

FRI-2.203-2-TMS-09

CREATING A URBAN VEHICLE PROTOTYPE WITH A HYDROGEN FUEL

Assist. Prof. Dimitar Grozev, PhD

Transport Department,
University of Ruse "Angel Kanchev"
Tel.: 082 888 231
E-mail: dgrozev@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Ivan Beloev, PhD

Transport Department,
University of Ruse "Angel Kanchev"
Tel.: 082 888 352
E-mail: ibeloev@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Georgi Hristov, PhD

Department of Telecommunications,
"Angel Kanchev" University of Ruse
Tel.: 082 888 663
E-mail: ghristov@uni-ruse.bg

Abstract: This report analyzes known urban vehicle prototypes with a hydrogen fuel. On the basis of the obtained results, calculations were made, a scheme for the control and propulsion of an alternative hydrogen car was drawn up. With the designed car, road tests were conducted using the methodology of the Eco Run marathon to determine the mileage of one m3 of hydrogen at Mercedes track in London. The results show that the car can run a mileage of 118 km and is suitable for the race.

Keywords: Efficiency, Effectiveness, urban, vehicle, prototype, hydrogen cells

JEL Codes: L91

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременните тенденции показват, че в резултат на нарастването на населението и неговото увеличаващо се богатство, търсенето на енергия в глобален план да се удвои до 2050 г. Три четвърти от населението на планетата ще живее в градовете. Същевременно заплахата от климатичните промени ще се задълбочи. Ще се наложи да се транспортират голям брой хора и стоки по възможно най-ефективния и екологичен начин (Sciarretta A., 2007).

Основният недостатък на автомобилния транспорт е силно негативното му въздействие върху околната среда. Това може да се разглежда в няколко основни насоки: отделяне на парникови газове и вредни вещества, създаване на шум, консумиране на големи количества течни горива.

Пътищата за намаляване на парниковите газове, вредните емисии, шума, консумацията на течни горива са чрез използването на алтернативните горива (биодизел, биогаз, природен газ, метан, водород и пр.), използването на автомобили с електро задвижване и използването на електрическа енергия от възобновяемите и алтернативни източници като енергия за зареждането им.

За целта са необходими нови по своята същност системи. Автомобилният транспорт е огромна индустрия и се очаква тази индустрия в близко бъдеще да претърпи сериозни промени, свързани с три основни фактора. Първият фактор е промените, свързани с проблемите с енергийните ресурси, понеже сухопътния транспорт почти изцяло зависи от нефта. Запасите от нефт бързо намаляват и се очаква да настъпи време, когато той ще стане

недостъпен за транспорта. Различните мерки за повишаване ефективността при използването на горивото (намаляване на масата на автомобилите, увеличаване на коефициента на полезно действие на двигателите, внедряване на нови двигатели и др.) могат да забавят, но не и да предотвратят това. Транспортната система на бъдещето може да се наложи да работи без гориво от нефт. Разбира се, за тази радикална трансформация на такава голяма система, каквато е транспортната ще са необходими десетилетия, в които е нужно да се търсят решения, които да съкратят тези срокове. Вторият фактор, диктуващ необходимостта от промени се явява съвременното състояние на самата транспортна система. Годици наред в транспортната система се правят малки и несъществени изменения, които не могат да решат всички проблеми. Необходими са промени, защото съществуващата система не може да удовлетвори всички изисквания, които са предявени към нея. Третият фактор са разработваните в последните 20-30 години, нови технологии, които могат да променят радикално транспортната система и да я превърнат в нова система, която да бъде по-добра от съществуващата. В интерес на човечеството е новата транспортна система да бъде внедрена по най-рационалния начин. Естествено е, че промяната изисква време, сериозни научни изследвания и внедряване на иновации.

