

Definició d'una estructura de subjecció d'equips de test a l'interior d'un vehicle.

Clavero Lisbona, Arturo

Grau d'Enginyeria Mecànica, UPC Vilanova

Resum

Aquest projecte ha estat una proposta de millora dels procediments de test dins de l'empresa IDIADA Automotive Technology S.A. Una de les activitats que es realitzen a l'empresa involucra assaigs en vehicles. Aquests assaigs poden ser tant estàtics, com dinàmics, es a dir, amb el vehicle en moviment. Per a realitzar aquestes activitats cal utilitzar equips especialitzats que han d'estar situats a l'interior del vehicle mentre aquest es troba en moviment. Actualment, no hi ha un procediment estàndard que determini com cal fixar aquests equips de test, i això es una font potencial de riscos ja que en cas d'accident, per exemple, aquests equips podrien sortir projectats cap als ocupants del vehicle.

L'objectiu d'aquest projecte es definir una estructura que sigui capaç de subjectar els equips de test de manera segura. Aquesta estructura ha de ser molt polivalent ja que caldrà utilitzar-la en tot tipus de vehicles i amb tot tipus d'equips. Per a que això sigui possible, s'ha dissenyat un sistema modular i totalment ajustable, que utilitza com a punt fort d'ancoratge els enclavaments ISOFIX situats als seients posteriors dels automòbils.

Durant el procés de disseny s'ha tingut en compte aspectes com la facilitat d'ús, l'impacte ambiental, la resistència mecànica, el cost, i la simplicitat.

Paraules Clau

Test, cotxes, desenvolupament, estructura, equips, procediment, modular, ajustable.

1. Introducció

Un cotxe està conformat per una gran quantitat de sistemes, que actuant tots en perfecta harmonia, aconseguen que l'experiència de l'usuari sigui satisfactòria.

Aquesta experiència depèn de moltes variables, entre elles el nivell de rendiment del vehicle, l'ergonomia d'aquest, la seguretat que ofereix en cas d'accident, l'experiència multimèdia, o la seva capacitat de mantenir un nivell de temperatura confortable dins

l'habitacle.

Cada vegada es demanen cotxes amb més funcions. Això deriva irremeiablement en vehicles cada vegada mes complexes, amb sistemes electrònics més abundants, i on tots ells han de ser capaços de treballar en conjunt i sense errors.

Quan s'està desenvolupant un nou model d'automòbil, el primer que cal aconseguir es que totes les unitats puguin treballar conjuntament. Una vegada hi ha un prototip funcional, s'ha d'enviar a una empresa externa per a que validi aquest vehicle per assegurar que es segur i que tots els sistemes funcionen correctament. Aquest procés de validació es duu a terme mitjançant l'execució de multitud de programes de test, tant estàtics, com dinàmics. Per realitzar aquests tests es necessari utilitzar un equipament específic, que pel cas dels test dinàmics ha d'anar dins el vehicle mentre es realitza l'assaig.

Aquest projecte, és un projecte de millora dels procediments de test dins d'una empresa d'enginyeria, concretament, IDIADA Automotive Technology S.A.

Específicament, el projecte consisteix en definir un procediment de disseny i normalització d'una estructura de subjecció pels equips de test a l'interior dels vehicles. D'aquesta manera es millorarà tant la seguretat com la precisió d'aquestes activitats.

2. Objectius

Els objectius del treball son per una banda assegurar que la realització d'aquests assaigs dinàmics es segura tant per a l'equip com pel conductor del vehicle i per altra banda, assegurar també que les lectures dels equips de test no es veuen alterades per cap tipus d'influència externa. Per tant, s'elimina també la possibilitat de tenir un moviment paràsit en els equips, una vibració no desitjada o qualsevol altre possible problema que vingui produït per un mal sistema d'ancoratge en aquests. Alhora, també pot contribuir a detectar errors de funcionament en el vehicle més ràpid, de manera que es poden estalviar assaigs addicionals amb un augment en el nivell de risc degut a una major velocitat i/o acceleració.

Al cap i a la fi, aquest es un projecte d'estandardització

d'un procés per eliminar la variable humana de l'equació i assegurar que els resultats són sempre els esperats.

Per aconseguir això cal definir un sistema d'ancoratge per equips de test. Aquest sistema s'ha de poder adaptar a les característiques físiques de cada vehicle. Com cal un sistema polivalent, es necessari dissenyar una estructura ajustable, ja que en funció del vehicle d'assaig es tindran unes mides i topologies diferents.

