

ИЗСЛЕДВАНЕ РЕЖИМИТЕ НА РАБОТА НА ТЯГОВА БАТЕРИЯ НА ЕЛЕКТРОМОБИЛ

Красимир Кужев
office@printax.bg

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
гр. София, ул. „Гео Милев” 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: *електромобил, видове батерии, акумулатори, изследване на тягови батерии,*

Резюме: *В доклада предмет на изследване са различните режими на работа на тяговата литиево-йонна батерия на електрически автомобил РЕНО КАНГО. Автомобила е преустроен от бензинов в електрически. Режимите на които се изпитва батерията са следните: ускорение -различни степени на ускорение, ускорение с последващо движение по инерция, ускорение с последващо равномерно движение, ускорение с последващо рекуперативно спиране, ускорение с последващо спиране със спирачка, различен брой последователни ускорения и др.; движение с равномерна скорост по хоризонтален терен, движение по положителен наклон (изкачване) по отрицателен наклон (спускане), по смесен терен; движение с неравномерна скорост – по описаните по горе режими, като в отрицателните наклони се прилага рекуперация и/или спирачка, допълнително ускорение; спиране с рекуперация. Направен е заключителен анализ на получените резултати за всички режими на работа.*

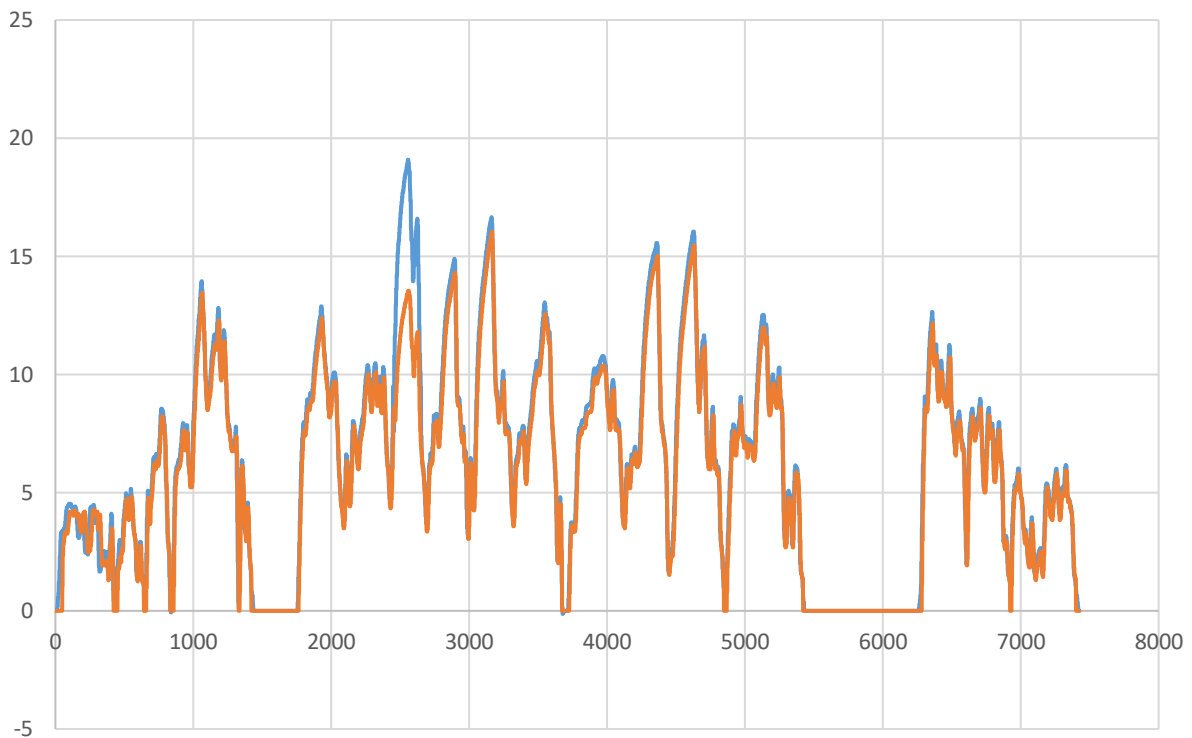
В настоящият доклад се разглеждат резултатите от изпитанията на автомобил Рено Канго. Същият е трансформиран в електромобил във ВТУ „Тодор Каблешков“. Монтираната на електромобила акумулаторна батерия е LFP и се състои от 40 клетки всяка с капацитет от 100Ah с номинално напрежение 3,2V. Клетките са свързани в два блока по 20 бр. във всеки блок последователно, а блоковете са свързани помежду си в паралел. Паралелно на батерията е свързан суперкондензатор за поемане на пиковите натоварвания. Максималния ток за който е настроена защитата е 400A.

