



ИНТЕЛИГЕНТНИ РЕШЕНИЯ ЗА КОНТРОЛ НА ЗАРЯДА НА АКУМУЛАТОРНИ БАТЕРИИ ЧРЕЗ РАЗМИТА ЛОГИКА

Елена Димкина
edimkina@vtu.bg

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
София, ул. „Гео Милев” № 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: размита логика, контролери, мобилни устройства, акумулаторни батерии

Резюме: В статията се разглежда размитата логика (Fuzzy logic) като логически метод за зареждане на батерия, с цел оптимизиране и подобряване производителността на зарядните устройства, запазвайки капацитета от износване. Прави се сравнение между методите на традиционните зарядни и тези с размита логика. Според резултатите от сравнението, системата за зареждане с размит контрол може съкрати времето за зареждане и да ограничава повишаване на температурата. Елементите с използване в зарядно устройство с размита логика способстват да зарежда батерии за мобилни устройства с висока ефективност със слабо повишаване на температурата и подобрение на жизнен цикъл на батерията.

Благодарение на размитата логика има възможност да се описва поведението на сложни системи с помощта на лингвистична променлива и на тяхна база да се вземат управленски и живото спасяващи решения. Този метод се използва в устройствата, базирани на размита логика имат широко приложение в автоматизацията, медицината и други сфери, свързани с използването на изкуствен интелект.

1. ВЪВЕДЕНИЕ.

Днес преносимите електронни устройства (мобилни телефони, лаптопи и др.) имат широко приложение и стават все по-популярни. Вградените в тях литиево-йонни (Li-ion) батерии са изключително търсени поради дългия си живот, надеждност, висока енергийна плътност, ниска токсичност, ниска скорост на саморазреждане и висока ефективност. Литиево-йонните батерии обаче имат чувствителност от претоварване, повишаване на температура и токът на разреждане на заряда. Традиционната система за зареждане на батерията отнема много време за зареждане, което води до повишаване температурата на батерията и намалява нейният живот. Следователно е необходима система за зарядно устройство, която може да увеличи максимално необходимият капацитет на зареждане, да съкрати времето за зареждане и да удължи живота на батерията. В този доклад е разработена система за зареждане на батерията, използваща контролер с размита логика на управление. Целта е да се получи по-бързо зареждане и

поддържане живота на батерията чрез ограничаване на температурата при зареждане на батерията. Зарядното устройство трябва да има висока ефективност, режим на бързо зареждане и да гарантира безопасността на батерията от възникване на повреда [3, 4, 5, 9, 10].

Контролерът на зарядното устройство има за цел да създаде необходимото електрозахранване за акумулаторна батерия и се определи точката, до която спира зареждането, за да избегнете увреждане на енергийния източник [1, 2, 6, 7, 8].

Устройствата с размита логика на контрол се прилагат, за да се достигне по-добра производителност на зареждане на батерията. Приложението на тези интелигентните техники в проектирането са сложни и скъпи, но тяхната ефективност е висока, а щетите от прегряване са малки.

2. ЛИТИЕВО-ЙОННА БАТЕРИЯ, БАЗИРАНА НА РАЗМИТА ЛОГИКА

2.1. Приложение на контролера с размита логика:

Едно от предимствата на контролера с размита логика е, че може да се прилага за нелинейни елементи без да се използва точен математически модел. Следователно може да се приложи контролер с размита логика към зарядно устройство за батерии, тъй като литиево-йонната батерия е нелинеен елемент и има сложен математически модел. Контролерът с размита логика е подходящ метод за по-добра ефективност на зареждане и намалява времето за зареждане.

2.2. Система за контролирано зареждане с размита логика:

За намаляване на температурата на батерията по време процеса на зареждане е необходимо да се контролират всички параметри, които влияят на входния заряден ток. Задават се следните три параметъра, които влияят на входното зареждане:

- 1) Скорост на охлаждане
- 2) Скорост на нагряване
- 3) Температура

В таблица 1 е даден наборът от логически правила за управление с три входа и един изход.

Таблица 1. Променливи на входните величини

№	Входни параметри	Минимална стойност (единици)	Максимална стойност (единици)	Стойност по подразбиране (единици)	Правила
1	Скорост на охлаждане	0	1,5	0,75	Ниска (low) Умерена (moderate) високо_умерена (high_moderate) висока (high)
2	Скорост на нагряване	0	2	1	Малъка (small) средно_малъка (medium_small) средно_голяма (medium_large) голяма (large)
3	Температура	0	150	75	Ниска (low) средно_ниска (medium_low) средно_висока (medium_high) висока (high)

Таблица 2. Променливи на изходната величина

№	Изходен параметър	Минимална стойност (единици)	Максимална стойност (единици)	Стойност по подразбиране (единици)	Правила
1	Ток на зареждане	0	15	7,5	много нисък (very low) нисък (low) среден (medium) висок (high) много висок (very high)

2.3. Структура на системата:

На фиг. 1 е показана структурата на системата с размита логика, която включва входни интерфейси, логически блок и изходни интерфейси. Свързващите линии са потока от данни.