Pel que fa a l'abast d'aquest projecte, es centrarà l'atenció en dissenyar un sistema apte per a tots aquells vehicles que disposin de 4 o més places, que representen la major part dels vehicles en circulació. En quant a localització, l'equipament de test se situarà als seients de darrera. Per tant, queden exclosos de l'abast del projecte els vehicles biplaça, pels quals, caldria dissenyar una versió adaptada de la solució que s'aportarà en aquest document.

A continuació s'aporta una imatge per representar de manera visual els tipus de vehicles que seran directament compatibles amb l'estructura desenvolupada en aquest projecte.

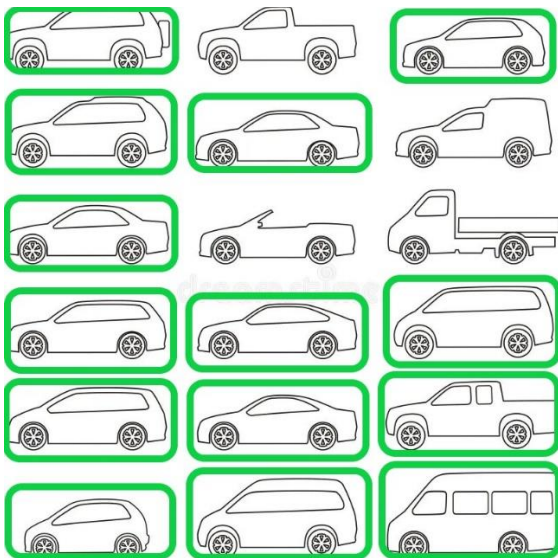


Fig 1. Tipus de vehicles aptes per a la solució proposada a aquest projecte. [1]

3. Protocol de comunicació Controller Area Network (CAN)

Fins ara s'ha parlat de la gran complexitat que tenen els vehicles avui en dia, amb una quantitat molt elevada de sistemes. Tots els sistemes han de ser capaços de comunicar-se entre ells. La manera més directa d'aconseguir aquesta comunicació es connectant per cable totes les unitats electròniques (ECU) que han de comunicar-se entre si. El problema d'això, es que quan el nombre d'ECUs dels vehicles creix, els cables necessaris per interconnectar totes les unitats també creix exponencialment. Això es un gran problema ja que si

s'utilitzés aquest mètode, els cotxes encara serien més pesats, cars, i complexes. Afegit a això està el problema d'empaquetat de cables, ja que en un espai tant limitat com es un vehicle, es impossible tenir una gran xarxa de cablejat. Aquest problema ja va aparèixer als anys 80, quan els automòbils van començar a incloure sistemes més avançats. Per solucionar aquest problema, Robert Bosch va inventar un protocol de comunicacions anomenat "Controller Area Network" (CAN). Aquest protocol de comunicacions va revolucionar la indústria, ja que en lloc d'haver de connectar totes les unitats entre si directament, permet fer únicament una xarxa comú de dades, fet que simplifica molt l'esquema elèctric dels vehicles.

De manera conceptual, el sistema CAN es podria assimilar a una autopista, de manera que l'autopista en sí correspon a la línia de CAN que es distribueix per tot el vehicle. Per altra banda, les entrades i sortides de l'autopista corresponen a les connexions amb els mòduls electrònics ECU del vehicle. I per acabar, els cotxes que circulen per l'autopista, corresponen als missatges que viatgen per la xarxa. Aquests missatges, tenen un origen, que es un dels mòduls, i poden tenir un o més destins, que son altres mòduls.

A continuació es mostra, a mode d'exemple, una imatge d'un sistema amb 1 centraleta i 4 mòduls auxiliars a aquesta que poden representar perfectament un conjunt de sensors que proporcionen informació a la ECU. Per tenir clar l'ordre de magnitud de la simplificació que ofereix el sistema CAN, cal considerar que els vehicles actuals poden tenir entre 50 i 120 centraletes ECU per controlar totes les funcions de les que disposen. Amb aquesta visió, per tant, ja es clar que el CAN es un protocol de comunicació essencial per als automòbils actuals.

