

ENERGIA *demo*

TECNOLOGIES AVANÇADES EN ESTALVI I EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

VEHICLE ELECTROSOLAR



Un equip d'estudiants d'enginyeria de la Universitat Politècnica de Catalunya, ha construït el *Despertaferro*, un vehicle impulsat exclusivament per energia solar, amb el qual han participat a Austràlia en una cursa per a aquesta mena de prototipus. El disseny del vehicle ha contribuït a estudiar i explotar la tecnologia solar fotovoltaica en el camp de l'automoció, i ha suposat una nova experiència en l'aplicació de motors elèctrics en vehicles, concretament en un cas en què l'estudi de l'eficiència energètica té una gran importància.

EQUIP MEDITERRANI
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

66

ENERGIA *demo* és una col·lecció de realitzacions en els següents àmbits:

- ESTALVI I DIVERSIFICACIÓ ENERGÈTICA
- EFICIÈNCIA ENERGÈTICA
- ENERGIES RENOVABLES
- ESTALVI D'AIGUA
- MEDI AMBIENT



Generalitat de Catalunya
Departament d'Indústria,
Comerç i Turisme
Institut Català d'Energia

presentació



Aspecte exterior del vehicle solar.

L'equip *Mediterrani*, integrat per estudiants d'enginyeria de la Universitat Politècnica de Catalunya, ha dissenyat com a projecte de final de carrera un vehicle electrosolar que suposa una nova experiència en l'aplicació de tecnologies fotovoltaïques d'alt rendiment, i avança en l'ús de fonts d'energia renovables com a alternativa factible en el sector de l'automoció.

El projecte ha desenvolupat tots els aspectes tècnics que implica la construcció d'un vehicle d'aquestes característiques – l'aerodinàmic i estructural, l'elèctric i l'estrictament mecànic. L'equip s'ha dividit en quatre grups de treball que han anat avançant en paral·lel per convergir en un disseny global ajustat a les exigències normatives de la competició universitària en què han participat a Austràlia, en un circuit de 1.790 km.

Aquest tipus de curses constitueixen un excel·lent banc de proves per a comprovar la competitivitat dels nous prototipus solars davant d'altres dissenys ja que l'única font d'energia permesa per a impulsar els vehicles és l'anomenada "radiació solar global" –és a dir, la radiació solar i l'energia eòlica– i l'emmagatzemada al començament del primer dia de carrera, sense cap aportació externa d'energia.

projecte

La construcció del prototipus de vehicle electrosolar *Despertaferro* s'ha dut a terme en dues fases: d'una banda, la de la planificació, el disseny i l'enginyeria, i, de l'altra, la de la producció i l'exploració. Actualment el projecte es troba en aquesta última fase. Els dissenys del sistema elèctric, de la carrosseria i del bastidor, dels elements mecànics i, per últim, del sistema de fre, de les llantes i dels pneumàtics, han estat els aspectes desenvolupats pels diferents membres de l'equip, per bé que tots ells han avançat d'una manera interrelacionada a fi de garantir un bon comportament energètic i mecànic del vehicle.

L'estudi de l'eficiència energètica del prototipus s'ha centrat, fonamentalment, en la part elèctrica, que és composta pel sistema de captació solar d'energia (plafons fotovoltaïcs), el sistema d'acumulació (bateries electroquímiques) i el sistema motriu (motor elèctric). Atès que el vehicle s'ha construït tenint en compte les normes



El disseny de la carrosseria garanteix un vehicle eficient, estable i segur.

de la cursa en què ha participat, la superfície plana ocupada per les cèl·lules fotovoltaïques de silici monocristal·lí no supera els 8 m². Les cèl·lules escollides han estat, per tant, les que han ofert el millor rendiment en la conversió de l'energia sense perjudicar les característiques aerodinàmiques de la carrosseria.

Les bateries (16 unitats de Pb/àcid col·locades en sèrie) són també un element important per al bon funciona-

ment del vehicle ja que, del balanç energètic del prototipus i del compromís entre la capacitat d'emmagatzematge –limitada a 2,3 kWh– i el pes (64 kg), en depenen les dimensions. Per a garantir un bon nivell de rendiment energètic, el voltatge és inferior al dels plafons fotovoltaïcs, però és igual al del motor en revolucions per minut nominals (3.000 rpm).

Per la seva banda, el motor escollit és un motor *brushless* de corrent altern, com la majoria dels incorporats als vehicles solars, ja que la seva elevada potència específica –de 6 kW o, fins i tot, superiors, si està degudament refrigerat– resulta especialment indicada. La potència estimada per a moure el vehicle en terreny pla i a 60 km/h, suposant que el pes a mobilitzar sigui d'uns 300 kg incloent-hi el conductor, és de només 1 kW, cosa que deixa un marge ampli per a afrontar pendents bruscs o acceleracions sobtades.

