amb volum.

Anàlisi tècnic: De les bicicletes analitzades, s'ha buscat informació sobre la geometria del quadre, sobre les característiques tècniques dels components que porten, el pes i el preu.

Geometria del quadre:

Marca	Model	Angle de direcció	Angle del seient	Longitud de la baina	Distància entre eixos	Avançament de la forquilla	Longitud tub superior	Recorregut suspensió davant	Recorregut suspensió darrera	Distància respecte al terra
Mondraker	Petrol	66.5	71	432	1160	45	410	200	230	369
Cannondale	Gemini	66	70	380	1093	65	475	185	200	375
Kona	Stab	63.5	69	460	1200	50	530	200	200	370
Yeti	303 DH	65	71	448	1165	50	510	203	225	355
DeVinci	Wilson	63.5	71	447	1160	50	545	200	215	375
Gt	It-1	66	74	451	1188	65	514	203	225	378
Scott	Nitrous10	66	72.5	430	1163	60	555	190	195	378
Mondraker	Level	65.5	65	430	1090	60	535	170	190	400
Gt	DH-i	64	66.5	442	1120	65	515	203	210	360
Msc	F1	67	71	445	1130	45	530	180	195	360
Orange	Patriot	65	70	420	1103	50	570	170	180	375
Scott	High O	65	70	435	1011	80	540	190	200	370
Santa Cruz	V-10	67.5	71	444	1131	60	590	203	250	375
Specialized	Demo	66	69	433	1175	60	530	180	225	357
Santa Cruz	VP-Free	67	70	444	1140	55	589	203	215	375

*Els angles s'expressen en graus.

*La resta de distàncies s'expressen en mil·límetres.

Característiques tècniques dels components:

Rodes

Nombre de radis: Segons la llanda, pot portar diferent nombre de radis. La majoria de llandes són de 32 radis però hi ha algun cas en que poden portar-ne 28 o 36.

Com més radis porti, més rígida serà la llanda però com a conseqüència hi ha un increment de pes.

A vegades hi ha bicicletes que porten una llanda de cada, per tal d'aportar més rigidesa a la roda de davant o a la de darrera.

Diàmetre i amplada del pneumàtic: El diàmetre sempre és de 26 polsades però actualment hi ha algunes marques, com Specialized, que donen opció a que la roda de darrera sigui d'un diàmetre menor.

Respecte a l'amplada, aquest oscil·la entre 2.35 i 2.8 polsades però el valor més freqüent és de 2.5 polsades, 63.5 mil·límetres

Marca	Model	Núm. de radis roda davantera	Núm. de radis roda posterior	Diàmetre pneumàtic	Amplada pneumàtic
Mondraker	Petrol	32	32	26	2.35
Cannondale	Gemini	36	36	26	2.5
Kona	Stab	32	32	26	2.5
Yeti	303 DH	32	32	26	2.5
DeVinci	Wilson	28	28	26	2.8
Gt	It-1	32	32	26	2.5
Scott	Nitrous10	32	32	26	2.5
Mondraker	Level	32	32	26	2.6
Gt	DH-i	32	32	26	2.5
Msc	F1	36	36	26	2.5
Orange	Patriot	32	32	26	2.35
Scott	High O	32	32	26	2.35
Santa Cruz	V-10	32	32	26	2.5
Specialized	Demo	32	36	26/24	2.7
Santa Cruz	VP-Free	32	32	26	2.6

-El diàmetre i l'amplada del pneumàtic s'expressen en polsades.

Frens

És un element important en tota bicicleta de descens. Sempre són fens de disc accionats mitjançant un circuit hidràulic. Els diàmetres dels discs són de 6.24, 7 i 8 polsades.

En descens s'utilitzen els de 8 polsades (203.2 mm.)

Transmissió

Nombre de pinyons: Totes tenen el mateix nombre de corones (9) excepte la Gt. Aquesta utilitza un sistema de transmissió totalment diferent a la resta i no utilitza pinyons sinó un sistema de caixa de canvis, igual que una moto.

Nombre de dents dels pinyons: Dels 9 pinyons, sempre es dóna la dada de la quantitat de dents del més petit i del més gran. És important tenir-la en compte ja que segons la quantitat de dents, varia el diàmetre del pinyó. Un diàmetre inadequat, podria fer que a altes velocitats, el ciclista pedalés i el pinyó no transmetés la força a la roda per culpa de tenir un diàmetre excessiu.

Nombre de plats: Les bicicletes que s'utilitzen estrictament per descens porten un sol plat. Hi ha algunes marques que prefereixen que la bicicleta en porti dos o tres per tal de que sigui més polivalent.

Nombre de dents del plat: igual que passa amb els pinyons, el diàmetre depèn de la de quantitat de dents. Els plats que s'utilitzen amb bicicletes de descens acostumen a ser grossos, la majoria porten unes 40 dents.

Marca	Model	Núm. pinyons	Núm. dents pinyons	Núm. plats	Núm. dents plats
Mondraker	Petrol	9	12-26	1	38
Cannondale	Gemini	9	11-32	1	42
Kona	Stab	9	11-32	1	36
Yeti	303 DH	9	11-27	1	38
DeVinci	Wilson	9	11-32	1	40
Gt	It-1	-	-	1	40
Scott	Nitrous10	9	11-32	1	40
Mondraker	Level	9	11-32	3	44/32/22
Gt	DH-i	9	12-25	1	36
Msc	F1	9	11-32	1	42
Orange	Patriot	9	11-34	1	44
Scott	High O	9	11-32	3	44/32/22
Santa Cruz	V-10	9	11-32	1	40
Specialized	Demo	9	11-32	2	32/22
Santa Cruz	VP-Free	9	11-32	2	32/22

Pes:

Al no ser un vehicle motoritzat, el ciclista és el que mou la bicicleta amb la seva pròpia força. Té molta importància que aquesta pesi el mínim possible per tal de fer més fàcil la tasca.