Стъпка в посока към радикални промени е изграждането на нова система на базата на съществуващите мрежи от бензиностанции, газ и метан станции, чрез които да се съчетаят условията за намаляването на вредните емисии, шума и разхода на течни горива. Едновременно с това да бъде възможно с реална информация в реално време да се контролират и отчитат разходите на енергия, горива, отделяните газове и степените на намаляване на вредните емисии, в съответствие с интензивността на нарастването на автомобилите с електрозадвижване и използването на възобновяемите и алтернативни източници на енергия. Една такава стъпка е създаването на прототип на автомобил за градски условия, работещ с водородно гориво. В настоящия доклад ще бъдат представени основните моменти от създаването на такъв прототип.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Дизайн на автомобила

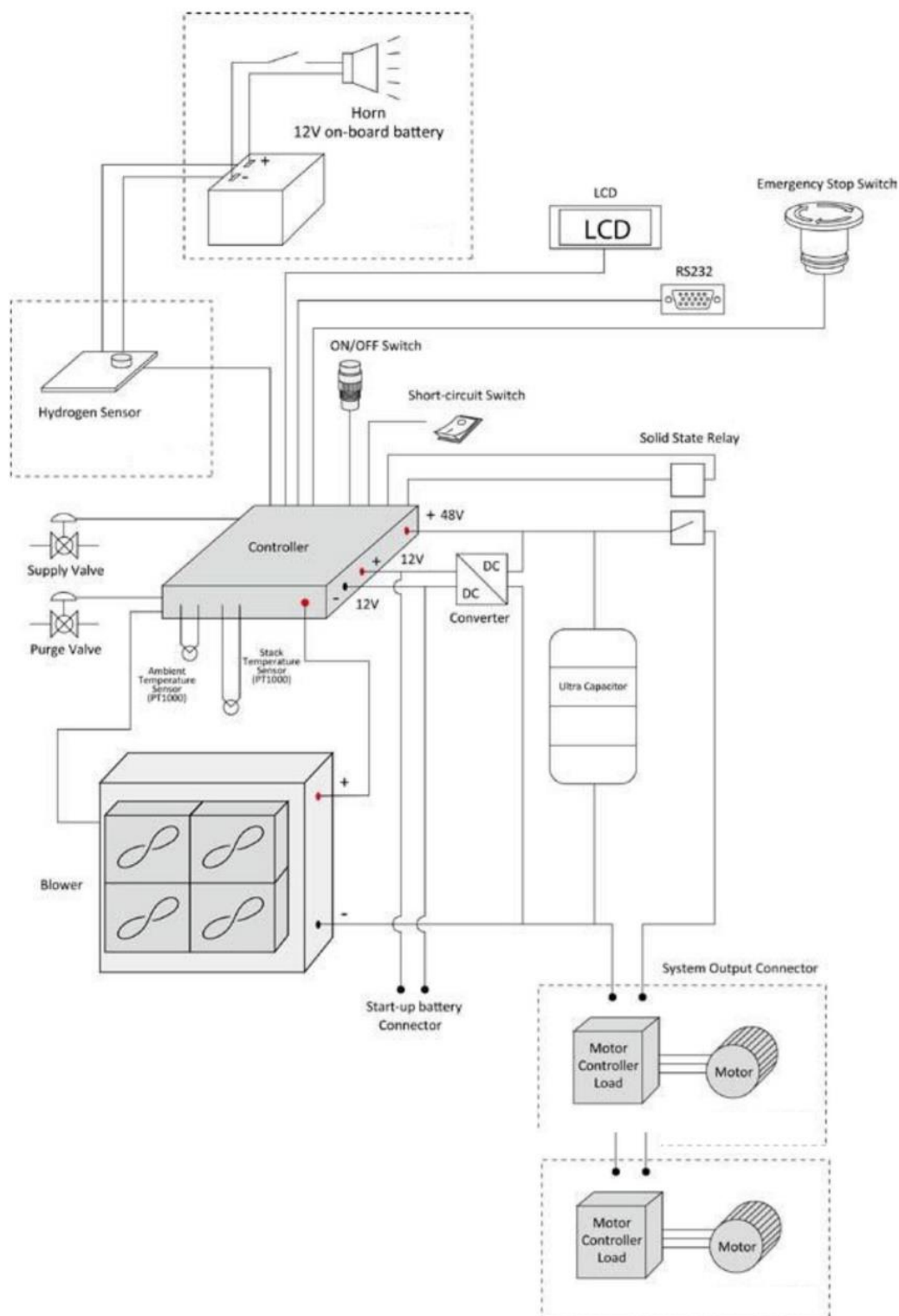
Дизайна и конструкцията на автомобила от градски тип задвижван с водородна клетка, е представен на фиг.1. Представени са и габаретните му размери.