El disseny aerodinàmic de la carrosseria ha estat un dels aspectes

en què el projecte també ha centrat els esforços amb l'objectiu de disminuir la demanda d'energia i incrementar la velocitat, l'estabilitat i la seguretat del vehicle. Els angles de rotació en les tres direccions, el coeficient d'arrossegament, el coeficient de

Cèl·lules solars

Tipus *2464 Isofotón, monosil·lici*
 Àrea *95x31 mm²*
 Eficiència *15%*

Plafons fotovoltaics

Àrea total *7,95 m²*
 Voltatge *250 V*
 Pes *15 kg*
 Potència total *1.100 Wp*

Bateries

Tipus *Pb/àcid*
 Energia *2.300 Wh*
 Voltatge *192 V*
 Capacitat *12 Ah*
 Pes *64 kg*
 Densitat d'energia *40 Wh/kg*

Motor

Tipus *Mavilor MA-55 AC brushless*
 Pes *14 kg*
 Voltatge *192 V*
 Revolucions *3.000 rpm*
 Potència de sortida *5,5 kW*
 Potència pic de sortida *8 kW*
 Eficiència *>90%*
 Controlador *Infranor SMT-BDI custom*
 Transmissió *Per cadena a la roda de darrera*

Característiques del sistema elèctric del vehicle.



L'equipament telemètric del vehicle enregistra automàticament la velocitat, l'energia consumida, el voltatge de les bateries i la temperatura des del vehicle de suport.

pressió, el coeficient d'aixecament i les possibles turbulències creades per la forma del vehicle, han estat els paràmetres estudiats a fi de reduir al màxim l'àrea frontal i fer minvar els efectes del vent, cosa que s'ha aconseguit mitjançant unes superfícies suaus, uns contorns simplificats i una ventilació controlada.

Quant al disseny de la suspensió i de la direcció, elements que tenen un paper capital en l'estabilitat i el maneig del prototipus, s'han escollit models que disminuïssin el pes i el cost dels components sense comprometre la seguretat del vehicle ni en perjudiquessin l'eficiència. Concretament, la suspensió instal·lada ha estat un doble triangle d'alumini a l'eix davanter i

basculant d'alumini a l'eix posterior, amb la qual s'aïlla els equips electrònics i els panells solars de les irregularitats del ferm i es confereix una bona estabilitat al prototipus. La direcció, per la seva banda, és directa per tres barres.

Amb relació al sistema de frens i als pneumàtics, s'han instal·lat discs hidràulics de motocicleta tant a les rodes del davant com a les del darrere –atès que les màximes del sistema de frenat d'un vehicle solar han de ser l'efectivitat i la lleugeresa–, i s'han muntat pneumàtics Michelin radial 65/80-16 de 500 kPa i 5 kg/t de resistència de rodada, que redueixen les pèrdues d'energia respecte d'altres tipus de cobertes.

resultats

Les proves a què ha estat sotmeses fins ara el vehicle han posat de manifest un excel·lent comportament mecànic i una elevada eficiència energètica –situada al voltant del 90%–, per bé que no es preveu que l'energia solar pugui utilitzar-se en un futur proper en l'automoció convencional. Això permet al prototipus arribar als 105 km/h de velocitat, tot i que la seva velocitat de creuer òptima sigui d'uns 65 km/h. Cal tenir en compte que, en cas que els nivells de radiació solar es redueixin sensiblement a causa de les condicions meteorològiques, l'energia captada per les 2.464 cèl·lules que componen les plaques fotovoltaïques permet mantenir en funcionament el motor durant 90 minuts a una velocitat de 50 km/h.

El projecte ha suposat fer una inversió aproximada d'uns 21 milions de pessetes, quantitat que ha estat fi-

nançada per diferents patrocinadors, entre els que hi ha l'Institut Català d'Energia i les empreses EDAG, SEAT i Lease Plan. A més, ha comptat amb la

col·laboració d'altres empreses del sector de l'automoció i de la tecnologia fotovoltaïca que han cedit alguns dels components del prototipus.

El vehicle, amb una superfície de 8m² de cèl·lules fotovoltaïques, pot arribar a una velocitat superior als 100 km/h.



entitats participants

Disseny i construcció:

- Sistema de captació, acumulació d'energia i sistema motriu: David Pifarré, Francesc Puig.
- Sistema directriu, suspensió i transmissió: Sergi Fontseca.
- Sistema de frenat, rodes i llantes: Arnau Planas.
- Disseny aerodinàmic del vehicle i del bastidor: Eduard Ferreró, Joan Orús.