Una bici de descens està al voltant dels 20 kg., que realment no es troba lleugera quan s'ha d'afrontar una pujada. Per aquest fet les pujades es fan amb remuntadors a les pistes d'esquí i amb furgonetes o cotxes particulars quan es corre a llocs on no hi ha remuntadors.

Preu:

Ha de ser contingut per tal d'assegurar una bona rebuda per part del mercat. Aquest varia segons els materials emparats, els components, l'origen de la marca i el grau de tecnologia que s'hagi utilitzat per fabricar la bicicleta.

Un quadre fet a mà i no a màquina té un preu més elevat.

Marca	Model	Pes quadre	Pes bici equipada	Preu bici equipada
Mondraker	Petrol	-	19.200	4500
Cannondale	Gemini	3.950	18.800	6999
Kona	Stab	4.370	20.820	4500
Yeti	303 DH	4.700	20.880	6000
DeVinci	Wilson	3.860	19.200	5995
Gt	It-1	-	20.200	5890
Scott	Nitrous10	5.390	19.220	3590
Mondraker	Level	5.400	20.780	2850
Gt	DH-i	-	17.900	5900
Msc	F1	-	19.300	6224
Orange	Patriot	6.890	18.300	5300
Scott	High O	5.135	16.900	4200
Santa Cruz	V-10	-	20.000	6000
Specialized	Demo	6.480	19.740	5500
Santa Cruz	VP-Free	4.545	18.100	5730

-El preu de les bicicletes està expressat en euros.

-El pes està expressat en kilograms. En els casos en que no ha estat possible trobar el pes del quadre s'ha indicat amb un guió.

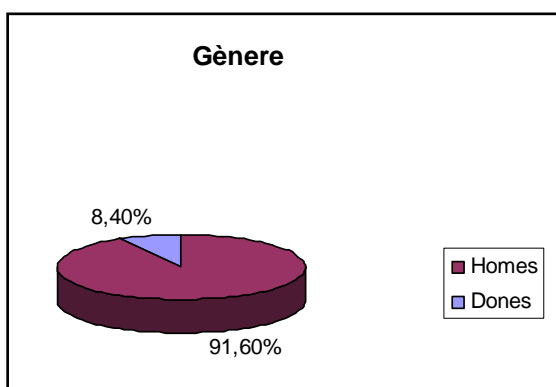
-Totes les dades anteriors han estat extretes de la revista Solo Bici. Quan fan una prova d'una bicicleta, la valoren qualitativament però també donen les dades que poden interessar al ciclista sobre la geometria i els components. L'autor del treball ha recollit les dades de cadascuna i les ha posat en comú a les taules anteriors.

5.2.2-Buidat d'enquestes

Tota la informació següent s'ha obtingut a partir de 108 enquestes realitzades al Solo Bici festival a les pistes d'esquí de Vallnord, Andorra els dies 15 i 16 de Juliol de 2006. Era l'ocasió perfecta per tal d'obtenir informació sobre quins sistemes de suspensió són els més utilitzats i quina valoració se'ls dona.

El Solo bici festival, organitzat per la revista Solo bici prepara diferents activitats per tal de reunir durant un cap de setmana una gran quantitat de practicants de MTB de diferents modalitats. Aquest fet és positiu per obtenir unes dades generals ja que al festival hi ha tot tipus de bicicletes i usuaris, fet que fa que les estadístiques englobin a tot el sector de la bicicleta de muntanya.

Durant el cap de setmana, es van obtenir les dades a diferents punts de l'estació d'esquí com ara a la sortida dels remuntadors, a la zones dels estands, a la zona de salts i a la sortida de la pedalada. Les enquestes es realitzaven una per una i consten a l'annex (veure pàg. 12). El buidat de les enquestes també hi consta.

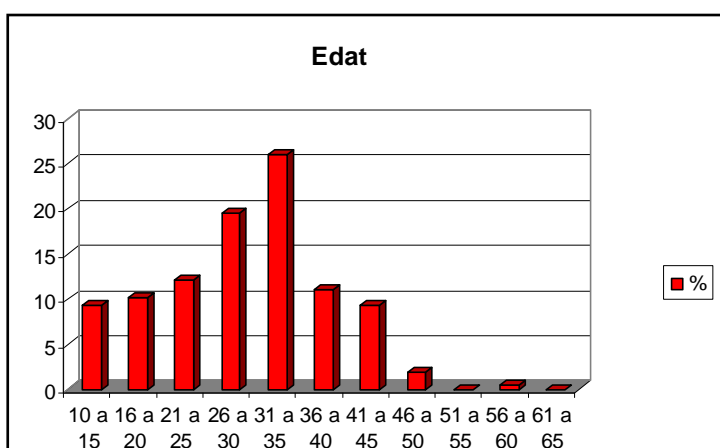


La primera dada que es va obtenir de les enquestes és el gènere. Un 91.6% dels practicants enquestats són homes (99) i un 8.4% són dones (9).

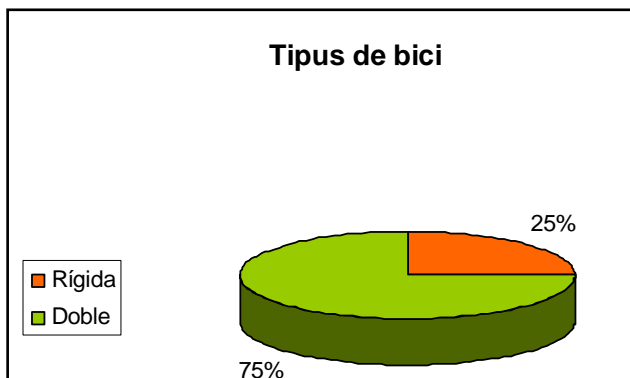
A mesura que es feien les enquestes es veia que hi havia més persones del sexe masculí, sobretot als remuntadors, ja que era per on pujaven els practicants de

descens i freeride, dues modalitats on el sexe femení no està massa present.