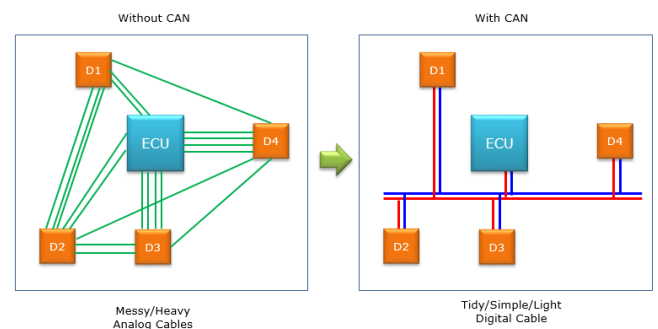


Fig 2. Comparació sistema de comunicacions tradicional VS CAN. Font: www.Sharetechnote.com. [2]

Degut a les avantatges significatives que presenta el CAN respecte a un protocol de comunicacions tradicional, actualment pràcticament la totalitat de vehicles de nova producció utilitzen aquest sistema per connectar totes les unitats del vehicle. Cal destacar també, que amb el pas del temps s'han desenvolupat altres protocols similars com el "Local Interconnect Network" (LIN), així com variants del propi CAN com CAN FD però aquest primer segueix sent el més estès

comercialment.

4. Programes de test i equipament necessari.

El procés de validació d'un vehicle es duu a terme mitjançant l'execució de multitud de programes de test. Cada programa de test, està dissenyat per estudiar un aspecte diferent com pot ser el dimensionament del cablejat, la resposta del vehicle en condicions d'us normal, o inclús hi ha un tipus de test dirigit exclusivament a estudiar com reacciona el vehicle quan hi ha algun error en aquest. Aquest últim tipus de test s'anomena test de seguretat funcional, i estudia, per exemple, com reacciona el vehicle quan es produeix una avaria al sistema de direcció. En aquest cas, com el sistema de direcció és un element de seguretat essencial del vehicle, sota ninguna circumstància pot quedar bloquejat. Per tant, en aquest test s'ha de verificar que encara que hi hagi errors al sistema, aquest ha de ser capaç de seguir operant de manera segura per a l'usuari.

També cal mencionar que per la realització d'aquests tests, habitualment s'utilitza equipament dissenyat específicament per a la validació de vehicles. La importància d'haver introduït tots aquests conceptes fins ara, es per entendre que tots aquests equips de test, treballen integrant-se a la xarxa CAN del vehicle, i això els dona un accés total a les dades que dicten el funcionament de cada sistema d'aquest vehicle. Amb aquests equips, les dades es poden visualitzar, analitzar, i inclús modificar. Una part important dels test que es realitzen son test dinàmics, és a dir, amb el vehicle en moviment, i això implica que els equips de test s'han de fixar a l'interior del vehicle.

Els equips més comuns amb els que es treballa son anomenats "Breakout Box" i "CAN Case", tot i que a més d'aquests n'hi ha molts d'altres. A continuació s'adjunten imatges d'aquests equips:

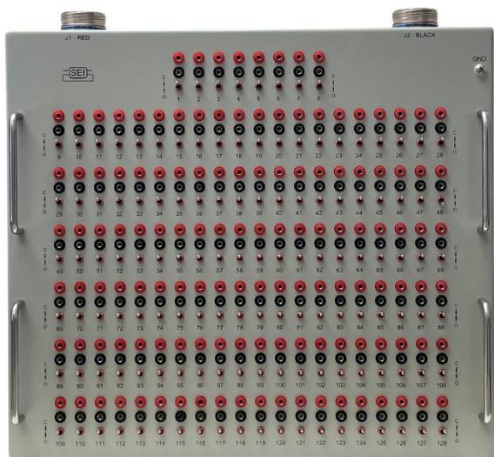


Fig 3. Equipament de test "breakout box". Font: Breakoutbox.com [3]



Fig 4. Equip de test "Can Case". Font: Vector Informatik. [4]

5. Proposta final.

A continuació es mostra un assemblatge del sistema final que incorpora la versió més actualitzada de cadascun dels subsistemes desenvolupats. Aquesta estructura permet a l'usuari subjectar equips de diverses mides amb un ajust infinit (sense esglaons). Els equips veuen restringits els seus 6 graus de llibertat, ja que els suports pels equips restringeixen tant la possibilitat de moviment en els 3 eixos, com la possibilitat de rotar sobre aquests eixos. Fet, per tant, que assegura una subjecció ferma i segura d'aquests equips sota qualsevol estat de funcionament.

