

טעינת סוללות : כך עושים זאת ביעילות ובביטחה !

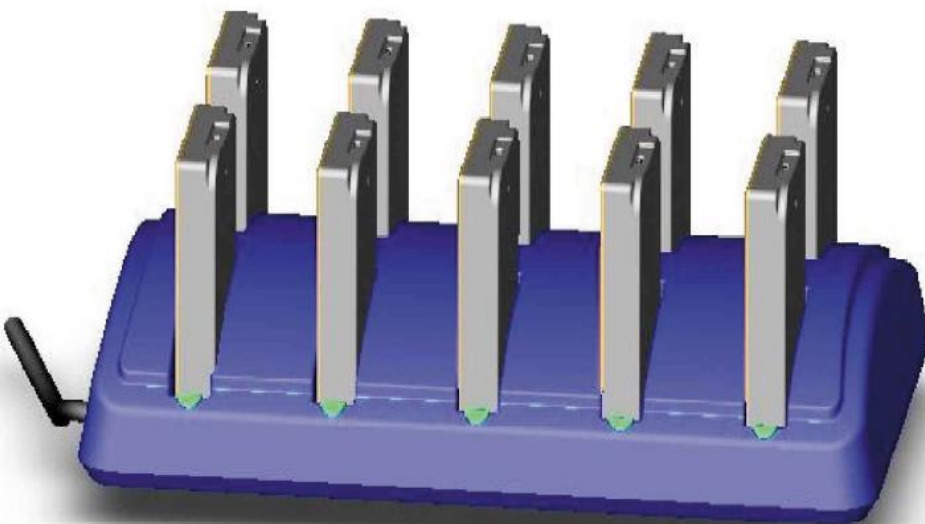
מגוון הסוללות הנטענות המוצע כיום בשוק מאפשר התאמה מושלמת של טכנולוגיית הסוללה, המתח, הקיבול, רכיבי ההגנה והבקרה וצורת האריזה של הסוללה, כך שתתאים ליישום ולמערכת שאותה אמורה סוללה זו להפעיל. בעזרת ייעוץ נכון ושימת לב לכל הדגשים החשובים המפורטים להלן, ניתן להגיע לביצועים אופטימליים ולניצול מלא וחסכוני של האנרגיה האצורה בסוללה הנטענת ללא ויתור על הבטיחות בשימוש.

טכנולוגיות של סוללות נטענות

חשוב ביותר לכל מתכנן ומפתח מערכת, המופעלת בעזרת סוללות נטענות להכיר את מאפייני כל טכנולוגיה ואת דרישות ויכולות הטעינה כדי להגדיר בתכנון המקורי את הטכנולוגיה האידיאלית ביותר ליישום.

מוצרי צריכה מודרניים עושים שימוש ב-5 טכנולוגיות עיקריות: מצבר עופרת אטום, ניקל-קדמיום, ניקל-מטל-היידריד, ליטיום-יון וליטיום-פולימר. (ראח פירוט בטבלה 1)

”ציווד אלקטרוני נייד זקוק לסוללות ומצברים טובים יותר עם קיבול גבוה יותר, גודל קטן יותר ומשקל נמוך יותר. השיפור המתמיד בטכנולוגיות הסוללות והמצברים, דורש שיטות טעינה חכמות יותר הדואגות לטעינה מהירה יותר ובטוחה יותר. זיוק גבוה יותר בניטור של תהליך הטעינה נדרש כדי להקטין את זמן הטעינה ולהגיע לטעינה של מלוא קיבול הסוללה, תוך כדי מניעת נזק לסוללה ולמשתמש.“



(דף 2 מתוך 6)

טבלה 1

טכנולוגיות של סוללות נטענות Rechargeable Batteries Technologies					
Li-Po (Lithium-Polymer)	Li-Ion (Lithium-Ion)	NiMH (Nickel Metal Hydride)	NiCd (Nickel Cadmium)	SLA (Sealed Lead Acid)	טכנולוגיה
3.7V	3.7V	1.2V	1.2V	2V	מתח נומינלי (X מס' תאים)
0.01AH	0.02AH	0.1AH	0.01AH	0.5AH	קיבול נומינלי אפשרי
200AH	500AH	100AH	100AH	2,000AH	