Observant els gràfic de les edats es veu que la majoria de gent que practica la bicicleta de muntanya té al voltant dels 30 anys, tot hi que hi ha bastanta gent jove que també ho practica.



L'enquesta tenia una part en la que es demanava informació personal sobre l'enquestat (edat i sexe) i una part més tècnica, que volia obtenir informació sobre la seva bicicleta i



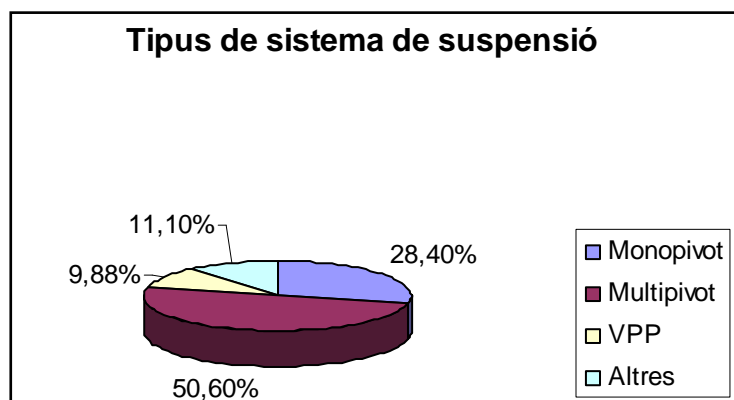
l'opinió de l'usuari. La primera pregunta feia relació al tipus de bici, rígida (suspensió davantera) o doble (suspensió a davant i a darrera).

Observant el gràfic es veu un clar domini de les bicicletes de doble suspensió (81 dobles).

Respecte a les rígides, un 25% (27 rígides).

A cap dels usuaris de bicis rígides se'ls va fer les preguntes sobre el sistema de suspensió ja que aquestes no porten suspensió a la roda de darrera.

Als propietaris de les bicicletes de doble suspensió se'ls demanava el tipus de sistema de suspensió que utilitzava la seva màquina. En molts casos l'enquestat no en tenia coneixement i era l'autor d'aquest treball el que ho havia de mirar.



Els sistemes multipivot són els més comuns seguits dels monopivot.

El següent tipus de sistema més utilitzat està classificat com a "Altres", grup que inclou tots aquells sistemes rars que no es poden classificar en cap dels grups anteriors. Finalment hi ha els sistemes que utilitzen el punt de pivot virtual (VPP), una minoria.

Al full d'enquesta hi havia un tipus de sistema anomenat "tipus Kona". Aquest no hi és a la gràfica perquè no deixa de ser un sistema multipivot sense Horst Link. Al fer el buidat de les enquestes s'ha tingut en compte aquest fet, s'ha corregit i s'han comptat com a sistema multipivot.

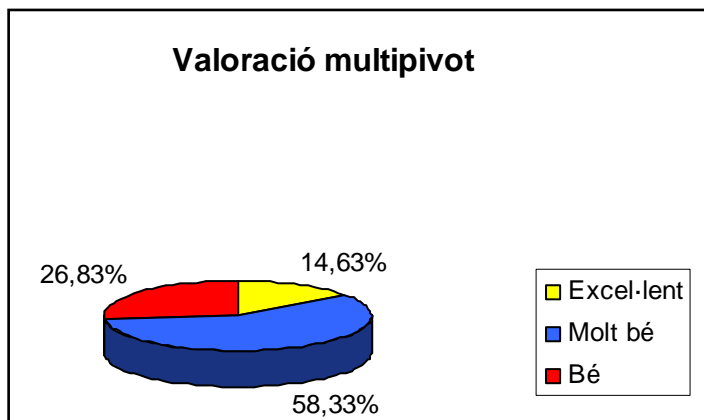
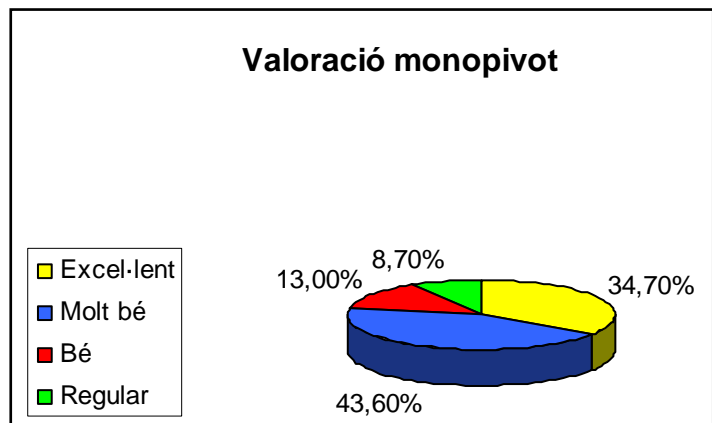
L'objectiu principal d'aquestes enquestes és saber la opinió de l'usuari sobre el funcionament del seu sistema de suspensió. Per a cada sistema, es demanava la valoració de la següent manera:

Excel·lent (EX):	[9,10] sobre 10.	Groc
Molt bé (MB):	[8,9] sobre 10.	Blau
Bé (B):	[6,8] sobre 10.	Vermell
Regular (R):	[5,6] sobre 10.	Verd
Malament (M):	[0,5] sobre 10.	Lila

També es demanava si el sistema utilitzava Horst Link (als sistemes en que és possible) ja que és interessant saber en quina proporció aquest s'utilitza.