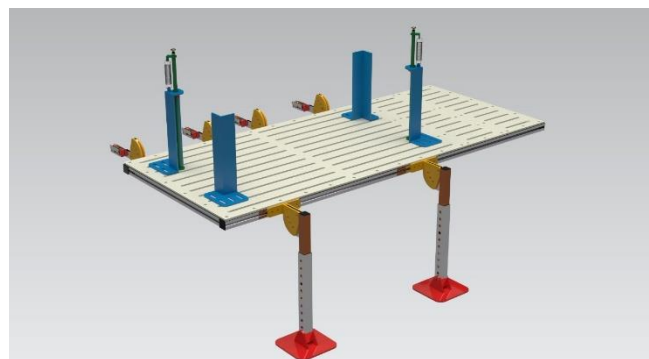


Fig 5. Render del sistema final. Vista isomètrica.

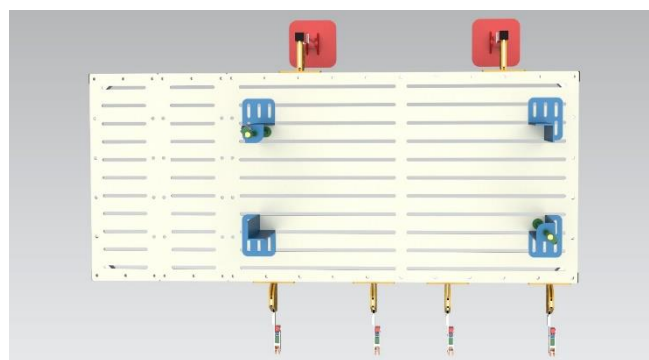


Fig 6. Render del sistema final. Vista en planta.

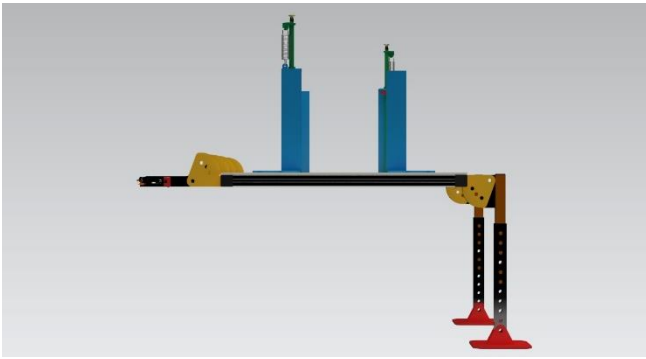


Fig 7. Render del sistema final. Vista en alçat.

Per a poder fer l'estructura versàtil, també ha estat un aspecte clau el fet d'aconseguir que sigui totalment ajustable per poder ser utilitzada en multitud de vehicles. Per a aconseguir-ho, s'ha dissenyat una plataforma modular que assegura que independentment de l'espai interior del vehicle, sempre sigui possible utilitzar l'estructura.

6. Simulació d'esforços i càlculs justificatius.

Per a les simulacions d'aquest projecte s'ha tingut en compte que hi ha dos tipus de sol·licitacions. Per una banda hi ha les sol·licitacions d'ús. Aquestes sol·licitacions son provocades per una càrrega de 50kg sotmesa a una acceleració de 1G en qualsevol eix. En aquest cas, la situació més desfavorable correspon a una acceleració lateral de 1G en corba, afegida a l'efecte de la gravetat terrestre.

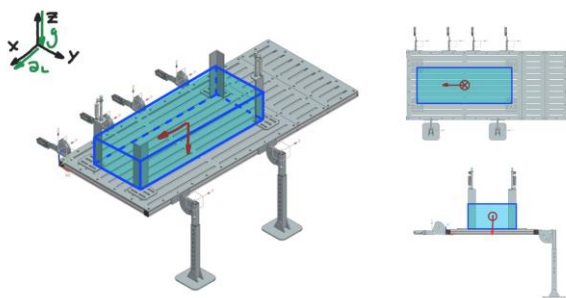


Fig 8. Diagrama de sol·licitacions que ha de suportar l'estructura.

Per altra banda, també cal considerar les sol·licitacions produïdes en cas d'accident. Aquestes també s'han de poder suportar ja que el propòsit d'aquesta estructura es, no només resistir unes condicions d'ús normal, sinó també mantenir els passatgers segurs en cas d'accident impedit que aquests equips puguin moure's. Per aquest motiu caldrà tenir un factor de seguretat respecte a les sol·licitacions d'ús major a 1,5 en tota l'estructura.

A continuació es presenten les simulacions més rellevants del projecte. Aquestes mostren el grau de

deformació de cada subsistema que compon l'estructura final.