טבלה 2: שיטות הפסקת הטעינה המקובלות

סימול:	שיטה:
t	זמן
V	מתח
-dV/dt	שינוי בירידת מתח כתלות בזמן
I	זרם
T	טמפרטורה
dT/dt	שינוי בעליית טמפ'
DT	טמפרטורה מעל טמפרטורת הסביבה
dV/dt=0	0 שינוי במתח הסוללה

טבלה 3: אפשרויות הטעינה לפי סוגי הסוללות הקיימות

סוללות נטענות ומטענים Rechargeable Batteries & Chargers					
Li-Po	Li-Ion	NiMH	NiCd	SLA	טכנולוגיה
3.7V	3.7V	1.2V	1.2V	2V	מתח נומינלי (X מס' תאים)
0.01AH-100AH	0.02AH-500AH	0.1AH-100AH	0.01AH-100AH	0.5AH-2,000AH	קיבול נומינלי אפשרי
•	•	•	•	•	סוגי מטענים קיימים
•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	
-	•	•	•	•	מאפיינים מיוחדים
•	-	•	•	-	
•	•	•	•	•	
•	-	•	•	•	
•	•	-	-	-	

מצבר עופרת אטום -

Sealed Lead Acid (SLA):

מצברי עופרת נמצאים בשימוש ביישומים רבים בהם שאלת המחיר הינה חשובה יותר משאלת המשקל והנפח.

בדרך כלל מעדיפים טכנולוגיה זו כגיבוי במערכות אל-פסק, כגיבוי במערכות אזעקה ובמערכות תאורה סולרית נייחות. מצברי העופרת נטענים בשיטה של מתח קבוע (CV) עם הגבלת זרם למניעת חימום יתר בתחילת הטעינה כתוצאה מאספקת מלוא זרם הטעינה במצב של מצבר פרוק. מצברים אלה מסוגלים להימצא במצב טעינה תמידית לכל אורך חיי המצבר וזאת כל עוד נשמרים מגבלות הטעינה, כגון: מותח מקסימלי לתא של 2.3 וולט וטמפרטורת טעינה ועבודה קרובים לטמפ' חדר (20-30 מעלות צלזיוס).

ניקל-קדמיום -

Nickel Cadmium (NiCd):

סוללות ניקל-קדמיום נמצאות בשימוש נרחב ממשך שנים רבות וגם כיום. הם באופן יחסי נוחים וזולים לשימוש. תא ניק"ד איכותי יכול לספק במהלך חייו מעל 500 ועד 1,000 מחזורים (מחזור מוגדר כפריקה חלקית או מלאה ושלאחריה מגיעה טעינה מלאה). לסוללות הניק"ד יש רמת פריקה עצמית גבוהה יחסית. כמו כן, תא ניק"ד ניזוק מהפיכת קוטביות ולכן במארו המכיל מספר סוללות יש להימנע מפריקה עמוקה כדי להימנע מהפיכת הקוטביות של התא הבודד בעל הקיבול הנמוך ביותר.

כדי להימנע מבעייה זו, יש חשיבות לנטר את מתח המארו הכללי ולהפסיק את הפריקה במתח של 1.00 וולט לתא.

סוללות ניק"ד נטענות בזרם קבוע עם הגבלה של זמן הטעינה (תלוי ביחס בין קיבול הסוללה לזרם הטעינה קטן יותר, אזי יש יותר חשיבות לדייק בזמן הטעינה המותר).