Valoració monopivot: Un 43.6 % dels usuaris creu que el seu sistema monopivot funciona molt bé, un 34.7% excel·lent, 13% bé i un 8.7% regular.

Sorprèn el 8.7%. Com que és un sistema tant simple, totes les marques es veuen en cor de dissenyar-ne. A vegades surten al mercat sistemes amb errors de disseny i d'aquí aquesta mala valoració.



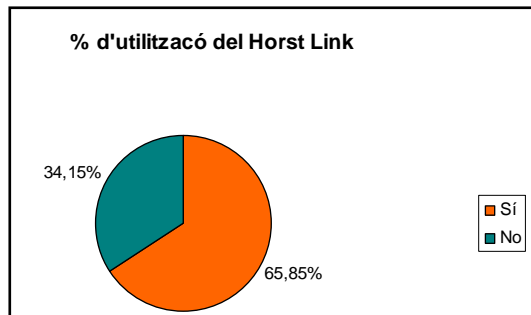
14.63%.

Valoració multipivot: En general funciona més bé que el monopivot perquè no hi ha cap valoració com a "regular" però tampoc hi ha un % tant elevat d'excel·lents.

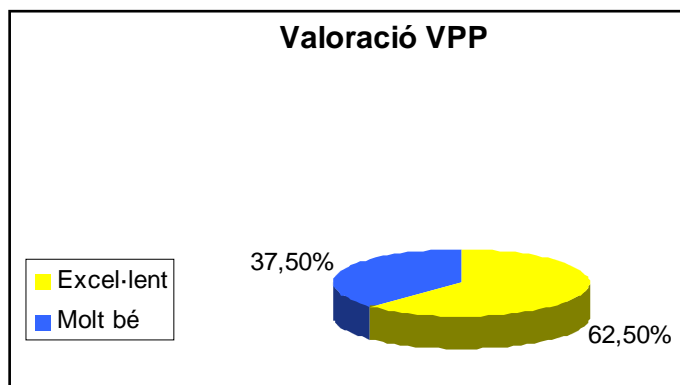
La majoria dels usuaris considera que funciona molt bé, un 26.83% que funciona bé i excel·lent, un

És un sistema que funciona bé i que no toca massa els extrems: no és perfecte ja que el tant per cent d'excel·lent és baix però tampoc hi ha cap valoració negativa.

A l'enquesta també es demanava si el sistema utilitzava o no Horst Link. Teòricament els sistemes multipivot sense HL (Horst Link) són bastant minoritaris ja que els utilitzen poques marques però observant els resultats, aquests no ho són tant.



Una possible explicació d'aquest fet és que hi havia molts practicants de freeride. Kona és la marca estrella d'aquesta modalitat, per tant, molts practicants portaven bicis amb multipivot sense HL..



Com era d'esperar els sistemes amb punt de pivot virtual han estat els més ben valorats. Els ciclistes enquestats van valorar el funcionament de la seva màquina de la següent manera:

37.50%→ Molt bé.

62.50%→ Excel·lent.

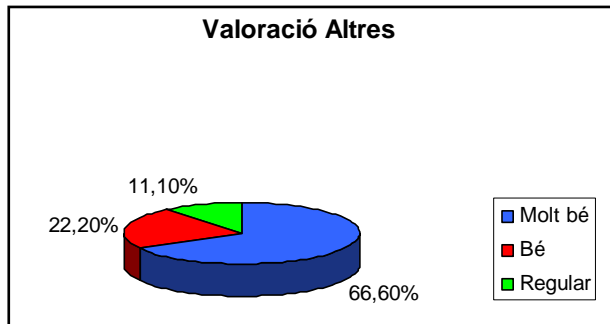
Són bicicletes per una minoria i que realment funcionen bé. Tots ells comentaven que no hi havia cap bicicleta que pugés i baixes tant bé com una amb un sistema amb PPV. L'autor d'aquest treball ha tingut la possibilitat de provar-ne una i el comportament és realment esplèndid.

Finalment queden els sistemes classificats com a “altres”. Aquests sistemes són rars, fora de allò habitual i que difícilment es podrien classificar com a algun dels sistemes anteriors.

Si es mira el gràfic circular es pot veure

que les valoracions no són excel·lents però no estan malament.

D'aquest apartat no se'n poden treure unes conclusions generals ja que tots els sistemes de suspensió són diferents.



Conclusions de les enquestes:

De tots els tipus de sistemes vistos anteriorment, el més ben valorat és el sistema de punt de pivot virtual. L'usuari troba que funciona a la perfecció. Tot hi presentar els seus inconvenients, el ciclista no deixa de valorar-lo positivament.

Respecte al tipus de sistemes classificats com a altres, presenten un inconvenient clar que és trobar recanvis quan s'ha trencat alguna peça, ja que les peces que porten són igual de rares que els mateixos sistemes. No estan mal valorats però trobar recanvis segueix sent un inconvenient.

Fent referència als sistemes multipivot i els monopivot: Estan ben valorats tots dos i són els més utilitzats. Fan servir peces amb les que fàcilment es trobaran recanvis i solucionant els petits desavantatges que tenen, poden arribar a ser els dos millors sistemes de suspensió. Els multipivot per a bicicletes de rally i enduro, els monopivot per a bicicletes de descens i freeride.

5.3-Creativitat

El següent pas per tal d'arribar al disseny definitiu és fer esbossos de possibles quadres i sistemes de suspensió. Es busca els avantatges que pot tenir cada possible disseny i totes aquestes avantatges prioritzen per tal de fer el quadre definitiu.

