

ОПТИМАЛНИ РЕШЕНИЯ ЗА БЪРЗО ЗАРЕЖДАНЕ НА АКУМУЛАТОРНИ БАТЕРИИ В ЕНЕРГОЗАВИСИМИ УСТРОЙСТВА

Елена Димкина

e-mail: edimkina@vtu.bg

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

Ключови думи: бързо зареждане, мобилни устройства, електромобили, акумулаторни батерии

Резюме: През последните години характеристиките и изискванията към процеса на зареждане драстично се повишиха, което наложи използването на батерии с по-висок капацитет. За целта производителите започнаха въвеждането на технологии, които съкращават времето за зареждане.

Хилядите цикли на зареждане съкращават живота на акумулаторната батерия, а бързото зареждане включва технология за пестене на батерията и е предназначена да увеличи нейният живот.

В статията са предложени различни решения за бързо зареждане (Quick charge, USB Power Delivery (USB-PD), Super Charge, TurboPower, Dash Charge/Warp Charge/OOC, Pump Express и Smart EV Charger, FLO Home Charger). Разгледани са и стандарти за зареждане и са предприети мерки за безопасност, които да регулират потока на електричество, контролират температурата и напрежението в безопасни параметри. Вградените чипове са проектирани така, че да устоят на повишена мощност на зареждане и да контролират характеристиките при зареждане.

Следенето на конкретни параметри (защита от прегряване, защита от презареждане, защита от високо напрежение, защита от претоварване, защита от късо съединение и други), заложен в протоколите за бързо зареждане, водят до намаляване на загубите в околната среда и предпазва акумулаторните батерии от скъсяване срокът на експлоатация или пълното им разреждане.

В настоящия доклад е разгледан модела на поведение при бързото зареждане от различните протоколи, като се взема предвид времето за зареждане на акумулаторните батерии в енергозависимите устройства.

Съвременните зарядни устройства трябва да отговарят на следните изисквания: да осигуряват електроенергия с точно определени параметри – напрежение, ток, честота, температура; да не оказват смущаващи и вредни влияния от електрическо или друго естество на хранящата апаратура, околна среда и потребителите; да има лесно обслужване и поддържане; да бъдат надежни и да имат висок коефициент на полезно действие [1].

В настоящият доклад ще бъдат разгледни технологии за бързо зареждане, които намират приложение при експлоатацията на мобилни устройства и електромобили.

1. Стандарти за бързо зареждане

В последните години са разработени няколко стандарта за бързо зареждане: USB Power Delivery, Qualcomm Quick Charge, Samsung Adaptive Fast Charging, Anker PowerIQ, Huawei SuperCharge, OnePlus Dash Charging, Apple 2.4A и др.

USB Power Delivery е стандарт за пренос на захранване въведен заедно с USB-C. Това е отворен стандарт, поддържан от USB Implementors Forum.

USB Power Delivery 1.0 – поддържа 5V, 12V, 20V, и ток 2 A при 5V и 5A при 12V и 20V. Стандартът е остарял и в днешно време не се използва.

USB Power Delivery 2.0 - поддържа 5V, 9V, 12V, като при всички напрежения тока може да стигне до 3A. В случая при 20V токът може да достигне до 5 A, осигурвайки до 100 W мощност. В по-голямата си част работи като USB Power Delivery 3.0 и все още може да се срещне в нови зарядни устройства.

USB Power Delivery 3.0 – поддържа същите профили на захранване като USB Power Delivery 2.0. Добавено е програмуемо захранване (Programmable Power Supply - PPS), което позволява по-ефективно зареждане на широко разпространените литиеви батерии.

Стандартът **USB Power Delivery** не зарежда устройствата по-бързо, но за сметка на това намалява загубите от преобразуване по време на зареждане. Прави зареждането по-ефективно, което от своя страна генерира по-малко топлина.

Qualcomm Quick Charge [2]

Quick charge 1.0 е първата версия на Quick Charge (QC) стандарта за бързо зареждане. Стандарта предлага мощността да достигне до 10 W за бързо зареждане в ерата на предимно 5W зарядни. Версията е остаряла и не се ползва.

Quick charge 2.0 е представено през 2014 г., като при зареждане напреженията може да се по-високи от 5V, 9V и 12V и тока в зависимост от конектора може да бъде 2A или 3A. В резултат на това съвместимите QC устройства може да зареждат до 36W.

