

Batérie elektrických vozidiel Tesla

Pre študentov



Funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



STEP AHEAD II

The support of Professional development of VET teachers and
trainers in following of New trends in Automotive Industry
Automotive Innovation & Teacher training Academy
2018-1-SK01-KA202-046334

Batérie elektrických vozidiel Tesla

Cieľ lekcie:

Získať vedomosti o zložení a funkcii batériových článkov elektrických vozidiel.

PRÍLOHA 2

Tesla batérie

Moduly

V jednej batérii je uložených 18 650 Tesla ión-lítiových článkov. Moduly samotné majú rôznu veľkosť, keďže ich paralelné rozloženie sa mení pri rôznej kapacite zoskupení batérií¹, ktoré sú dostupné.

Prvá generácia Tesla batérií, ako tie, ktoré nájdeme v 85 a 90 kWh batériách, mala 15 modulov. Druhá generácia batérií, ktorá bola uvedená na trh s modelom S facelift má 16 modulov.

Vytvárajú otázky: Čo je to modul batérie a na čo sa používa? Prečo sa články nekladajú priamo do batérií¹?

Jedným z hlavných dôvodov je schopnosť výroby. V Tesla batériách o 100 kWh sa nachádza 8 000 článkov, to znamená, že sa tu nachádza približne 16 000 elektrických prepojení ktoré sú prerozdelené do zhruba 1000 prepojení na jeden modul. A to už nie je taká náročná úloha.

Ďalší kľúčový dôvod na použitie modulov je dodržanie bezpečnosti pri ich výrobe. Modul Tesla 85 kWh má konfiguráciu 6s 74P, čo znamená, že (modul) má 6 skupín prepojených v sérii a 74 článkov paralelne prepojených v module. To činí celkom 444 článkov v jedno module, ktoré produkujú napätie cca 23,4 V.

Podľa normy IEC 60038, akékoľvek zariadenie s jednosmerným prúdom 120 voltov (odteraz v jednosmernom prúde), spôsobuje nízke riziko elektrického šoku cez suchú pokožku osoby.

Ďalší dôvod používania modulov je ich funkcia protipožiarnej steny. V prípade, že sa niektorý článok pokazí alebo dôjde k autonehode, ak sa vznieti len jeden článok, počet článkov vystavených ohňu je vďaka tejto funkcii nižší, a teda aj závažnosť ohňa, ktorý vznikne, je menšia.

Navyše, z hľadiska servisnej výmeny, ak v nejakom článku dôjde ku chybe, je vhodnejšie vymeniť modul ako celú batériu.

Dnes máme na trhu tri moduly Tesla batérií:

1 - Najrozšírenejší a najznámejší skonštruovaný model sú *Model S* a *Model X*. Tieto modely sa v priebehu rokov updatovali a vyvíjali.

2 - Modul Tesla montuje do svojich Power Packov (batérie pre priemyselné dodávky energie), čo predznamenal prechod z 18 650 článkov na 21 700 článkov. Okrem toho sa používa chladiaci systém v spodnej časti každého modulu namiesto chladenia pomocou rúr medzi článkami, čo znižuje aj náklady a zložitosť (prepojenia).

3 - Modul Tesly Model 3. Zatiaľ nemáme veľa informácií o tomto module. Vieme len toľko, že je dlhší ako tie predošlé moduly používané v *Modeli S* a *Model X*. Využíva 21 700 článkov, rovnako ako Power Pack. Má zdokonalený systém riadenia teploty a pripája sa k pozitívnemu a negatívnemu pólu na tej istej strane batérie namiesto opačných strán batérie.

Ďalej sa budeme zameriavať na moduly Model S a Model X.



Zdroj obrázku (15. november 2019):

http://skie.net/skynet/projects/tesla/view_post/20_Pics+and+Info%3A+Inside+the+Tesla+100kWh+Battery+Pack

Na vyššie uvedenom obrázku je pohľad zhora a zdola na modul 100 kWh batérie z Model S 100D.

Pri pohľade zhora si všimneme, že modul je rozdelený na štyri časti, zatiaľ čo pri pohľade zdola vidíme rozdelenie len na tri časti.

Každá časť modulu prepája 86 pólov kladne nabitých článkov batérií zapojených paralelne s 86 pólmi negatívnych článkov, takisto radených paralelne. Moduly sú sériovo zapojené medzi sebou, s výnimkou častí spájajúcich oranžové póly, ktoré vidieť na hornom obrázku.



Zdroj obrázku (15. november 2019):

http://skie.net/skynet/projects/tesla/view_post/20_Pics+and+Info%3A+Inside+the+Tesla+100kWh+Battery+Pack

Červené čiary na hornom obrázku znázorňujú, kde sú vytvorené spojenia s pozitívnym pólom. Na spodnom obrázku vidíme modrou farbou znázornené negatívne póly. Susedné segmenty majú opačnú polaritu.