Esbós 1:

La següent proposta és un quadre amb un basculant monocasc unit al quadre mitjançant bieletes i 8 rodaments. Les bieletes i els rodaments són un inconvenient pel pes, ja que l'incrementa notablement. La part més útil d'aquest disseny és la zona on es troben el tub horitzontal i tub superior. Aquests no s'uneixen un cop arriben a la pipeta de direcció sinó que ho fan abans. Estan units mitjançant unes platines que incrementen la rigidesa i ajuden a que el quadre no pugui patir una flexió.

Esbós 2:

És un sistema de suspensió multipivot amb Horst Link. És un sistema molt freqüent i que brilla amb llum pròpia pel seu comportament. Tot i això, aquests sistemes de suspensió no són vàlids per bicicletes de descens ja que tenen molts punts de gir que incrementen el pes i el fregament. No és la millor opció pel tipus de bici que es vol dissenyar.

Esbós 3:

És un quadre amb unes formes molt clàssiques i típiques. Fa servir un sistema monopivot amb un basculant monocasc. Allò que cal destacar d'aquest quadre és que té el tub del seient inclinat endavant i no arriba a tocar-se amb el tub horitzontal, sinó que aquests estan units a partir d'una peça en forma triangular. Aquesta peça fa la funció de tub del seient.

Els avantatges que pot aportar és que mitjançant uns forats als extrems de la peça, es pot canviar la seva inclinació i així s'aconsegueix un grau de personalització de la bici. Un altre punt a favor és que aquesta peça pot estar realitzada en fibra de carboni i consegüentment, hi hauria una reducció del pes de la bicicleta.

Esbós 4:

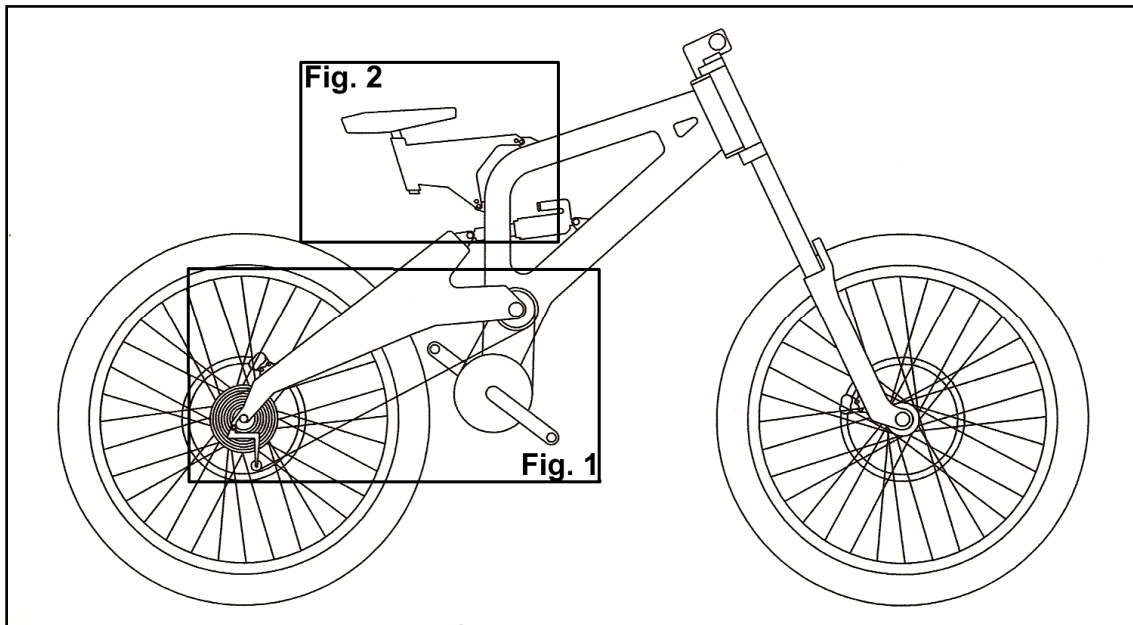
És un esbós amb un sistema monopivot. Utilitza un basculant monocasc d'una sola peça que aporta rigidesa i un sol punt de gir amb dos rodaments. Que només porti dos rodaments és sinònim de menys pes respecte a un sistema amb més rodaments.

El punt a favor d'aquesta proposta és que incorpora un sistema de doble cadena. La majoria de bicicletes tenen una sola cadena que va del plat al pinyó.

Aquest té una cadena primària que va del plat a un pinyó que és concèntric al punt de pivot del basculant. Des d'aquest pinyó concèntric, hi ha una altra cadena que va als pinyons de la roda. D'aquesta forma s'eliminen les tensions de cadena típiques dels sistemes monopivot.

5.4-Làmines

5.5-Comentari del disseny propi



Imatge orientativa. Realitzada per l'autor del treball.

La bicicleta ha estat realitzada amb el programa AutoCad. Totes les mides emparades són reals, tant de la forquilla, l'amortidor, les rodes, els frens, el plat i els pinyons. S'ha buscat que la bicicleta tendís al màxim realisme ja que és molt difícil construir-la o fer-ne un disseny 3D detallat.

Com ja s'havia dit abans, és un bicicleta de descens. S'ha partit d'un sistema ja existent, un sistema monopivot. No s'ha creat un sistema de suspensió innovador degut a la seva dificultat, però s'han solucionat els inconvenients que comporta el monopivot.

Aquest sistema és el més adequat per a bicicletes de descens ja que és simple, pesa poc, i és molt sensible, fet que permetrà que absorbeixi molt bé les irregularitats del terreny, que és allò necessari en una bicicleta que s'utilitzarà per baixar i prou. A més el sistema monopivot no està pas mal valorat segons les enquestes realitzades a Vall Nord.