На входа се подават входните величини, чрез фъзификацията се създават функции на принадлежност. Те попадат в логическия блок, където се задават правилата за контрол заряда на батерията в размитото множество. След това дефъзификаторът се използва за преобразуване на резултатите от размитите лингвистични изводи на съответния изход. Крайният резултат е контролираният ток на зареждане на батерията.

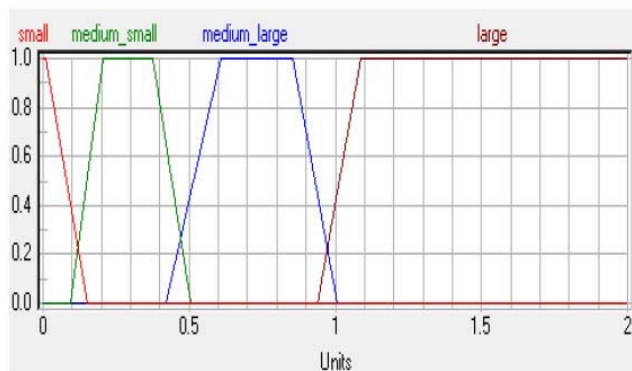


Фиг. 1. Структура на системата на размита логика

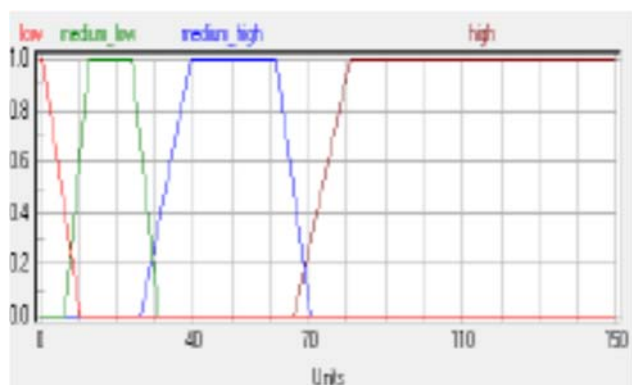
Употребата на размита логика в Matlab се осигурява чрез Fuzzy Logic Toolbox. Fuzzy Logic Toolbox осигурява функции, приложения и създаване на блок-схеми за анализ, проектиране и симулиране на системи, базирани на размита логика. Този toolbox позволява да се моделира поведението на сложни системи чрез използване на прости логически правила и след това тези правила се прилагат в системата за извеждане на размито заключение [11].

За този пример е проектиран нелинеен размит PID контролер. Инсталацията е система с три входа и един изход в дискретно време. Целта е да се постигне добра производителност и да се проследи токът на зареждане.

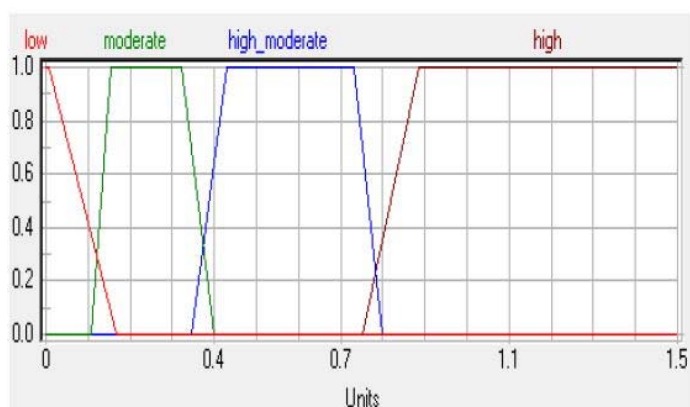
В следващите фигури са зададени функциите на принадлежност на входните и изходните променливи. Функцията на принадлежност на размито множество приема степени на принадлежност в интервала $[0, 1]$.



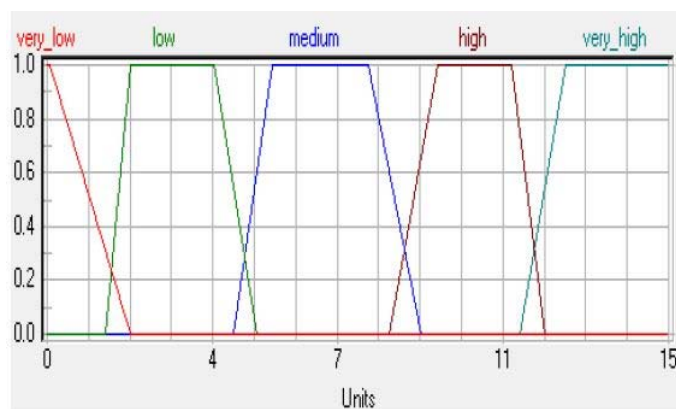
Фиг. 2. Функции на принадлежност на входна променлива „Скорост на охлаждане“