Измерването на скоростта се извършва по два начина (Фиг. 1):

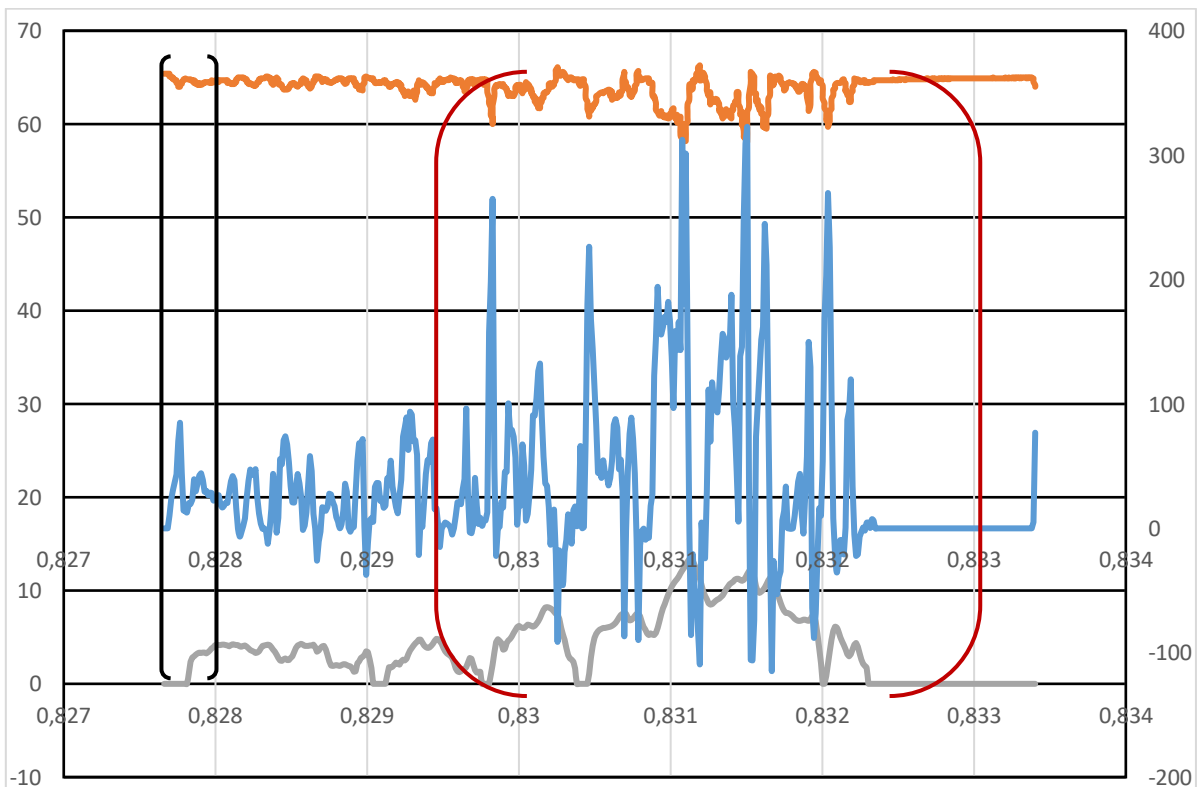
- с GPS монтиран на електромобила и даващ възможност за измерване и записване на скоростта във функция от времето.
- и чрез изчисление като се взети предвид оборотите на двигателя, предавателните отношения на скоростната кутия и диференциала и диаметъра на гумите.

На фиг. 1 със кафяв цвят е измерената скорост чрез GPS, а със син изчислената от оборотите на двигателя. Разликата в резултатите се дължи на грешките присъщи на двата метода на измерване и е приблизително 5%.

Разликата която се забелязва във времето между 2400 и 2600 сек. е по-голяма и се дължи на превключване на предавката, без това да е взето в предвид при изчисляването на скоростта. На фиг. 1 скоростта е дадена в м/сек., а времето е в секунди.