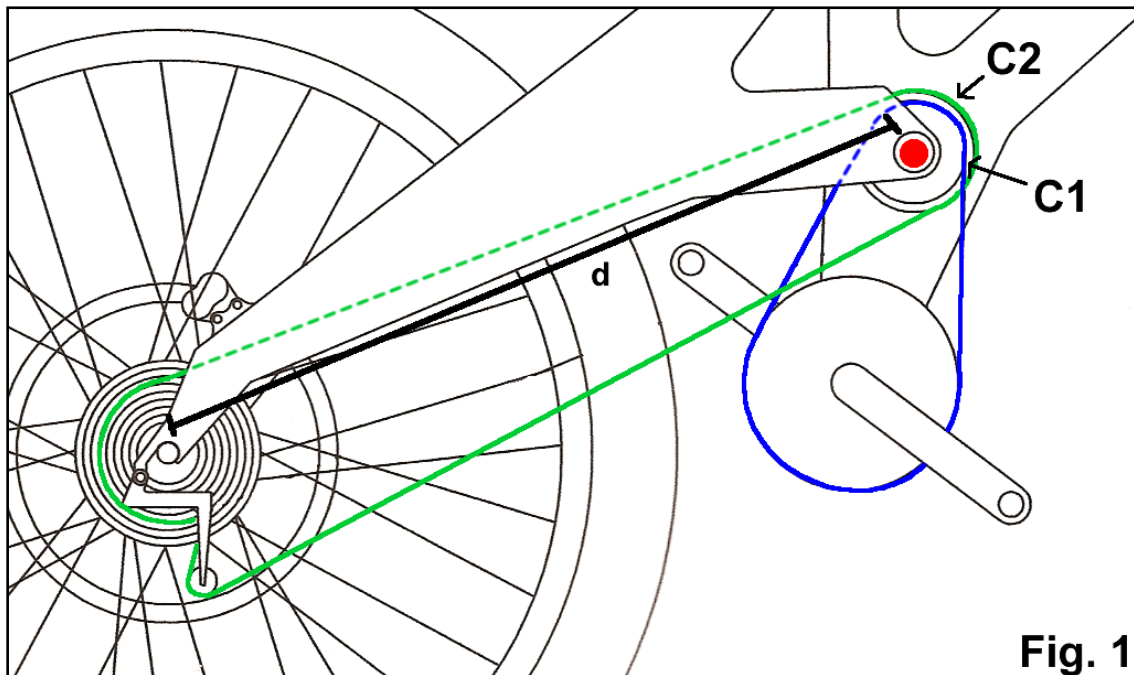
Els dos inconvenients de les bicicletes amb sistemes monopivot són les tensions de cadena i que el basculant pateixi flexions. Per evitar la flexió, s'utilitzaran rodaments de gran diàmetre.

Respecte a les tensions de cadena, que es produeixen quan el basculant es mou, s'ha buscat una solució a partir d'un sistema de doble cadena (veure ampliació de la fig. 1 a la pàg. següent):

La cadena secundària, la blava, va del plat a una corona (C1). La corona (C1), està unida mitjançant un eix amb la corona (C2). Aquestes dues són concèntriques entre elles i també concèntriques amb el punt de pivot del basculant (vermell).

La corona (C2) està unida amb l'eix de la roda de darrera a partir de la cadena primària, la verda.

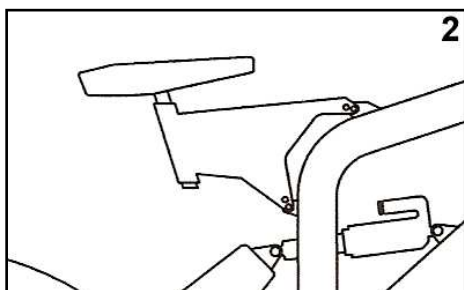
Per tant, quan el ciclista pedala, transmet el moviment a la corona (C1) i aquesta a la corona (C2), degut a que estan unides a partir de l'eix. La corona (C2) transmet el moviment a la roda de darrera a partir de la cadena primària.



Funcionament del sistema de doble cadena. Imatge realitzada per l'autor del treball.

Amb tot el mecanisme es solucionen les tensions de cadena. Aquestes eren degudes a que la cadena anava directament dels plats a l'eix de la roda de darrera i quan es comprimia la suspensió, la distància entre els plats i l'eix de la roda de darrera augmentava i per tant, la cadena es tensava.

En aquesta bici, la cadena que transmet el moviment a l'eix de la roda de darrera (verda), és concèntrica amb el punt de pivot del basculant. Quan la suspensió es comprimeix i descomprimeix, la distància (d) entre el punt de pivot i l'eix de la roda de darrera es manté i no hi ha les indesitjables tibades de cadena.



Peça d'unió. Imatge elaborada per l'autor del treball.

Del disseny cal destacar també la peça que uneix el quadre amb el seient. És una peça bastant voluminosa, buida de dintre, que va unida al quadre a partir de quatre cargols allen. La principal avantatge és que té quatre forats més. Si es vol canviar l'angle del seient, només s'han de treure els quatre cargols i canviar-los de forats. Permet personalitzar al màxim la bicicleta.

Un altre punt a favor és que aquesta peça estar realitzada de fibra de carboni. Suposa una pèrdua de pes important que contraresta amb l'augment de pes que suposa utilitzar dues cadenes.

A continuació hi ha les dades de la bicicleta. S'ha seguit el mateix esquema de recopilació de dades que es va utilitzar quan es van analitzar les 15 bicicletes de descens que ja estan al mercat. Moltes mides són similars, fet que assegura una bona geometria de la bicicleta.