Qualcomm създава Quick charge 3.0 протокола. Основното на тази версия е разработеният алгоритъм за проверки по напрежение, който позволява на мобилните устройства да определят какво ниво на мощност да достигнат по всяко време, като гарантира подаването на точно определено напрежение към батерията. Напреждението може да се изменя на стъпки през 200 mV от 3,6 V до 20 V.

Quick charge 4.0 е наследник на Quick charge 3.0 надгражда предшественика си с поддръжка по ток от 3-5 A. Quick charge 4.0 поддържа зарядни устройства до 100 W мощност и е първата версия за бързо зареждане, която е съвместима със стандарта USB-PD.

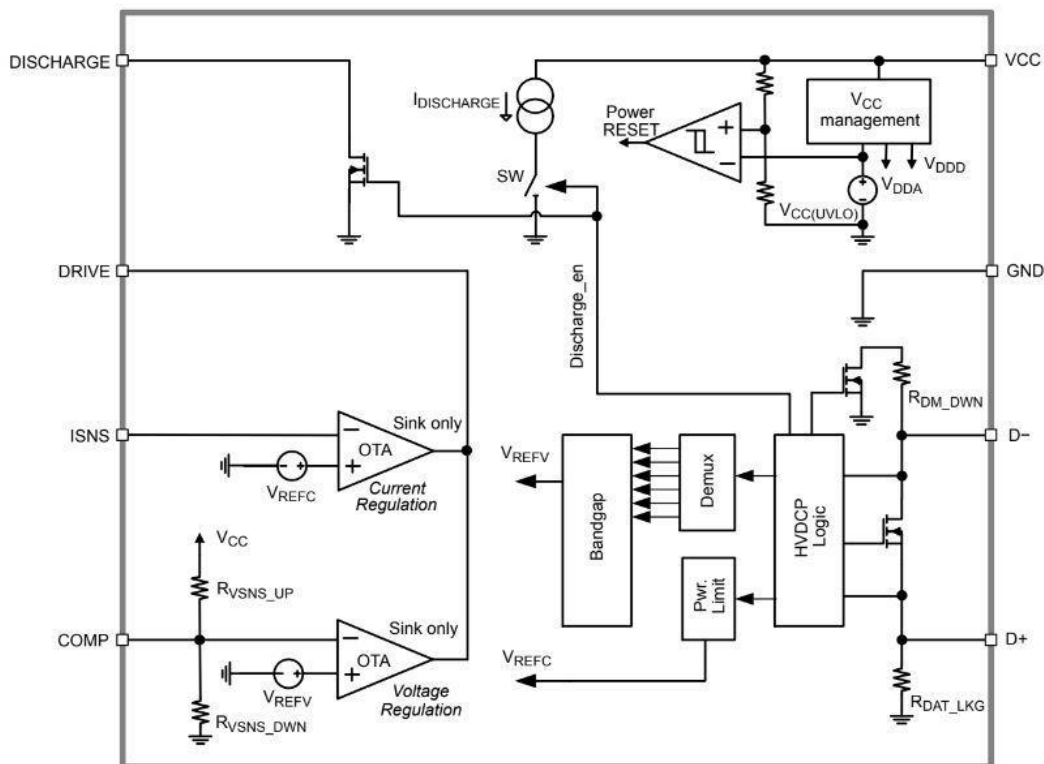
Quick charge 5.0 е най-новата версия на QC стандарта. Тя позволява да се постигне зареждане на батерията от 0-50% в рамките на 5 мин., тъй като осигурява мощност > 100W.

2. Описание на контролер Qualcomm Quick Charge-3.0 HVDCP контролер

В Quick Charge-3.0 е използван HVDCP (High Voltage Dedicated Charging Port) контролер NCP4371. [3] Той се намира от вторичната страна на адаптера за захранване и регулира обратната връзка по напрежение и ток. Напрежението на USB шината може да се контролира с дискретни стъпки от 3,6V до 20V. Токът на изхода е ограничен, за да не надвишава максимално допустимото ниво на мощност.

Логиката на контролера се основава на теорията на размитите множества, която позволява управлението на сложни технологични задачи, а в случая контрол на нивото на тока, напрежението и температурата при зареждане, с което се реализират значително по-добри резултати в сравнение на традиционните методи за управление и зареждане.