Фиг. 1. Запис на изменението на скоростта във функция от времето

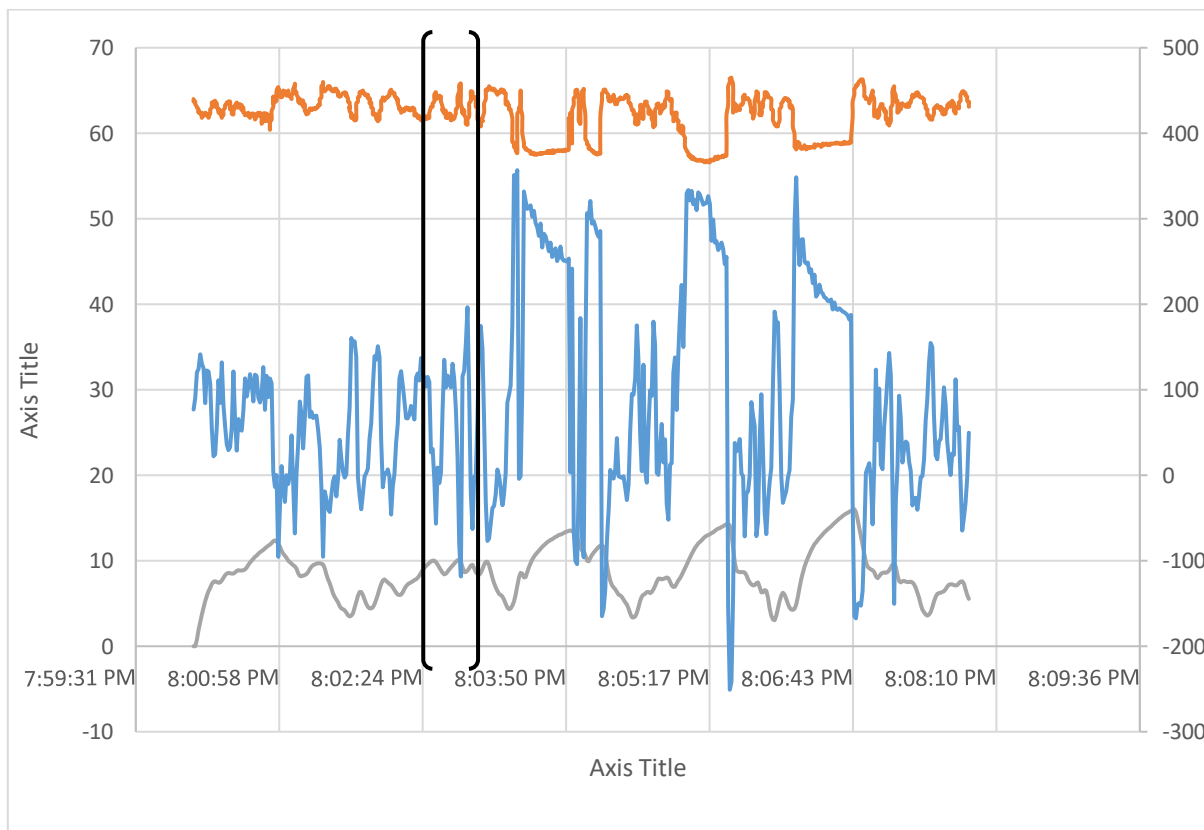


Фиг. 2. Запис на напрежението, тока на батерията и скоростта във функция от времето при ускорение и няколко последователни ускорения.

Разглеждаме фиг. 2.

Ускорение (сектора в черните скоби) – в първата половина на ускорението тока расте стръмно до 85А, след което пада на около 30А, а при достигане на максимална скорост е 20А. Напрежението в първата половина на ускорението пада от 67V на 64V след което се стабилизира на 65-66V.

Последователни ускорения (Червените скоби) – тук се наблюдават по-големи падове на напрежение в резултат на по-големите токове при ускорение. При второто ускорение с ток 240А, напрежението пада на 61V, при първото с 260А, напрежението е 60V, при третото с 300А, напрежението е 58V, което е близо до критичния минимум 55V. Но тъй като падът е кратковременен няма никаква опасност от разрушаване на клетките на батерията. Останалите ускорения са аналогични. Въпреки изключително тежкия режим на натоварване батерията възстановява до около 66V, един волт под първоначалното напрежение.