(דף 3 מתוך 6)

ניקל-מטל-היידריד -

Nickel Metal Hydride (NiMH) :

סוללות ניקל-מטל-היידריד נמצאות בשימוש הנרחב ביותר כיום ומחליפות חלק גדול מהיישומים שהיו בשליטת טכנולוגיית הניקל-קדמיום בעבר. סוללת ה-NiMH קלה יותר ובעלת צפיפות אנרגיה גבוהה יותר מאשר מציעה טכנולוגיית ה-NiCd. סוללות אלה ניזוקות מהר יותר כתוצאה מטעינת יתר או כאשר נחשפות לטמפי יתר או טמפי סביבה גבוהה יותר מהמוגדר במפרט הונא.

לכן חשוב מאוד למדוד את זמן הטעינה הנדרש לסוללה ולהימנע מטעינת יתר. סוללות אלה פגיעות יותר לפריקת יתר, כמו כן, פריקה מתחת למתח מסויים עלול לגרום לאיבוד קבוע של כ-10%-20% מקיבול הנקוב של הסוללה. סוללות אלה סובלות מפריקת עצמית הגבוהה ביותר של כ-20% בחודש. סוללות ה-NiMH נטענות בזרם קבוע עם הגבלה של זמן הטעינה (תלוי ביחס בין קיבול הסוללה לזרם הטעינה).

אולם עקב פגיעותן הרבה לטעינת יתר יש חשיבות גבוהה יותר (מאשר בטכנולוגיית ה-NiCd) לדייק במשך זמן הטעינה המייחס לקיבול והמוגדר ע"י יצרן הסוללה.

ליטיום-יון -

Lithium-Ion (Li-Ion):

סוללות הליטיום-יון ניחנות באנרגיה משקלית ואנרגיה ניפחית הגבוהה ביותר ביחס לטכנולוגיות שניסקרו עד עתה.

סוללות הליטיום-יון נטענות בשיטת CV-CC, כלומר, טעינה בזרם קבוע ועם הגבלת מתח, ולאחר השגת המתח הרצוי, עוברת הטעינה למתח קבוע וזרם משתנה ויורד עד לרמת זרם

נמוכה שבה מופסקת הטעינה.

טעינת יתר בטכנולוגיה זו, עלולה לגרום לפגיעה במארז הסוללות ולהתפוצצות על גוף הסוללה.

טעינה בטוחה ניתנת ליישום ע"י תכנון של 3 מרכיבי המערכת, הסוללה, המטען והמערכת:

א) הסוללה: בניית מארז סוללות הכולל רכיבי הגנה וניטור טמפי ומעגלי הגנה למניעת טעינת יתר, פריקת יתר וקצר.

ב) המטען: שימוש במטען מאושר לשימוש המיישם את כל דרישות הבטיחות, כגון: מתח טעינה מדוייק (עד לדיוק של כ-2% בטולרנס המתח), זרם טעינה שלא עולה על המותר, טיימר ביטחון (יש מטענים שונים המיישמים טיימר בסוף הטעינה או בשלבים שונים של הטעינה), התחלת טעינה אך ורק במידה ויש ביטחון שמתח הסוללה תקין (גבוה מ 3 וולט לתא).

ג) המערכת: תכנון המערכת כך שתנתק מהסוללה כאשר מתח הסוללה נמוך מ 3 וולט לתא. כמו כן, שהמחברים והחיווט הפנימי לא יגרמו לסכנת קצר במגע הסוללה, ושהמערכת לא תצרוך זרם גבוה יותר ממקסימום יכולת הסוללה.

ליטיום-פולימר -

Lithium-Polymer (Li-Po):

סוללות הליטיום-פולימר מתנהגות די דומה לסוללות הליטיום-יון אך עדיין נבדלות במספר נקודות חשובות.

ככלל, סוללות אלה בעלות אנרגיה משקלית ואנרגיה ניפחית גבוהה במקצת מליטיום-יון.

צורת הטעינה גם היא בשיטת CV-CC המיושמת ב-Li-Ion.