[4]



Фигура 1. Блок схема на контролера, използван в разработката на QC 3.0

3. Изследване процеса на заряд с QC 3.0.

В тази статия е тестван заряда на Li-Po батерия с QC технология. Тестът е извършен при околна температура от около 20°C.

При зареждането на батерията е използван Адаптор Speed Dual QC 3.0 Quick Charger с параметри 110-240 V, 50-60 Hz, 0,7A.

За целите на изследването е използван е софтуер за проследяване на стойностите на батерията.

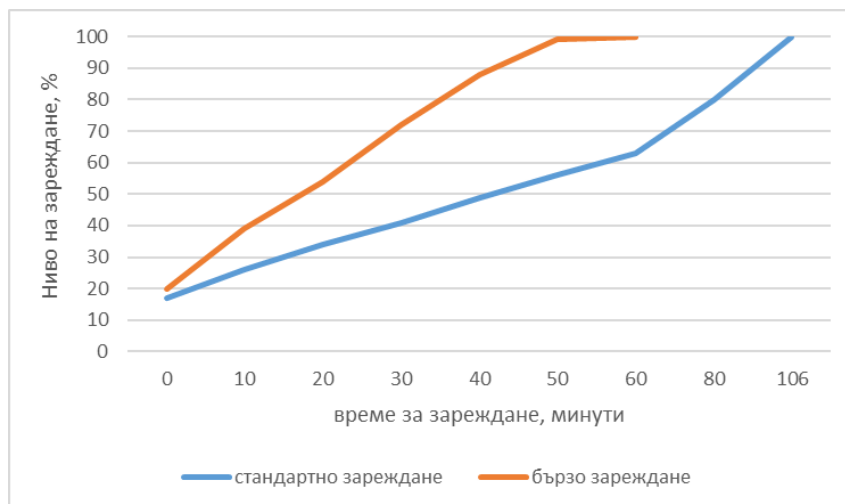
От посочените на таблици 1 и 2 данни се вижда, че в началният момент токът нараства до 6 пъти при QC зареждането в сравнение с токът при стандартното зареждане, като температурата на батерията и в двата случая е една и съща.

минути	I, mA	ниво на зареждане, %
0	2969	20
10	2643	39
20	2600	54
30	1376	72
40	1541	88
50	1040	99
51	984	100

Таблица 1. Данни при QC зареждане

минути	I, mA	ниво на зареждане, %
0	467	17
10	884	26
20	863	34
30	892	41
40	931	49
50	704	56
60	776	63
80	795	80
106	804	100

Таблица 2. Данни при стандартно зареждане



Фигура 2. Ниво на зареждане

Със стартиране на зареждането при бързото зареждане началният ток от 400 mA и достига стойност до 3000 mA, а при стандартното - от 512 mA на 900 mA т.е. стартираме с по-голям ток и запазва по-високи стойности на тока през целия цикъл на зареждане.

На графиката се вижда, че и при двата цикъла на заряд става плавно покачване на нивото на заряда, но при QC зареждането е с по-бързи темпове. На всеки 10 мин. нивото на увеличение е с 17-18% за бързото зареждане, спрямо 7-8% при стандартно зареждане. При Quick charge зареждане нивото от 50% се достига на 20-та минута, а при стандартното на 40-та минута.