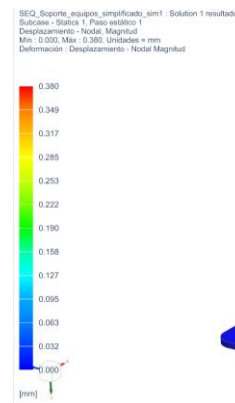


Fig 9. Simulació suport d'equips. Desplaçament nodal.

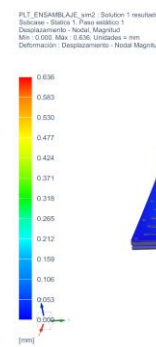


Fig 10. Simulació plataforma. Desplaçament nodal.

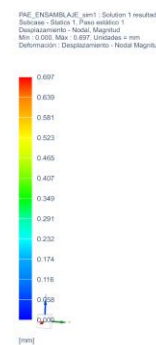


Fig 11. Simulació peu de recolzament. Desplaçament Nodal.

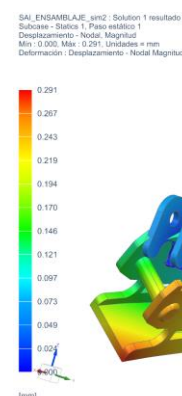


Fig 12. Simulació ancoratge ISOFIX. Desplaçament nodal.

A partir de les simulacions, també s'ha calculat el factor de seguretat per a cadascun dels sistemes. Els resultats han estat els següents:

<i>Sistema</i>	<i>Factor de seguretat (F.S.)</i>
Peu de recolzament	1,52
Plataforma	4,54
Ancoratges ISOFIX	1,59
Suport pels equips	2,77

7. Conclusions del projecte

Com a fet destacable es podria mencionar la importància de fer simulacions i estudis de càrregues per optimitzar els dissenys. En aquest projecte, a partir d'aquests estudis s'ha pogut determinar que hi havia alguns components com la plataforma, on el material escollit inicialment no era adequat per a l'aplicació ja que presentava unes deformacions força elevades. De la mateixa manera, aquests estudis també han mostrat que hi havia altres components que patien menys esforços dels que inicialment s'esperaven, i que per tant això permetia utilitzar materials i mètodes de fabricació més econòmics per a aquestes parts. Un exemple d'aquests últims són diversos components dins el sistema d'ancoratge ISOFIX, que finalment s'ha definit que es poden fabricar a partir d'impressió 3D de nylon PA12.

Per concloure, explicar que el projecte es seguirà refinant fins arribar a una solució final apta per a producció. Aquest procés requerirà alguna iteració addicional en els dissenys dels components per aconseguir, per exemple, que els factors de seguretat siguin més ajustats al que es necessita per sol·licitacions. Un exemple clar d'això es el sistema de la plataforma, que actualment, sota les condicions de test a les que ha estat sotmesa, ha obtingut un factor de seguretat de 4,54. A partir d'aquí, serà interessant modificar el disseny d'aquest component reduint el gruix de la planxa amb la que està fabricat, fet que també disminuirà el pes i el preu de l'estructura.

Per altra banda també es treballarà més en profunditat alguns punts que inclouen realitzar simulacions més individualitzades per a cada component, així com considerant altres situacions de càrrega, i amb l'estructura en altres posicions d'ajust.

Una vegada finalitzada aquesta fase es fabricarà un prototip funcional per sotmetre'l a test, i així arribar a la solució final de la que es produirà un nombre major d'unitats per als diversos departaments d'IDIADA.

8. Agraïments

M'agradaria agrair al director d'aquest projecte Manel L. Membrilla per tots els consells que han servit per millorar el projecte. Agrair-li també que inclús tenint una agenda complicada tots dos, sempre que ha calgut ha trobat un espai per fer reunions de seguiment, amb les quals sempre he après alguna cosa nova que he pogut aplicar al projecte.

Agrair també a tota la meua família que sempre han estat recolzant-me i donant-me ànims per seguir treballant fort fins el final. Menció especial als meus pares Ricardo i Gemma, que sempre són allà quan els necessites.

9. Referències

[1]: Dreamstime: <https://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-sistema-del-esquema-del-coche-image38992851>

[2]: Sharetechnote: https://www.sharetechnote.com/html/EmbeddedSystem_CAN.html

[3]: Circular Series Breakout Boxes: https://www.breakoutboxes.com/Circular-Series-Breakout-Boxes_c_86.html

[4]: Vector Informatik: <https://www.vector.com/int/en/products/products-a-z/hardware/network-interfaces/successor-products/>