

MPP Tracking mit elektronischen Lasten der Serie ZS

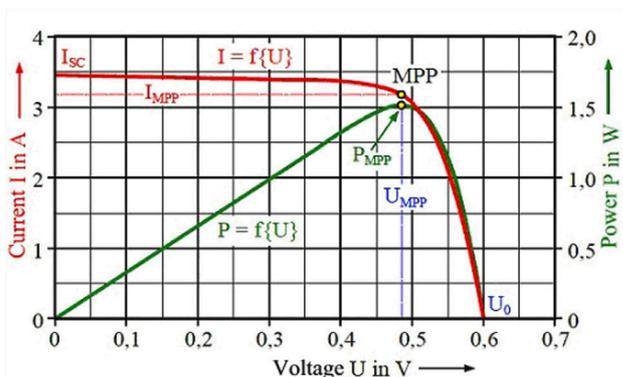
Die elektronischen Lasten der Serie ZS können durch die Option ZS13 mit der Funktion MPP Tracking (Maximum Power Point Tracking) ausgerüstet werden. MPP Tracking wird beim Betrieb von Solarpanels verwendet, um dem Panel die größtmögliche Leistung zu entnehmen. Durch die Kennlinie eines Solarpanels ergibt sich dieser Betriebspunkt (MPP). Die MPPT Funktion der elektronischen Last sucht diesen Punkt und hält ihn auch bei veränderlicher Sonneneinstrahlung bei.

Funktionsprinzip

Um die MPPT-Funktion der elektronischen Last richtig nutzen zu können, ist es erforderlich, das Regelprinzip zu verstehen. Die Elektronische Last arbeitet im MPP-Betrieb im Konstant-Spannungs-Betrieb. Wird die Funktion aktiviert, startet die Last mit einer höheren Spannung als die max. Spannung des Solarpanels und regelt die Spannung nach unten. Wenn die vorgegebene Spannung an der elektronischen Last die aktuelle Spannung des Solarpanels unterschreitet, beginnt Strom zu fließen. Die elektronische Last misst kontinuierlich Spannung und Strom und errechnet die aufgenommene Leistung. Solange die Leistung steigt, wird die Richtung der Spannungsänderung beibehalten. Fällt die Leistung (wenn die Einstellungen das Leistungsmaximum überschritten haben), wird die Richtung der Spannungsänderung umgekehrt, so dass die Leistung erneut steigt. Die elektronische Last regelt dadurch immer über den MPP.

Wie weit die elektronische Last um den MPP regelt, kann durch Eingabe des System Parameters Nr. 53 „Delta_P_min“ bestimmt werden.

Weiterhin benötigt die ZS Last noch Angaben über:



			System Parameter
Nennleistung des Panels	nominal panel power	"Pmax"	48
Leerlaufspannung des Panels	unloaded panel voltage	"VOC"	49
Max. Kurzschlussstrom	max. short circuit current	"ISC"	50
Spannung im MPP Punkt	expected voltage at MPP	"VPM"	51
aufretender Strom bei MPP	expected current at MPP	"IPM"	52
Leistungsbereich	power regulation range	"Delta_P_min"	53

Diese Parameter werden benötigt, damit die elektronische Last den passenden Strombereich einstellt und den MPP Punkt möglichst schnell findet. Die Parameter werden nichtflüchtig im Gerät gespeichert und stehen nach dem Aus- und Einschalten der Netzspannung wieder zur Verfügung.

Im Diagramm sind Spannung (oben), Strom (Mitte) und Leistung (unten) aufgezeichnet. Die elektronische Last verstellt die Spannung dauernd nach oben oder unten, bis die Leistung um den angegebenen „Delta_P_min“-Wert abweicht. Dann ändert die Spannung die Richtung, bis die gleiche Abweichung in der anderen Richtung auftritt. Bei hohen „Delta_P_min“-Werten ist deutlich der dreieckförmige Spannungsverlauf zu sehen. Die obere Spitze der Leistungskurve stellt den MPP-Wert dar.

Wird der „Delta_P_min“-Wert reduziert (hier um Faktor 10 gegenüber dem Diagramm zuvor), reduziert sich die Amplitude der Dreiecksspannung und die Leistungskurve wird ebenfalls glatter. Die elektronische Last arbeitet sehr nahe am MPP Wert.

Bei einer weiteren Verringerung von „Delta_P_min“ treten an der Spannung kaum mehr Änderungen durch den Regelvorgang auf und die Leistung wird glatt auf dem MPP Punkt gehalten.

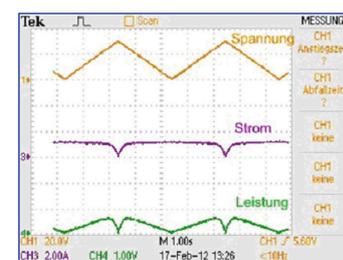
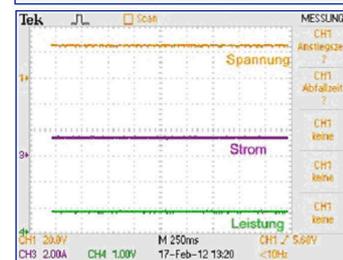
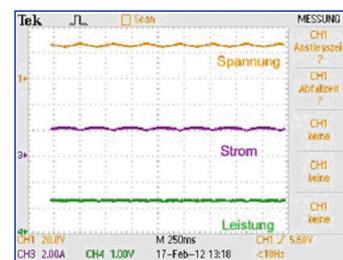
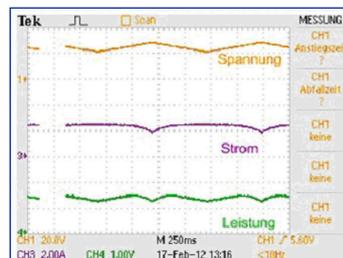
Grenzen des MPPT-Betriebes