Фиг.1 Общ вид на автомобила

Дължина	3000 mm
Височина	1050 mm
Щирочина	1100 mm
Тегло	108 kg

На фиг. 2 е представена електрическата схема на автомобила.



Фиг. 2 Електрическа схема

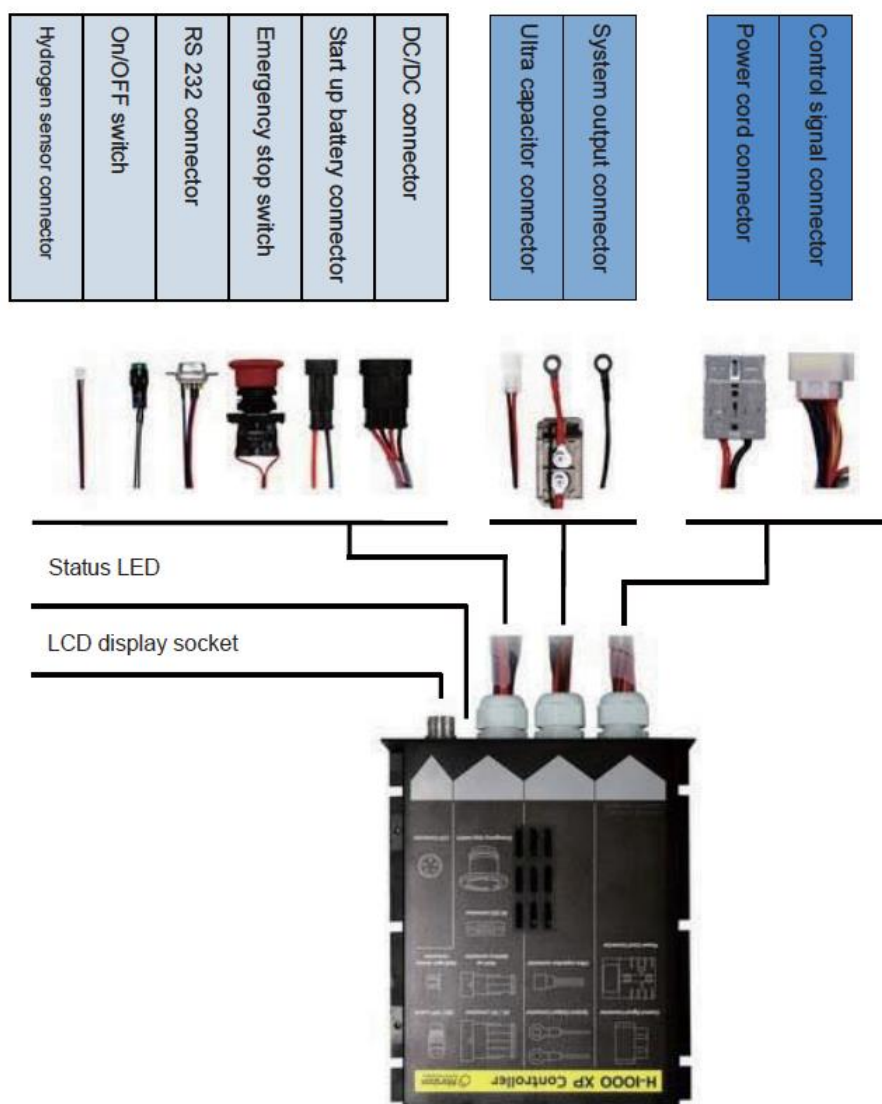
От схемата на фигура 2 се вижда разположението на основните електрически модули на автомобила. Шофьорското отделение и модулите в него биват захранвани с 12V напрежение. Основният източник на захранване на автомобила е водородна горивна клетка H-1000XP, чиито максимален ток достига до 33A. Работното напрежение на клетката варира в диапазона 46V (без товар) до 30V (при максимално натоварване). Препоръчителното работно напрежение на клетката е 30 V при ток на консумация 30 A (Hughes A., 2006).