Geometria del quadre:

Angle de direcció	Angle del seient	Longitud de la baina	Distància entre eixos	Avançament de la forquilla	Longitud tub superior	Distància respecte al terra
64.5	72.5	443	1170	50	545	375

Mides expressades en graus i mil·límetres.

Característiques dels components:

Rodes

Núm. de radis roda davantera	Núm. de radis roda posterior	Diàmetre pneumàtic	Amplada pneumàtic
32	32	26	2.5

El diàmetre i l'amplada del pneumàtic s'expressen en polsades.

Transmissió

Núm. pinyons	Núm. dents pinyons	Núm. plats	Núm. dents plats
9	12-32	1	38

Frens

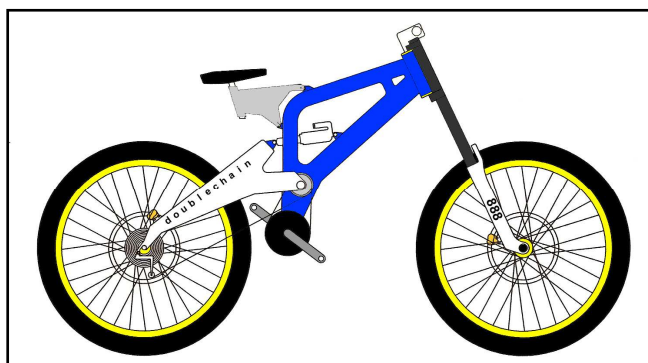
Frens de disc hidràulics de 180 o 203 mil·límetres de diàmetre.

Pes i preu

Es podria donar un pes i un preu aproximat. No es parlaria de dades reals.

Estètica

El color escollit pel quadre ha estat el blau, color que contrasta amb el groc de les rodes. Respecte al basculant i la forquilla, el color blanc dona la sensació de bicicleta noble. La peça que uneix el quadre amb el seient, mantindria el color original de la fibra de carboni, ja que donaria la sensació de transparència, que no té res a amagar sota la pintura.



6-CONCLUSIONS

Com comentava a la presentació, un dels objectius d'aquest treball era arribar a conèixer els principals sistemes de suspensió i poder dir quin és el millor.

La primera conclusió a la que he arribat ha estat que no n'hi ha un sistema de suspensió més bo que un altre sinó que hi ha sistemes més favorables a una modalitat de bici que a una altra.

Per començar, la modalitat de rally. El millor sistema de suspensió per a aquests tipus de bicicleta són els sistemes multipivot, amb o sense HorstLink. Són sistemes que no tenen massa sensibilitat a l'hora d'absorbir petites irregularitats del terreny degut a la quantitat de rodaments que porten. En una bicicleta de rally, cal que les suspensions absorbeixin grans impactes i que es pugui pedalar amb comoditat. Tal com deia Sergi Moi Altaüll ¹, és el millor sistema per evitar la contaminació de la pedalada.

A més a més, el bon funcionament d'aquest sistema es veu reflex a les enquestes: tant per quantitat de bicicletes que l'utilitzen com per la puntuació que li posen els seus usuaris.

Passant a la modalitat de descens. Les suspensions d'aquesta modalitat de bicicleta han de ser molt sensibles ja que la seva funció és absorbir arrels, pedres, troncs... El sistema d'un sol punt de gir és el millor: dos rodaments i molta sensibilitat són la clau del seu èxit. Per això, la bici dissenyada al projecte, utilitza aquest sistema.

Tant destacar les virtuts d'aquest sistema suposo que és degut a l'influència de César Rojo ². El seu disseny de bici de descens utilitza un sistema monopivot i ell, durant els seus anys de competició, ha estat corrent per una marca que només fa servir aquest sistema.

Si s'observen les enquestes, el monopivot no té una puntuació brillant. Es podrien donar dues possibles explicacions a aquest fet:

Alguns dels sistemes monopivot que utilitzen els usuaris tenen un disseny erroni.

Aquest tipus de suspensió està a l'ombra d'altres sistemes més innovadors com el PPV, i l'usuari no valora suficientment el comportament de la seva màquina.

Cal destacar que els sistemes monopivot cada cop funcionen més bé degut a que els amortidors estan més evolucionats, ja que el comportament d'un sistema monopivot va molt lligat al comportament de l'amortidor.

Les bicicletes de freeride i freeride extrem utilitzen principalment monopivots tot i que a vegades també utilitzen sistemes multipivot sense Horst Link.

Observant la classificació de les bicicletes (veure pàg. 16), les modalitats de marató i enduro estan entre les dues modalitats comentades anteriorment. Aquestes no tendeixen a un sistema de suspensió concret sinó que utilitzen, tant sistemes monopivots com multipivots, segons l'enfocament que se li vulgui donar a la bicicleta: per a un ús més de descens o més de rally.

Finalment voldria destacar l'únic sistema que no ha estat anomenat, el sistema de punt de pivot virtual. Aquest sistema és vàlid per a qualsevol tipus de bici, sigui la modalitat que sigui. És un sistema molt polivalent.

A més funciona a la perfecció, només cal veure la valoració que fa el ciclista a les enquestes.

El sistema de PPV ha tingut molt ressò per ser tant innovador, però també té els seus desavantatges, explicats al cos del treball. És un bon sistema però no se'l pot considerar el millor.

Un altre dels objectius d'aquest treball era portar a terme un projecte de disseny d'una bici. Ha estat molt útil buscar tota la informació i fer el cos del treball abans de fer el projecte, ja que m'ha situat a l'hora de realitzar-lo.