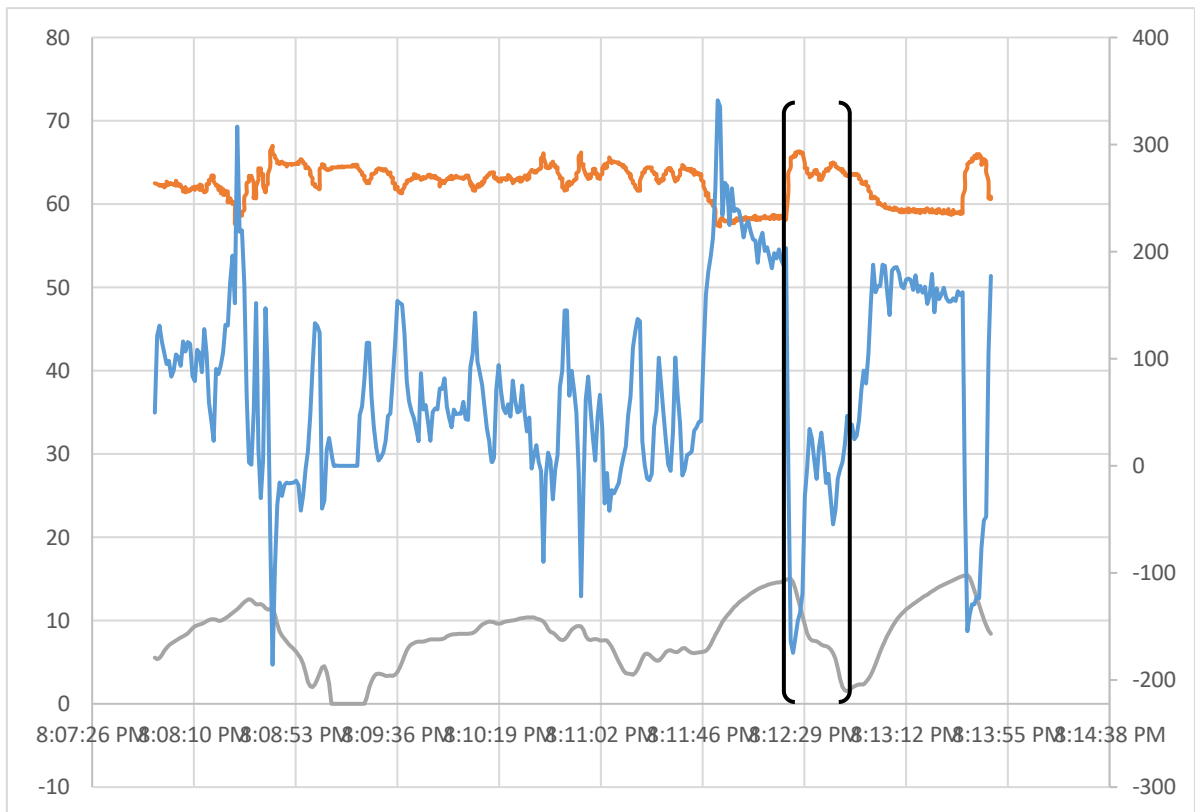
Фиг. 3. Запис на напрежението, тока на батерията и скоростта във функция от времето при движение с равномерна скорост.

Разглеждаме фиг. 3 (сектора в скобите).