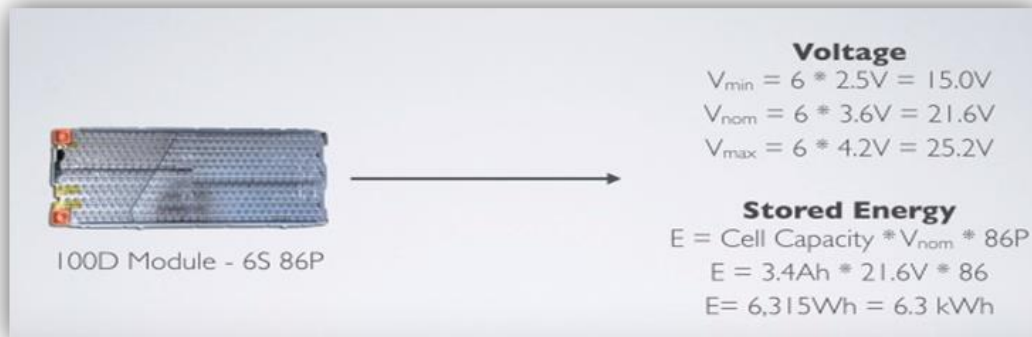


Spojenia elektrických článkov k Bus Bar

Tesla v tomto prípade použila drôtové prepojenia, aby elektricky prepojili články s Bus Bar-om. Aj keď s touto metódou narastá odpor, ktorý znižuje prevádzkovú účinnosť a zvyšuje teplo, má množstvo výhod. Počas toho, kedy sú batérie pripojené, sa v článku nevytvára žiadne významné teplo. Spojenie, ktoré využíva drôt, taktiež funguje ako poistka. A ak má spojenie z nejakého dôvodu poruchu, je veľmi nepravdepodobné, že článok je poškodený, čo len znižuje počet článkov vyradených počas výroby.

Modul s výkonom 100 kWh má 516 článkov, t.z. že je potrebných 1 032 prepojení drôtov. Ak by bol tento proces efektívny na 99,9%, mohlo by dôjsť k jednej chybe v každom module, čo by značilo, že výrobná kapacita je kľúčová.

Napätie možno vyrátať vynásobením minimálneho napätia, každého článku s menovitou a maximálnou hodnotou počtom článkov zapojených v sérii . Tento modul, s batériami 100 kWh je 6S 86P s minimálnym napätím 2,5V, nominálnym napätím 3,6V a maximálnym napätím 4,2V. Ak si toto uvedomíme, zistíme, že modul má menovité napätie 21,6V.



100D Module - 6S 86P

Voltage

$$V_{\min} = 6 * 2.5V = 15.0V$$
$$V_{\text{nom}} = 6 * 3.6V = 21.6V$$
$$V_{\max} = 6 * 4.2V = 25.2V$$

Stored Energy

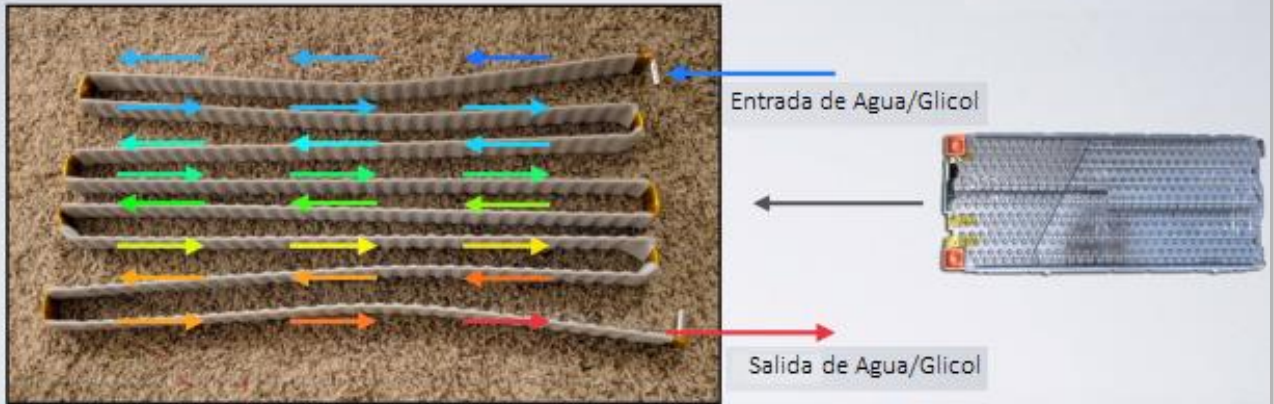
$$E = \text{Cell Capacity} * V_{\text{nom}} * 86P$$
$$E = 3.4Ah * 21.6V * 86$$
$$E = 6,315Wh = 6.3 kWh$$

Na výpočet uloženej energie v module musíme vynásobiť kapacitu článku menovitým napätím modlu a počtom paralelne zapojených článkov, Tesla články majú kapacitu 3,4 A, menovité napätie v tomto module je 21,6 V a keďže je to 6s 86P, máme 86 článkov zapojených paralelne, takže možno povedať, že tento modul uloží 6,3 kWh energie.