La bici dissenyada ha estat una bici de descens amb un sistema monopivot. Aquest sistema presenta alguns problemes. S'ha buscat solució, un sistema de doble cadena.

Aquesta ha estat la meva aportació al treball.

A l'hora de fer el sistema de suspensió, s'ha optat per un sistema de suspensió innovador. Des dels inicis de la bicicleta de muntanya, aquell que fabricava bicis més avançades, les venia amb més facilitat. S'ha volgut seguir la mateixa estratègia: treure un producte avançat, que se'n parli i que realment estigui per sobre el producte de la competència.

Aquest fet es veu reflex a l'història del mtb a les pàg. 8 del treball. Per exemple Specialized Imports. Van ser els primers de produir bicicletes de muntanya en sèrie i avançades tecnològicament. Va ser tot un èxit, ja que se'n van vendre 5000 unitats en dues setmanes. Es vol seguir la mateixa filosofia.

Finalment comentar que el projecte de bicicleta s'ha realitzat amb mides reals. Apartats del treball com “geometria” i “nomenclatura dels tubs de la bici” han estat necessaris per orientar al lector a l'hora de saber a què feien referència aquestes mides. La “definició del problema” també ha estat útil per tal de fer saber al lector quins eren els aspectes que s'havien de millorar.

1 – Sergi Moi Altaüll: És responsable de recanvis a la botiga Probike de Barcelona. Es va estar parlant amb ell a la mateixa botiga de Probike, sobre sistemes de suspensió. Va aportar informació i explicacions molt útils.

2 – César Rojo: Actualment està dissenyant bicicletes per Mondraker. Ell és enginyer industrial. No va entrar al món de la bicicleta com a enginyer sinó com a corredor. Corria competicions de descens pel Global Racing i havia arribat a estar entre els 10 primers de la Copa del Món.

7-BIBLIOGRAFIA

Pàgines web:

<http://sonic.net/~ckelly/Seekay/mtbwelcome.htm>
<http://www.2ruedasmtb.com>
<http://www.amigosdelciclismo.com>
<http://www.angelfire.com>
<http://www.answerproducts.com>
<http://www.bicimapas.com/anatomia%20bici.html>
<http://www.bikezona.com>
<http://www.breezerbikes.com>
<http://www.canecreek.com>
<http://www.cerobcn.com>
<http://www.cyclingnews.com>
<http://www.elmundo.es/soplementos>
<http://www.forombike.com>
<http://www.foxracingshox.com>
<http://www.geocities.com/zubimtb>
<http://www.guak.com>
<http://www.intensecycles.com>
<http://www.konaworld.com>
<http://www.la.nsk.com/page>
<http://www.marzocchi.com>
<http://www.mondraker.com>
<http://www.monografias.com>
<http://www.mountainbikeymas.blogspot.com>
<http://www.mtbcomprador.com>
<http://www.mtnbikehalloffame.com>
<http://www.nskb.com>
<http://www.ntnmexico.com>
<http://www.probike.com>
<http://www.raceface.com>
<http://www.ridingplanet.com>
<http://www.rodamientos-samper.com>
<http://www.santacruzmtb.com>
<http://www.solobici.com>
<http://www.specialized.com>
<http://www.sram.com/es/rockshox>
<http://www.suspensionmadaharmonious.com>
<http://www.topsuperbike.com>
<http://www.uci.ch>
<http://www.unionbike.com>
<http://www.wikipedia.org>
<http://www.yeticycles.com>

Revistes:

FILLAT, David. (2003) “Otra dimensión ” a Solobici núm. 142, març, 2003.
Madrid. Pàgs. 12-16.

FANÉ, Xavi. (2004) “Tras los pasos del MTB” a Solobici núm. 154, març, 2004.
Madrid. Pàgs. 56-60.

SAIZ, Óscar. (2004) “Suspensiones I” a Solobici núm. 160, setembre, 2004.
Madrid. Pàgs. 118-120.

ROMERO, Israel. (2004) “Máximo Nivel” a Solobici núm. 160, setembre, 2004.
Madrid. Pàgs. 118-120.

SAIZ, Óscar. (2004) “Suspensiones II” a Solobici núm. 161, octubre, 2004.
Madrid. Pàgs. 136-138.

ROMERO, Israel i PÉREZ, Dani. (2004) “Enduro” a Solobici núm. 163, desembre,
2004.
Madrid. Pàgs. 28-37.

VIDAL, Oriol. (2005) “Muelles” a Solobici núm. 166, març, 2005.
Madrid. Pàgs. 94-95.

ROMERO, Israel. (2005) “El principio de la nueva era” a Solobici núm. 169, juny,
2005. Madrid. Pàgs. 58-66.

ROMERO, Israel. (2005) “A lo grande” a Solobici núm. 171, agost, 2005.
Madrid. Pàgs. 62-68.

BARCELÓ, Gabriel. (2005) “Gas a fondo” a Solobici núm. 173, octubre, 2005.
Madrid. Pàgs. 70-77.

ROMERO, Israel. (2005) “Revolucionario” a Solobici núm. 175, desembre, 2005.
Madrid. Pàgs. 82-87.

ROMERO, Israel. (2005) “Sobre raïles” a Solobici núm. 175, desembre, 2005.
Madrid. Pàgs. 60-67.

BARCELÓ, Gabriel. (2005) “Estilo canadiense” a Solobici núm. 175, desembre, 2005.
Madrid. Pàgs. 68-72.

ROMERO, Israel. (2005) “Poderío” a Solobici núm. 176, febrer, 2006.
Madrid. Pàgs. 74-75.

Llibres:

VICENT, Paul (2001): *Guía práctica de mountain bike*. Editorial RBA Libros.
Barcelona. 112 pàgines.