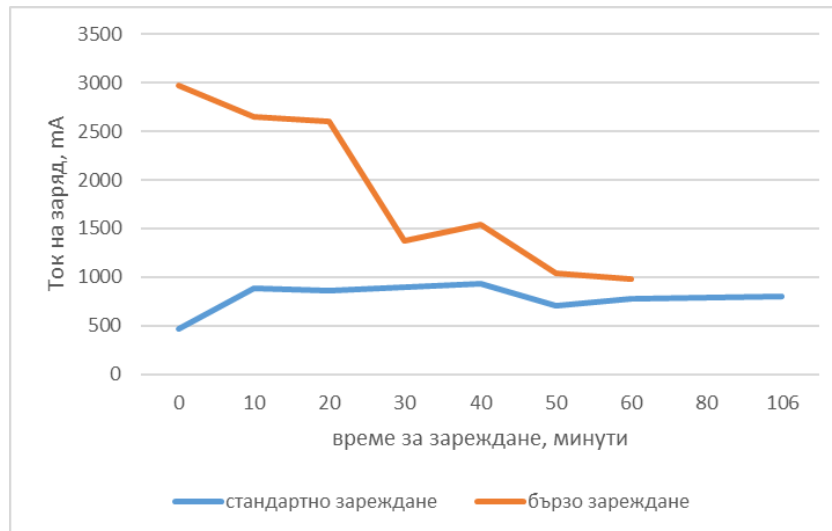
Фигура 3. Quick charge зареждане



Фигура 4. Стандартно зареждане

На фигури 3 и 4 става ясно, че пълният капацитет на батерията при зареждане с Quick charge се достига за време от 51 мин. и 17 сек. Докато при стандартното зареждане цикълът на заряд завърши след 1 час и 46 мин. 55 сек. т.е. 3 пъти по-бавно.

От фигура 3 се вижда че токът се изменя в диапазона от 444 mA до 4052 mA, докато при стандарно зареждане (фигура 4) токът е в граници от 276 mA до 1282 mA.



Фигура 5. Изменение на тока при заряд

От графиката се вижда, че при Quick charge зареждането има флукуации на тока, тъй като при покачване на температурата при заряд, тока рязко спада, за да защити устройството от прегряване. Това е така, защото зареждаме при по-висок ток за по-кратко време.

При стандартното зареждане средната стойност на тока е около 800 mA, а при бързото зареждане е около 2600 mA.

В допълнение може да се добави, че батерията издържа 21 часа до следващо зареждане, когато е заредена с бързо зарядно и 18 часа при стандартно зарядно и еднакво натоварване в двата случая.

3. Изводи:

За целите на изследването е използван мобилен телефон с Li-Po батерия и капацитет 3300 mAh, като се прави сравнение между зареждане със стандартно зарядно и такава с технология за бързо зареждане.

Използван е мобилен телефон, който поддържа технологията Quick Charge 4+.

От направените изследвания произтичат следните изводи: време за зареждане – 51 мин. и 17 сек.; ток на зареждане – 2600 mA; напрежение на зареждане – 4,163 V, температура – 38, 5°C.

Благодарение на технологията за бързо зареждане времето за зареждане на батерията намалява, удължава се живота на батерията и се увеличава експлоатационния период на устройството.

Тази технология има голямо бъдеще и ще има все по-широко приложение при различни сфери на развитие на съвременните технологии.

4. Източници:

- [1] Н. Стефанов, Токозахранващи устройства, издателство Техника, София, 1985 г.
- [2] <https://www.qualcomm.com/products/features/quick-charge>
- [3] Qualcomm Quick Charge 3.0 HVDCP Controller - <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/ncp4371-d.pdf>
- [4] Manoj, Niranjana Kumar, Vijay Pal Singh, "Fuzzy Logic Based Battery Charger For Inverter", International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 2 Issue 7, July – 2013, IJERT, ISSN: 2278-0181

OPTIMAL SOLUTIONS FOR FAST CHARGING OF ACCUMULATORY BATTERIES IN ENERGY DEPENDENT DEVICES

Elena Dimkina

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

Key words: *quick charge, mobile devices, electric cars, accumulatory batteries*

Abstract: *The drastic increase of characteristics and requirements in the process of charging, for the past years, has resulted in the need of using batteries with bigger capacity. For this purpose, manufacturers have begun to embed technologies that shorten the time for charging.*

The battery life of the accumulatory battery is shortened by thousands of cycles during charging. On the contrary, quick charge includes a technology for spearing the life of the battery and is designed to increase its life.

Different solutions for quick charging have been included in this paper like Quick charge, USB Power Delivery (USB-PD), Super Charge, TurboPower, Dash Charge/Warp Charge/OOC, Pump Express u Smart EV Charger, FLO Home Charger. Standards for charging have been observed and safety methods have been undertaken for regulation of the electricity flow and safely monitoring the temperature and voltage. Embedded chipsets have been planted to resist the high power of charging and to control the characteristic during charging.

Parameters such as overheat protection, overcharge protection, high voltage protection, overload protection, short circuit protection and others, are followed in this paper and have been embedded in the protocols of quick charge. That leads to reducing environmental resources and protects the accumulatory battery from shortening its life and their full charge.

In this paper the behavior while using quick charge has been researched. It has been taken into account the time for charging of the accumulatory battery in energy dependent devices.