Фиг. 3. Функции на принадлежност на входна променлива „Температура“



Фиг. 4. Функции на принадлежност на входна променлива „Скорост на нагряване“



Фиг. 5. Функции на принадлежност на изходната величина „Ток на зареждане“

4. РЕЗУЛТАТИ

В тази статия е предложен метод за контролер на база размита логика, с помощта на който може да се регулира нивото на токът на зареждане според нивото на покачване на температурата на батерията. Предложен е нов размит логически контролер, който да намали температурата в допустими граници и подобри ефективността на батерията с размита логика. Това ще доведе до удължаване живота на батерията. Според резултатите от този метод зарядно устройство за батерии с размита логика подобрява ефективността спрямо традиционните зарядни устройства. В допълнение батерията се зарежда при най-ниската температура, което води до увеличаване на жизнения цикъл на батерията и ускоряване процеса на зареждане.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният модел на размитата логика за проектиране на контролери е дял на изкуствения интелект, който се използван широко днес [12]. От друга страна с развитието на програмируеми контролери и техните процесорни възможности все повече се засилва възможността за вграждането на съвременни размити алгоритми за управление. Системите с размита логика намират широко приложение в различни сфери от живота и особено в случаите при решаване на сложни и неформализирани задачи, при които традиционните методи за анализ водят до грешки [13]. В наши дни размитата логика се използва като средство за намиране на подходи и идеи за формализиране на неопределености в програмни пакети за анализ особено при сложни, многомерни, времекритични, неопределени и непредсказуеми системи.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Yang & Lee,. (2006). “Hysteresis-Current-Controlled Buck Converter Suitable for Li-Ion Battery Charger”.
- [2] Hwang, Y.-S.,Lee,. (2006). “New Li-Ion Battery Charger Based on Charge-Pump Techniques”.
- [3] Hwang, Y.-S., Wang, S.-C,W.-T. (2008). “Built-in Resistance Compensation (BRC) Technique for Fast Charging Li-Ion Battery Charger”.
- [4] Lin, C.-H, Huang,. (2008). “Fast Charging Technique for Li-Ion Battery Charger”.
- [5] Chen, L.-R., Wu, S.-L. (2009). “Detecting of Optimal Li-ion Battery Charging Frequency by Using AC Impedance Technique”.
- [6] Jiann-Jong and Ren-Guey Lee, “A High-Efficiency Multimode Li-Ion Battery Charger With Variable Current Source and Controlling Previous-Stage Supply Voltage”,
- [7] Y.-L. Ke and Y.-C. Chuang, “A novel high-efficiency battery charger with a buck zero-voltage-switching resonant converter,” IEEE Trans., vol. 22, no. 4, pp. 848– 854, Dec. 2007.
- [8] Y. S. Hwang, “New compact CMOS Li-Ion battery charger using charge-pump technique for portable applications,” IEEE Trans. Circuits Syst. I, Reg. Papers, vol.54,no. 4,pp. 705–712, Apr. 2007
- [9] L. R. Chen, “A design of optimal pulse charge system by variable frequency technique, IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 54, no. 1, pp. 398–405, Feb. 2007.
- [10] L. R. Chen, and C. S. Liu, “A Resistancecompensated phase-locked battery charger,” Proc. IEEE. May 2006.
- [11] <https://www.mathworks.com/products/fuzzy-logic.html>
- [12] А. Танева, И. Ганчев, М. Петров, „Размита логика в управлението“ International scientific conference October 10-11, 2019.
- [13] Маргарита Василева, “Размити множества: теория и практика”, НВУ „Васил Левски“ 2008

FUZZY LOGIC INTELLIGENT SOLUTIONS FOR BATTERY CHARGE CONTROL

Elena Dimkina
edimkina@vtu.bg

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

Key words: fuzzy logic, controllers, mobile devices, batteries

Abstract: In this paper fuzzy logic is portrayed as a logical method for battery charging, in order to keep the battery's good shape. Fuzzy logic is used to optimize and improve these devices. A compare has been made between old traditional methods and the new methods using fuzzy logic. The results show that the system using the new methods can reduce the time for charging and the temperature during it. While using fuzzy logic, the elements in the charger are able to charge the mobile devices with great efficiency with and a little increase in the temperature. A plus is that it also increases the life of the battery. Thanks to fuzzy logic, it is possible to describe the behavior of complex systems with the help of a linguistic variable and, on their basis, to make managerial and life-saving decisions. This method is used in automation, medicine and areas with involvement of artificial intelligence.