Wenn „Delta_P_min“ für ein Panel zu groß eingestellt wird, so dass das Panel diese Leistung nicht liefern kann, so wechselt die MPP-Regelung dauernd zwischen Leerlauf und Kurzschluss des Panels. Dieser Fall kann auch auftreten, wenn das Panel abgeschattet wird oder nur eine geringe Einstrahlung vorhanden ist. Der MPP-Betrieb kann auch nicht aufrechterhalten werden, wenn die elektronische Last an ihre Leistungsgrenzen kommt (max. Spannung, max. Strom des jeweiligen Bereiches, oder max. Leistung).

Messdatenerfassung während des laufenden MPPT-Betriebes

Werden während des MPPT-Betriebes am Panel Spannung und Strom gemessen, so ist dabei zu beachten, dass aufgrund der MPP-Regelfunktion Spannung und Strom nicht dauernd konstante Werte aufweisen, sondern in Abhängigkeit von der „Delta_P_min“-Einstellung schwanken (siehe Diagramme zum Kurvenverlauf bei verschiedenen Delta_P_min-Werten).

Ist „Delta_P_min“ sehr groß eingestellt (in Relation zu der tatsächlichen Pannelleistung), so verschlechtern sich die gemessenen Leistungswerte.



Einstellen des passenden Gerätestrombereiches für den Prüfling

Die ZS elektronischen Lasten verfügen teilweise über bis zu 4 Einstellbereiche.

Beim Betrieb des MPP Trackings muss der Einstellbereich so gewählt werden, dass der max. Kurzschlussstrom bei höchster Einstrahlung noch abgedeckt wird.

Dies geschieht durch Programmieren des Parameters 50 „ISC“ (Kurzschlussstrom des Panels). Das Gerät stellt dann bei Start des MPP Trackings den geeigneten Strombereich ein und behält diesen bei.

Bei geringer Einstrahlung auf das Panel kann es jedoch vorkommen, dass ein deutlich geringerer Strom fließt und damit die Wahl eines kleineren Strombereiches sinnvoll wäre.

In diesem Fall muss der „IPM“ Wert entsprechend geringer programmiert werden, damit das Gerät einen kleineren Strombereich auswählt. Überprüfen Sie dazu, welche Strombereiche die elektronische Last zur Verfügung stellt. Wenn in diesem Fall jedoch unerwartet die volle Einstrahlung auftritt, kann es vorkommen, dass die Last einen höheren Strom als den möglichen Maximalstrom des eingestellten Bereiches einstellen müsste, um den MPP zu halten. Die elektronische Last signalisiert dann Überstrom „OCP“ (Überstrombegrenzung).

Der „OCP“ Status sollte deswegen vom Steuerprogramm laufend ausgelesen werden, um richtig reagieren zu können (Wechsel auf einen höheren Strombereich).

Ermitteln des Delta_P_Min-Parameters für ein Panel

Der Parameter Delta_P_Min gibt an, wie weit die Regelung um den zuletzt ermittelten MPP-Punkt abweichen darf, um den MPP bei jedem Regelvorgang neu zu ermitteln. Bei einem Neugerät wurde Delta_P_Min werksseitig auf folgenden Wert gestellt.

$$\text{Delta_P_min} = 0.0002 \cdot \text{max. Eingangsspannung} \cdot \text{max. Strom}$$

Beispiel: ZS530-3:

$$\text{Delta_P_min} = 0.0002 \cdot 300 \text{ V} \cdot 12 \text{ A} = 0,72 \text{ W}$$

Diese Einstellung ist für ein Panel ab 50 W gut geeignet. Beim MPP Tracking weicht der tatsächliche Wert dann nur 0.72 W vom MPP ab. Bei leistungsschwächeren Panels sollte aber ein kleinerer Wert eingestellt werden, da sich die MPP Regelung sonst zu weit vom tatsächlichen MPP Punkt entfernt und die Leistung im Mittel dann deutlich darunter liegt.

Der Wert für „Delta_P_Min“ sollte sinnvollerweise auch geändert werden, wenn dauerhaft nur eine schwache Einstrahlung gegeben ist. Wenn ein Panel nur mehr einen Bruchteil seiner Leistung liefert, sollte der „Delta_P_Min“ Wert angepasst werden. Entsprechend ist auch bei einem Strombereichswechsel wegen zu geringer Einstrahlung der Wert für Delta_P_Min zu korrigieren. Wird Delta_P_Min auf 0 gestellt, so benutzt das Gerät intern den technisch kleinstmöglichen Wert. Der Delta_P_Min Wert ist nichtflüchtig im Gerät gespeichert und bleibt nach dem Aus- und Einschalten der Netzspannung erhalten.

Technische Daten des Panels:

Nennleistung P	224 W
Spannung bei Nennleistung	29,2 V
Strom bei Nennleistung	7,68 A
Leerlaufspannung	36,8 V
Kurzschlussstrom	8,09 A



MPP Tracking Programmierbeispiel

Befehle:

```

SYSTEM:PARAMeter 48,224
SYSTEM:PARAMeter 49,36.8
SYSTEM:PARAMeter 50,8.09
SYSTEM:PARAMeter 51,29.2
SYSTEM:PARAMeter 52,7.68
SYSTEM:PARAMeter 53,0.5
MODE:VOLT
MODE:MPP
INP ON
    
```