Параметрите на избраното горивна клетка са показани в таблица 1.

Таблица 1. Спецификация на горивната клетка:

	Category	Value
	Type of fuel cell	PEM
Physical	Number of cells	50
	Dimensions	264mm x 203mm x 104mm (10.4in x 7.99in x 4.1in)
	Mounting	4 x M6
	Weight	stack < 4.9kg (10.8 lbs)
		System< 6.8kg (15 lbs)
Performance	Peak power	1100W
	Rated current	0 - 33.5A @ 30V
	DC voltage	25V - 48V
Fuel	Reactants	Hydrogen and Air
	Composition	99.99% dry H ₂
	H ₂ pressure	7.2 - 9.4 PSI (.49642-.64811 bar)
	Hydrogen consumption @1000W or flowrate	12.5SLPM
operation	External temperature	5 - 35°C (41-95°F)
	Max stack temperature	65°C (149°F)
	Humidification	Self-humidified
	Cooling	Air
	Relative humidity	10%-95%RH non-condensing
	Start up battery	12V
Monitoring	RS232	System status / Historical data

На фигура 3 е представена схемата на контролер за управление на горивната клетка.

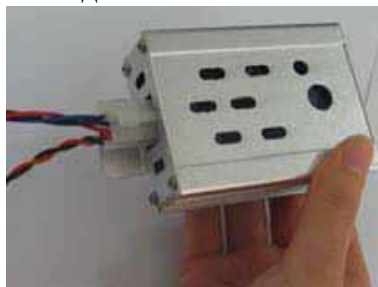


Фиг. 3 Контролер за управление на горивната клетка

За правилната експлоатация са необходими компоненти, които да гарантират сигурността на системата (Harnefors L., 2002, Ehsani M., 2005)):

Водороден сензор

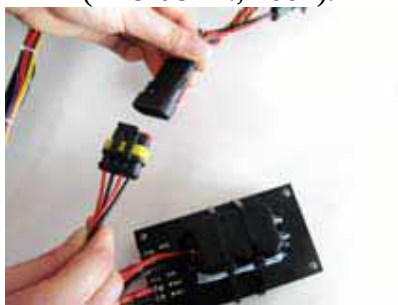
- Включва при 25% на LFL, което е приблизително 1% концентрация на водород;
- Сензорът е със забавено действие от около 15 секунди.



DC/DC преобразувател

- Регулира изходното напрежение на контролера;

- Възможност да преобразува напрежението на стека (15-28.8 V) до 12V напрежение необходимо за правилната работа на горивната клетка и други периферни компоненти (Michael H., 2001).