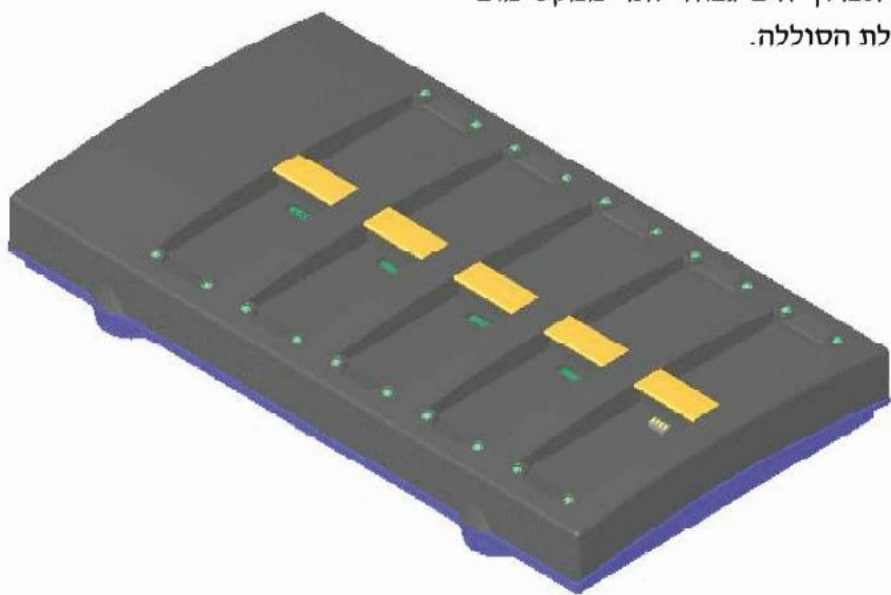
טעינת יתר בטכנולוגיה זו, עלולה לגרום להתנפחות הסוללה ולדליקה, אולם לא לפיצוץ כפי שעלול לקרות ב-Li-Ion.

התנהגות זו מאפשרת להתייחס לטכנולוגיית זו כבטוחה יותר מאשר Li-Ion.

גם בליטיום-פולימר יש להתייחס לכל 3 מרכיבי המערכת: הסוללה, המטען והמערכת, בתכנון מערכת הכוללת סוללות ליטיום-פולימר.

יתרונות הליטיום-פולימר מול Li-Ion הם:

א) תכנון מכאני: ניתן לקבל את הקיבול והמתח הדרושים בעובי סוללה קטן יותר (אם כי בשטח פנים גבוה יותר). <



(דף 4 מתוך 6)

שיטת העבודה

לאחר שהסוללה הגיעה לטעינה מקסימלית, כל האנרגיה החשמלית העודפת נהפכת לאנרגיה טרמית. בטעינה מהירה (C/1-C/5) אנרגיה טרמית זו תוביל לחימום מהיר של גוף הסוללה ובמידה ולא תופסק הטעינה, היא תגרום לפגיעה בביצועי ואורך חי הסוללה.

ניתור של טמפי הסוללה בזמן טעינה מהווה גורם חשוב בתכנון מארז הסוללה והמטען.



היישום והסביבה שבה הסוללה מיועדת לעבוד, מגדירים ומגבילים את אפשרויות שיטות הפסקת הטעינה שיישמו בסוללה.

לפעמים זה אולי יהיה לא מעשי למדוד את הטמפרטורה של המצבר ויותר קל למדוד את המתח, או ההפך.

לפי שיקולי תכנון אלה, מיישמים מנגון גילוי ירידת מתח כתלות בזמן (dV/dt) (כמנגון ראשון להפסקת הטעינה, עם בדיקת טמפי או מתח הטעינה של הסוללה כמנגון גיבוי.



טעינה של מצבר אפשרי על ידי הפיכת התגובה הכימית המחזירה את האנרגיה במערכת הכימית הנקראת "סוללה נטענת". תלוי בכימית הסוללה הבסיסית, המצבר יקבל את מאפייניו המיוחדים לטכנולוגיה זו. כאשר מתכננים מטען, נדרש ע"י המתכנן והמפתח ידע מקדים ומפורט של מאפייני הסוללה שאמורה להטען ע"י מטען זה.