Assessorament tècnic:

- BOSCH
- Departament d'Automàtica CIM (ICT)
- Departament d'Automòbils (UPC)
- Departament d'Enginyeria Elèctrica (UPC)
- Departament d'Enginyeria Electrònica (UPC)
- Departament de Disseny CIM (ICT)
- Departament de Mecànica de Fluids (UPC)
- Departament de Motors (UPC)
- Engineering & Design, SA
- Institut Català d'Energia
- Mavilor Motors (Infranor)
- SEAT

Patrocini:

- Engineering & Design, SA
- Institut Català d'Energia
- Lease Plan
- SEAT



fitxa tècnica

NOM: Prototipus de vehicle electrosolar.
PES: 242 kg
LONGITUD: 6.000 mm
AMPLADA: 2.000 mm
ALÇADA: 1.050 mm
DISTÀNCIA ENTRE EIXOS: 2.500 mm
DISTÀNCIA ENTRE VIES: 1.140 mm
DISTÀNCIA A TERRA: 50 mm
POTÈNCIA ESPECÍFICA: 6 kWh
NOMBRE D'OCUPANTS: 1

Per a més informació, adreçe'u-vos a:

INSTITUT CATALÀ D'ENERGIA
Departament d'Indústria, Comerç i Turisme
Av. Diagonal 453 bis, àtic
08036 BARCELONA
Tel.: 93 622 05 00
Fax: 93 622 05 01
e-mail: icaen@icaen.es



JOULE - THERMIE

ENERGIA demo

Darrers números publicats

- 34 Atomització de detergent amb gasos de turbina.
SA Camp - Relcamp AIE
- 35 Tractament d'efluents amb filtre percolador en una indústria tèxtil.
Multicolor Textil, SA
- 36 Sistema eficient de climatització a gas.
CAP de Vilassar de Dalt.
- 37 Central de cogeneració amb aprofitament directe de gasos.
SA Reverté - Rencat, AIE
- 38 Reciclatge i recuperació energètica de residus sòlids urbans.
Centre Integral de Valorització de Residus del Maresme.
- 39 Instal·lació fotovoltaica en un alberg de muntanya.
Refugi d'Amitges.
- 40 Sistema informàtic d'optimització en temps real.
Térmicas del Besòs, SA
- 41 Habitatges domòtics i bioclimàtics a Castelldefels.
Projecte REMMA.
- 42 Programa d'electrificació rural fotovoltaica a La Garrotxa.
SEBA-Consell Comarcal de La Garrotxa.
- 43 Planta de cogeneració amb motors a gas.
Agrupació Energètica Hospital Joan XXIII, AIE
- 44 Conducte solar per a enllumenat i ventilació.
Edifici "Santa Amàlia".
- 45 Parc Eòlic del Baix Ebre.
PEBESA.
- 46 Electrificació de 53 habitatges amb energies solar i eòlica.
Planta híbrida eòlico-solar de Polanco (Uruguai).
- 47 Edifici equipat amb mòduls fotovoltaics multifuncionals.
Biblioteca "Pompeu Fabra" de Mataró.
- 48 Instal·lació solar d'alt rendiment.
CAR-CMR Sant Cugat del Vallès.
- 49 Planta de cogeneració per a tres indústries tèxtils.
Cogeneració d'Hostalric, AIE
- 50 Central fotovoltaica de Llaberia.
Municipi de Tivissa (Ribera d'Ebre)
- 51 Autobusos propulsats amb gas natural.
Barcelona.
- 52 Sistemes d'estalvi energètic en l'enllumenat públic.
Ajuntament de El Masnou.
- 53 Sistema de gestió tècnica centralitzada.
Hospital Verge de la Cinta. Tortosa (Baix Ebre)
- 54 Planta de cogeneració amb motor a gas.
Hospital Zonal de Bariloche (Argentina)
- 55 Central de cogeneració en cicle combinat.
Sarrí SA Barcelona.
- 56 Planta de cogeneració en cicle combinat.
Alier SA - Energètica de Roselló AIE.
- 57 Planta de cogeneració-absorció.
Ciutat sanitària i universitària de Bellvitge.
- 58 Gestió d'explotació en enllumenat públic.
Municipi de Gualguaychú (Argentina).
- 59 Forn de nova tecnologia.
Vidrierias Masip. Cornellà de Llobregat.
- 60 Energia solar tèrmica en una piscina municipal.
Club Natació Terrassa.
- 61 Parc Eòlic de Les Colladetes.
Enervent SA. El Perelló.
- 62 Parc Eòlic de Truafort.
SEESA. El Pradell de la Teixeta i la Torre de Fontaubella (Priorat), Colldejou i l'Argentera (Baix Camp).
- 63 Programa d'Energetització Autònoma amb Energies Renovables.
SEBA. Parc Natural del Montseny (Vallès Oriental).
- 64 Planta de cogeneració-absorció a Gas Natural Hospital Universitari Germans Trias i Pujol.
Badalona (Barcelonès).
- 65 Vehicle propulsat amb Gas Natural Lliquat (GNL)
CESPA. Barcelona (Barcelonès).