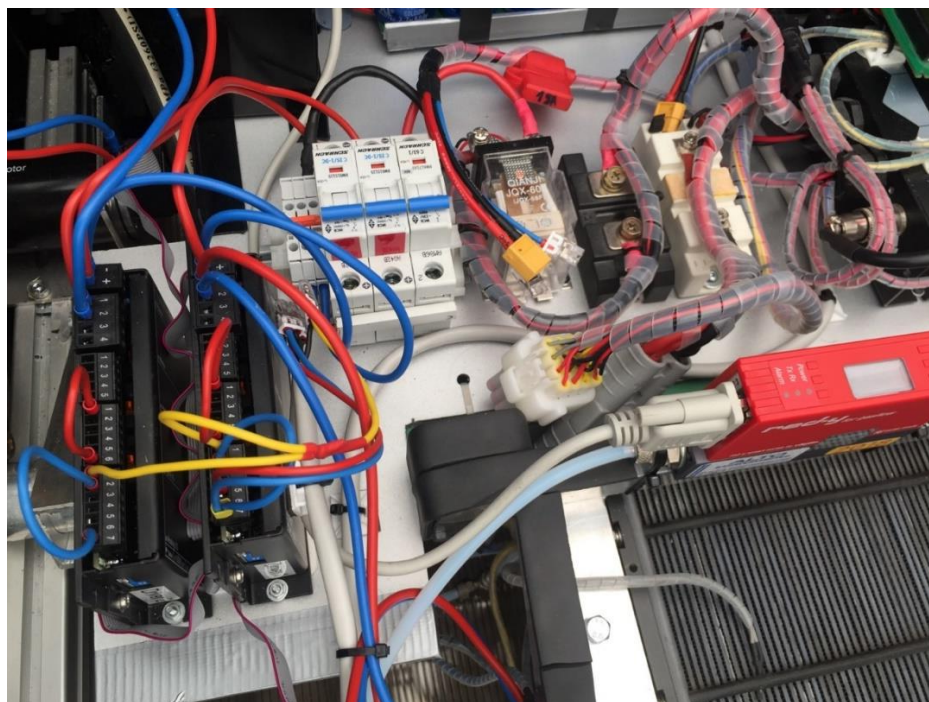


Супер кондензаторен блок

- Допълнителен източник на захранване при късо съединение, което позволява непрекъсната работа на системата без необходимост от външен източник на захранване;
- Напрежение 50V, Капацитет 12.5F.



На фигура 5 е представена практическата схемата на изпълнение на електрическата система на автомобила.

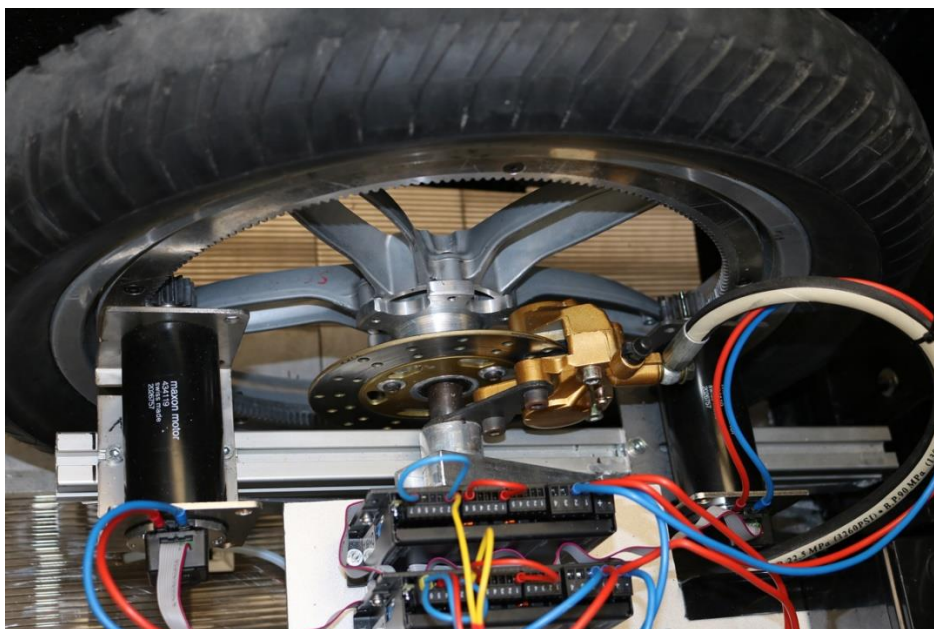


Фиг. 5 Окабеляване на автомобила

Избор на DC Мотор

Направено е сравнение между два вида мотори – четкови и безчеткови. Разгледани бяха конвенционални DC машини и се стигна до решението да се използва Махон мотори (www.maxonmotor.com), които имат специфицирана ефективност от 90% и номинална изходна мощност 200 W при 36 V, което означава, че може да се постигне по-висока мощност при по-високо напрежение (Mohan N., 2003, Bosch R., 2000).