זאת כדי להימנע מפגיעה בסוללה ובמשתמש כתוצאה מטעינת יתר.

צורת טעינה:

סוללות עופרת, ליטיום-יון וליטיום-פולימר נטענות מבתח קבוע CV (עם הגבלת זרם) וסוללות ניק"ד ונימ"ה נטענות בזרם קבוע עם שיטת הפסקת טעינה שונה.

זרם טעינה מקסימלי:

זרם הטעינה המקסימלי תלוי בקיבול הסוללה ומוגדר כיחס של הקיבול C. לדוגמא: טעינה של סוללה בקיבול של 1,800 מיליאמפר-שעה עם זרם טעינה של 900 מיליאמפר, מוגדרת כטעינה ב-C/2 (כלומר חצי מקיבול הסוללה). במידה ומתייחסים לטעינת הטיפטוף בגמר הטעינה של C/25 (עבור הסוללה הנ"ל) אזי מתייחסים לזרם טיפטוף של 72 מיליאמפר.

טמפרטורת יתר:

ע"י אספקת אנרגיה חשמלית לתוך הסוללה, הסוללה נטענת. אנרגיה זו משמשת לביצוע התהליך הכימי בסוללה. אבל לא כל האנרגיה החשמלית המסופקת לסוללה משמשת לביצוע התהליך הכימי ולטעינת הסוללה. חלק מהאנרגיה החשמלית נהפכת לאנרגיה טרמית ומחממת את הסוללה.

לדוגמא: קיבול של 3.3AH בליטיום-פולימר ניתן לקבל בעובי של 5.2 מ"מ. כאשר בליטיום-יון ניתן לקבל קיבול של 2.6AH בעובי של 18.2 מ"מ.

(ב) התאמת גודל ליישום: בליטיום-פולימר ניתן לקבל כמעט כל גודל רצוי ממגוון של מאות גדלים שונים, כאשר בליטיום-יון ניתן לקבל עשרות גדלים שונים.

(ג) יכולת ייצור דגם מיוחד: הודות לשיטת הייצור של הליטיום-פולימר, ניתן לייצר גודל חדש המותאם ללקוח בקלות יחסית לייצור גודל מיוחד בליטיום-יון.

(אולם, גם בליטיום-פולימר נדרשת בדיקה של כמויות דרושות וכדאיות ייצור).

(ד) צפיפות אנרגיה ויכולת אספקת זרם: זהו אחד היתרונות הגדולים של טכנולוגיה זו. סוללת ליטיום-פולימר מסוגלת לספק זרם גבוה מאוד יחסית לליטיום-יון.

לדוגמא: כאשר סוללת ליטיום-יון מסוגלת לספק עד פי 2-3 מהקיבול הנקוב של התא, סוללת ליטיום-פולימר מסוגלת לספק עד פי 8 מקיבול הסוללה וסדרות מסויימות מסוגלות גם לספק עד פי 30-50 מקיבול הסוללה.



(דף 5 מתוך 6)

מטענים למצברי עופרת:				
מק"ט Mascot:	צורת מארז ושיטת טעינה:	מיועד למצבר:	זרם טעינה מקסימלי:	מתח כניסה:
8614	Plug-in	6V, 12V	0.5A	230 VAC
2240	Desktop	6-12-24V	1.3A	90-264 VAC
9940	Desktop, 3-step charge control	12,24,36V	2.3A	90-264 VAC
9640	Plug-in, 3-step charge control	6,12,24,36V	2.7A	110/230 VAC
9641	Plug-in, 3-step charge control	6,12,24,36V	2.7A	110/230 VAC
2040	Desktop, 3-step charge control	12,24,36V	4A	90-264 VAC
2047	Desktop, 3-step charge control	12,24,36,48V	10A	230 VAC
2044	Desktop, 3-step charge control	12,24V	20A	230 VAC
9541	Desktop	12,24V	40A	230 VAC
מטענים לסוללות NiCd - NiMH				
2116	Desktop, -delta V + programmable	3-20 cells	1.3A	90-264 VAC
2115	Desktop, -delta V + programmable	3-20 cells	16W	90-264 VAC
2515	DC/DC, desktop, CPM programmable	3-20 cells	32W	10-30VDC
2215	Desktop, -delta V sensing	3-20 cells	35W	90-264 VAC
2015	Programmable -delta V sensing	3-20 cells	45W	230 VAC
2415	Desktop, -delta V + programmable	3-25 cells	65W	90-264V
מטענים לסוללות Li-Po - Li-Ion				
2240 LI	Desktop	1-7 cells	1.3A	90-264 VAC
9940 LI	Desktop, 3-step charge control	3-8 cells	2.3A	90-264 VAC
9641 LI	Plug-in, 3-step charge control	3-8 cells	2.7A	230 VAC
2040 LI	Desktop, 3-step charge control	3-8 cells	4A	90-264 VAC