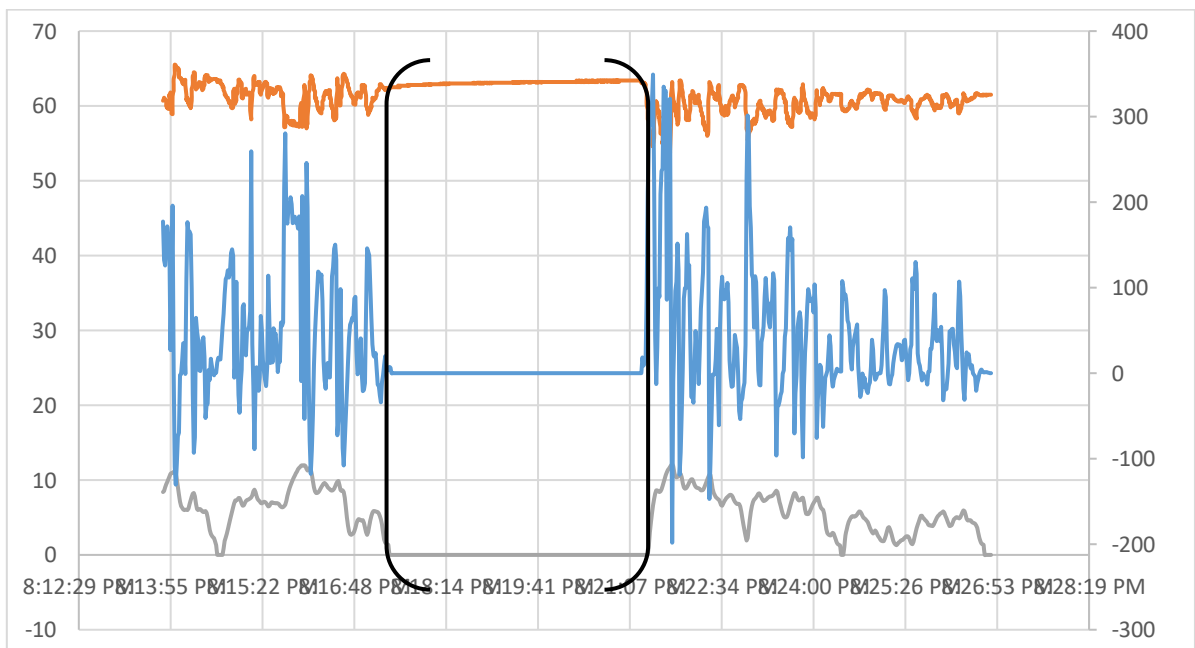
Скоростта която разглеждаме е сравнително равномерна, варира с 1-2м/сек. Средният ток е около 20А, средното напрежение около номиналното. При този режим натоварването на батерията е минимално.

Разглеждаме фиг. 4 (сектора в скобите)

След тежко ускорение ,при което напрежението на батерията е паднало до 58V,минаваме в режим на рекуперация, токът достига стойност 130А. Напрежението бързо се качва на номиналното 67V. При последващата рекуперация с ток 90А напрежението е 65V.



Фиг. 4. Запис на напрежението, тока на батерията и скоростта във функция от времето при рекуперация



Фиг. 5. Запис на напрежението и тока на батерията във функция от времето при престой.

Разглеждаме фиг. 5.

При престой около три минути виждаме, че батерията възстановява 1V, без да е включено външно захранване.

Заклучение

От направените изпитания се вижда, че:

- Най-тежък е режимът при *последователно повтарящи се ускорения*. Тук се наблюдава по-голям спад на напрежение в резултат на по-големият сумарен ток при ускоренията.

- При режим *еднократно ускорение*, спадът на напрежение е минимален.

- *Движение с постоянна скорост*, най-лекият режим, ако не е с голяма продължителност и висока скорост, не влияе на напрежението.

- *Рекулерация*, този режим може да бъде с различно натоварване, в зависимост от условията на пътя и прилаганата степен на електродинамично спиране. При него батерията се зарежда. Енергията, която се възстановява в батерията е около 50% от аналогичната необходима за ускорение.

- *Престой*, тук няма консумация (при изключени *собствени нужди*) на ел. енергия. Батерията самовъзстановява в някакъв неголям диапазон.

INVESTIGATION ON THE OPERATING MODES OF THE TRACTION BATTERY OF ELECTRIC VEHICLES

Krassimir Kuzhev

*Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

Key words: *electric vehicle, types of batteries, automotive battery, research of traction batteries.*

Summary: *The report examines the different modes of operation of the traction lithium-ion battery of an electric car (Reno Cango). The vehicle was converted from petrol to electric by a team led by Prof. Milenov. The modes in which the battery is tested are as follows:*

** acceleration - different degrees of acceleration, acceleration with subsequent inertia motion, acceleration with subsequent uniform movement, acceleration with subsequent regenerative braking, acceleration with subsequent braking, different number of types of successive accelerations, etc.*

** uniform speed: on even terrain, on different types of positive slope on different types of negative slope, on mixed terrain.*

** movement with uneven speed - according to the modes described in the prior point, while recuperation and / or brake is applied in the negative slopes, and additional acceleration.*

** stop with recuperation.*

Final analysis of the results obtained from all parameters of the study.