Предавателната кутия на автомобила от градски тип е част от задното окачване (фиг.6). Тя е изградена от алуминиеви профили с правоъгълна форма. Изборът на този тип рамка се дължи на факта, че купето е изградено от стъклопласт. Има една рамка и две изправени подпори, които са монтирани на всяка къса страна на правоъгълната рамка. Двете изправени подпори поддържат задната ос в хоризонтално и вертикално направление. Външните подпори служат също като скоби за спирачния апарат. Дясната рамка, погледната от към гърба на автомобила, сформира триъгълник с дългата страна на рамката. Триъгълното удължение придържа предавателната кутия, както може да се забележи на фиг.49, където всички части са монтирани към рамката заедно с предавателната кутия. Съотношението на предавателната кутия е 11:1, което предоставя максимална скорост от 35 км/ч.



Фиг. 6 Представяне на задвижващата система на автомобил от градски тип

Избор на система за визуализация на данните

За визуализация на данните от състезанието в кабината на прототипа се използва комерсиално решение за крайния потребител, наречено VBOX Sport (фиг. 7). Това представлява лек, преносим регистратор на данни и може да се използва от всяко превозно средство и среда за измерване на производителността и времето за обиколка. VBOX Sport системата дава възможност за моментен анализ на производителността при шофиране и предоставя пряк достъп до данните. Устройството е с вградена батерия, която издържа до шест часа. VBOX Sport е подходящ за състезания, теглото му е около 130 гр, която е сравнително малко спрямо други подобни комерсиални решения или некомерсиални системи.



Фиг. 7 VBOX Sport регистратор на данни приложение на iPad за визуализация на данните

VBOX Sport се използва в автомобилът от градски тип за регистриране на данни като точни GPS координати, скорост, ускорение, разстояние и време. Всички данни се записват директно върху SD карта, което дава възможност данните да бъдат анализирани на по-късен етап от специализиран софтуер за анализ, какъвто например е Circuit Tools. VBOX Sport е официално сертифициран от Apple и перфектно се свързва с iPhone™, iPod Touch™ или iPad™ чрез Bluetooth връзка.

This work was supported by the Bulgarian Ministry of Education and Science under the National Research Programme E+: Low Carbon Energy for the Transport and Households, grant agreement D01-214/2018.

REFERENCES

- Sciarretta A. (2007). Vehicle propulsion systems: introduction to modeling and optimization, L. Guzzella, 2nd ed. Springer.
- Hughes A. (2006), Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications, 3rd edition, Elsevier Ltd.
- Harnefors L. (2002), Control of Variable-Speed Drives, Applied Signal Processing and Control, Department of Electronics, Mälardalen University, Libris, Västerås.
- Ehsani M. (2005), Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles - Fundamentals, Theory, and Design, CRC Press LLC, Boca Raton.
- Michael H. (2001) Westbrook, The Electric Car: Development and Future of Battery, Hybrid and Fuel-Cell Cars, Institution of Engineering and Technology.
- Mohan N. (2003), Power electronics, M.Tore, William P. Robbins, Converters, Applications and Design, 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken New Jersey.
- Bosch R. (2000), Automotive Handbook, 5th edition, Society of Automotive Engineers (SAE), Stuttgart.
- www.maxonmotor.com/medias/sys_master/root/8830469865502/2018EN-133.pdf