טבלה 4:
מטענים סטנדרטיים שפותחו ומשווקים לכל יישום, כגון: תקשורת, רפואה, צבא, ביטחון, ים, רכב ויישומים רבים אחרים

פירוט שיטות הפסקת הטעינה:

זמן (t): זוהי השיטה הפשוטה ביותר ליישום. בדרך כלל מיישמת כמנגנון שני כגיבוי בלבד בטעינה מהירה. כמו כן, משמשת כמנגנון ראשון ליישומים שבהם נדרשת טעינה איטית של 14-16 שעות טעינה. נמצאת בשימוש ברוב הטכנולוגיות. מתח (V):

הטעינה מופסקת כאשר המתח עולה מעל גבול עליון המוגדר מראש. נמצא בשימוש בשילוב עם טעינה בזרם קבוע. זרם מירבי נקבע על ידי הסוללה, בדרך כלל 1C.

הגבלת זרם הינה הכרחית למנוע נזק תרמי לסוללה במידה וזרם הטעינה גבוה מידי.

מצברי עופרת בדרך כלל נטענים ללא הגבלת זמן ע"י מתח מקסימלי שנקבע מעל מתח הטעינה של הסוללה.

לסוללות ליטיום-יון וליטיום-פולימר, שיטה זו מוגדרת כמנגנון ראשון להפסקת הטעינה. מטעני ליטיום נטען ממשיכים למנגנון שני לאחר שהמתח המקסימלי שנקבע במנגנון הראשון הושג.

לסוללות ניק"ד ונימ"ה שיטה זו משמשת כמנגנון גיבוי בלבד. שינוי בירידת מתח כתלות בזמן (dV/dt):

שיטת הפסקת טעינה זו, משתמשת בתופעה של ירידת מתח כתלות בזמן לאחר שהסוללה נטענה למקסימום ועדיין מוזרם זרם טעינה לסוללה. בדרך כלל נמצא בשימוש בטעינת זרם. כמו כן, במצב של טעינה מהירה בסוללות ניק"ד ונימ"ה.

זרם (I): הטעינה נפסקת כאשר זרם הטעינה יורד מתחת לערך מסויים שנקבע מראש. בדרך כלל נמצא בשימוש

יורדת מתחת לסף הטמפי הבטוחה המוגדרת ע"י היצרן (ניתן ליישום בכל הטכנולוגיות של הסוללות).

שינוי בעלית הטמפי (dT/dt):

השינוי בטמפרטורה במשך הטעינה יכול להיות בשימוש כשיטה לסיום טעינה מהירה.

יש להתייחס לנתוני היצרן לגבי מידע על הסיום המדויק (בדרך כלל עליה של 1 מעלה צלזיוס תוך 1 דקה בסוללות ניק"ד).

בשימוש בסוללות ניק"ד ונימ"ה.

בטעינה במתח קבוע. כמו כן, בשלב זה מופסקת טעינת הטיפטוף שבוצעה לאחר טעינה מהירה בסוללות עופרת וליטיום-יון וליטיום-פולימר.