Na vyššie uvedenom obrázku vidíme chladiace rúrky, ktoré sú umiestnené vnútri modulu. Kovový systém riadenia teploty pozostáva z kovových rúrok, ktoré sú ploché a rovné na väčšej časti svojho povrchu a, a prechádzajú modulom v cik-cakovitom vzore. Rúrka je pokrytá tepelne izolačným materiálom sivej farby, ktorý poskytuje elektrickú izoláciu medzi chladiacim systémom a článkami batérií. Zároveň pritom ale vzniká určité množstvo tepelného prenosu.

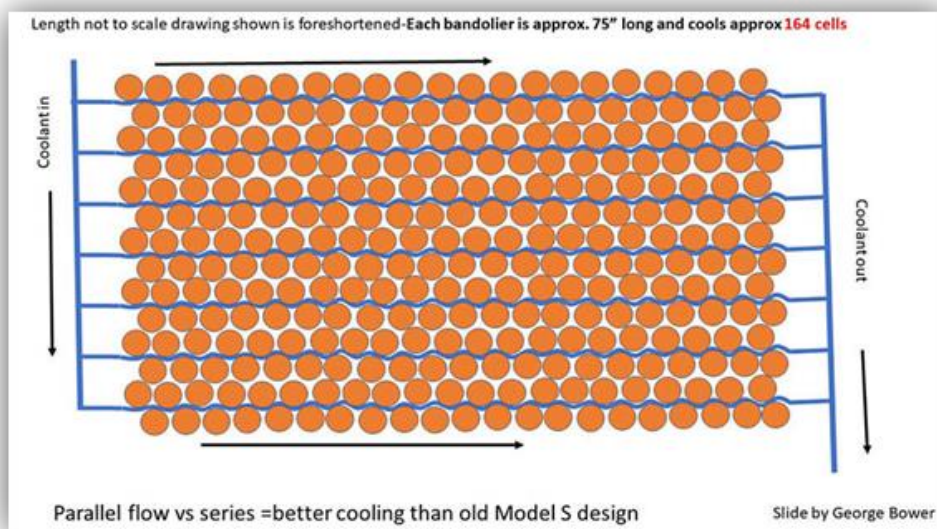
Sistema de refrigeración



Oranžová páska na obrázku vyššie je považovaná za kapitána medzi páskami (Captain Tape) v USA a poskytuje dodatočnú elektrickú izoláciu.

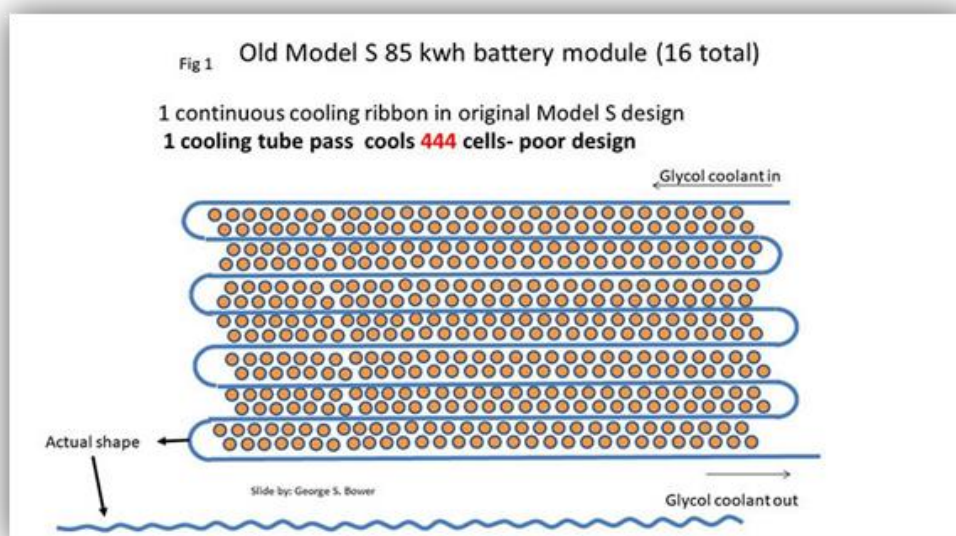
Toto je chladiaci systém používaný v Modeli S a v Modeli X, aj keď Tesla urobil progres s Modelom 3.

Tesle sa podarilo takmer zdvojnásobiť chladiacu kapacitu Systému termálneho riadenia (TMS) s novým dizajnom rúrky, ktorý znižuje počet článkov na každú chladiacu rúrku, pričom (Tesla) pridala viac do paralelného zapojenia, a zdvojnásobila objem tekutiny.



Tesla Model S a Model X TMS.

Parallel flow vs series = better cooling than old Model S design - Paralelný tok verzus sériový = lepšie chladenie ako na starom dizajne Model S



Tesla Model 3.TMS

Old Model S 85 kWh battery module (16 total) - starý Model S 85 kWh modul batérie (celkovo 16)

1 continuous cooling ribbon in original Model S design – 1 nepretržitý chladiaci pás v pôvodnom dizajne Modelu S

1 cooling tube pass cools 444 cells – poor design – 1 chladiaca rúrka ochladzuje 444 článkov – slabší dizajn

Actual shape – aktuálny tvar

Glycol coolant out – Chladič glykolu