טמפרטורה (T):

ניתן להשתמש בערך טמפרטורה שיוגדר כמנגנון הפסקת טעינה (בעיקר לסוללות ניק"ד ונימ"ה), אבל היא מועדפת רק כשיטת גיבוי שניה בלבד. טעינה של כל טכנולוגיות הסוללות והמצברים צריכה להיות מופסקת במידה וטמפרטורת הסוללה עולה מעל טמפרטורת העבודה המוגדרת ע"י יצרן הסוללה. בנוסף נמצאת בשימוש כשיטת גיבוי שניה ולהפסקת הטעינה במקרה שהטמפי

(דף 6 מתוך 6)

מתח" במקום מטענים הדורשים מענה לכל דרישות הסוללה.

ספקים "מכויילים" אלה גורמים נזקים לסוללות, לא נותנים מענה לבטיחות הסוללה, לא טוענים את הסוללה למקסימום ולא מסוגלים לטפל בבעיות שעוללות לקרות לסוללה. כגון, מארז המורכב ממספר תאי סוללות ושבזו תא אחד או יותר לא תקינים, אותו ספק-כח יספק את מלוא זרם המוצא ולא יזהה שקיימת בעייה בסוללה ויגרום לחימום הסוללה.

ניתן למצוא בשוק יצרני מטענים איכותיים (Mascot, Friwo, Ansmann, Egston, Kokam) הנותנים מענה למגוון הטכנולוגיות חקיימות. כמו כן, ניתן למצוא מטענים המופעלים מרשת החשמל (120 V A C, 230 V A C, 12VDC,) או מרכב (90-264VAC) (24VDC).

כתבה זו נכתבה ע"י דוד דנינו – תמוז אלקטרוניקה בע"מ

סוגי מטענים:

לאור חשיבות איכות הטעינה, הבטיחות ותאימות המטען לסוללה וליישום, כדאי למתכננים ולמפתחים להסתמך על ניסיונם של יצרני המטענים והיועצים בתחום, כדי לצמצם את זמן הפיתוח, הבדיקות והאספקה של מעגל הטעינה או המטען המושלם לסוללה הנמצאת בשימוש או הנמצאת בפיתוח. מטען מכיל יחידת הספק, ואחד או יותר של המרכיבים הבאים: מנגנון זיהוי מצב סוללה, טיימר ביטחון, זיהוי זרם מינימלי להפסקת טעינה, חיווי למצב הטעינה, חיווי לתקלה, מדידת טמפרטורה, וכו'. לא אחת רואים מוצרים בשוק אשר תוכננו ללא שימת דגש על טעינה נכונה, בטיחות הסוללה והמשתמש, ויצול מקסימלי של קירול הסוללה.

כמו כן, לעיתים ניתן לראות כי ספקים מקומיים ויצרנים של ספקי-כח מחו"ל, מציעים ללקוחות ספקי-כח "מכויילים

טמפרטורה מעל טמפרטורת הסביבה (DT):

מסיים טעינה כאשר ההבדל בין טמפרטורת הסביבה (חדר) לטמפרטורה הנמדדת על גבי הסוללה, גבוה מסף שנקבע.

מתאים לסוללות ניק"ד ונימ"ה כמנגנון הגנה ראשון. שיטה זו עדיפה על פני קביעת סף טמפי קבוע, מפני שבשיטה של סף קבוע, עלול להגרם נזק לסוללה הנמצאת בטעינה בטמפרטורה קרה וכאשר טמפי הסוללה הגיעה לסף שנקבע היא נמצאת כבר בטעינת יתר. מפני שרוב המערכות מצוידות בטרמיסטור אחד, כדאי לבדוק את טמפי הסביבה לפני תחילת הטעינה.

0 שינוי במתח הסוללה ($dV/dt=0$): שיטה זו של הפסקת טעינה מאוד דומה לשיטה של dV/dt , אך נקודת ההפסקה היא יותר מדוייקת כאשר המתח לא משתנה במהלך אותו קטע טעינה. מתאים לסוללות ניק"ד ונימ"ה.