

Nullstrom Leistungsmesser / Regler für bedarfsgerechte Netzeinspeisung aus Batteriewechselrichtern

(Softwareversion 1.00.00)

Jens Dietrich
Bautzener Str. 9a
D-02977 Hoyerswerda
Tel.: +49 (0) 3571 6027653
Fax.: +49 (0) 3571 6027654
jd@icplan.de
<https://www.icplan.de>

Idee und Konzept

Der hier beschriebene und von mir entwickelte Leistungsmesser hat die Aufgabe in Echtzeit den Stromfluss auf einer Strom-Phase in einem Wechselstromkreis zu messen. Im Ergebnis kann dann beispielsweise einen Batteriewechselrichter so steuern, dass ein Null-Bezug (Null Einspeisung) möglich wird. In jeder Sekunde werden fast 10000 Einzelmessungen von Strom und Spannung durchgeführt und so berechnet, dass die aktuelle Leistung zwischen -5000 Watt und +5000 Watt auf dieser Phase erkannt wird. Neben dem aktuellen Wert der Leistung wird auch die eindeutige Stromrichtung erkannt. Wird Strom aus dem Versorgernetz bezogen (verbraucht) wird die Leistung als positiver Wert ausgegeben. Ein negativer Wert der Leistung bedeutet, dass Strom in das Versorgernetz eingespeist wird.

Die Strommessung erfolgt mit einem Klappstromwandler. Der Klappstromwandler wird einfach über die stromführende Leitung geklipst. Es ist nicht erforderlich die Leitung zu öffnen und hier irgendwelche Messeinheiten dazwischenschalten. Am hier verwendeten Stromwandler können Leitungen von bis zu 12mm Durchmesser (incl. Isolierung) verwendet werden. Der Stromwandler liefert eine Ausgangsspannung von 1 Volt bei einem Stromfluss von 30 A. Wird die falsche Stromrichtung angezeigt, kann einfach der Stromwandler gedreht oder die beiden eingeklemmten Leitungen davon im Leistungsmesser gedreht werden. Der Null Leistungsmesser kann in zwei verschiedenen Betriebsarten verwendet werden. Beide Betriebsarten unterscheiden sich durch die Auswertung der gemessenen Leistung erheblich und sind in zwei getrennten Abschnitten genau beschrieben.

Mode = 0

Direkte Ansteuerung eines Wechselrichters über das analoge 0-10 Volt Normsignal. Das analoge 0-10 Volt Signal ist die Leistungsanforderung für den Batteriewechselrichter.

Diese Funktion verwende ich selbst für die Ansteuerung eines EVT248 / EVT500 Netzwechselrichters den ich als geregelten Batteriewechselrichter mit einer 24 Volt LiFePo4 Solarbatterie betreibe.

Durch eine fehlende Kabelverbindung zwischen Leistungsmesser und Wechselrichter nutze ich aber die Möglichkeit, per WLAN einen UDP Datensatz mit der Leistungsanforderung zu versenden. Das UDP Empfängermodul macht dann wieder ein 0-10 Volt Signal was den EVT Wechselrichter ansteuert.

Mode = 1

Direkte Ausgabe der aktuellen Leistungsanforderung für den Netzwechselrichter als analoges 0-10 Volt Normsignal. Bei 500 Watt als Leistungsanforderung wird eine analoge Spannung von 5 Volt am 0-10 Volt Ausgang ausgegeben. Die aktuelle Leistung kann zusätzlich auch wieder als UDP Datensatz per WLAN versendet werden.

Zusätzlich kann die aktuelle Leistung auch an einen kostenfreien Cloud Dienst (thingspeak.com) senden. Über Jahre kann man bei Thingspeak diese Leistungsdaten speichern, mit individuellen Graphen auswerten oder auch mit eigenen Anwendungen (PC, Raspberry, ESP...) abrufen und beliebig selbst weiterverarbeiten.

Start des Leistungsmessers / Leistungsreglers

Nachdem die Spannung angelegt oder der Resettaster am ESP Wemos D1 gedrückt wurde, zeigt das OLED Display für 10 Sekunden den Startbildschirm mit Informationen zur Softwarebezeichnung, der Softwareversion und des Datums der Software. Um Einstellungen am Leistungsmesser per WLAN vorzunehmen, muss in dieser Zeit kurz der Taster gedrückt werden. Siehe nächstes Kapitel. Als nächstes versucht der Leistungsmesser über die hinterlegten WiFi Zugangsdaten eine Verbindung innerhalb von 30 Sekunden aufzubauen. Kann keine Verbindung hergestellt werden, dann wird dies auch so im Display dargestellt. Wenn eine Verbindung hergestellt und eine IP Adresse vom Router bezogen werden konnte, wird diese IP Adresse für einige Sekunden im Display gezeigt.

P0-Conr.

Version: 1.00.00
Date: 22.03.2022
www.icplan.de

Einstellungen am Leistungsmesser anpassen

Einstellungen und Parameter des Leistungsmessers werden über ein einfaches integriertes Webfrondend bequem eingegeben und geändert.

Wie?

>>> Wird nach einem Neustart innerhalb von 10 Sekunden kurz der Taster gedrückt, dann aktiviert der Leistungsmesser einen eigenen WLAN Accesspoint. Dieser Accesspoint ist nur während der Einstellungen aktiv. Zum Konfigurieren ist ein PC oder Laptop mit WLAN notwendig. Getestet habe ich unter MacOS einen Safari und unter Win10 den EDGE Browser. Andere Browser können, müssen aber nicht funktionieren.

Wenn der Leistungsmesser später in das WLAN eingebunden werden soll, muss der Router selbst per DHCP IP Adressen vergeben können. Eine manuelle IP Konfiguration oder eine WPS Netzwerkkonfiguration ist nicht möglich. Der Leistungsmesser verbindet sich nach der Konfiguration über den WLAN Sicherheitsstandard WPA2 mit Ihrem Netzwerk.

Wollen Sie nur den 0-10 Volt Ausgang verwendet, kann auf eine WLAN Verbindung vollständig verzichtet werden.

Nach dem Start des internen Accesspoints finden Sie ein Funknetzwerk mit der SSID „P0-Controller“. Als Passwort geben Sie „12345678“ ein.

Sicherheit?

>>> Dieser einfache Zugang kann nicht aus der Ferne ausgenutzt werden, da immer vor Ort der Tastendruck beim Start des Leistungsmessers erforderlich ist um den integrierten Accesspoint zu starten.

Nachdem sich Ihr PC oder Laptop mit dem Accesspoint vom Leistungsmesser verbunden hat, kann man die Konfigurationsseite über <http://192.168.4.1> öffnen. Jeder Eingabebefehl beginnt mit einem #-Zeichen und einer zweistelligen Funktionsnummer. Dann folgen ohne Leerzeichen die Parameter. Mit einem Tastendruck auf „Save and Check“ werden diese Daten an den Leistungsmesser gesendet. Nach allen Eingaben kann man gleich aus der Weboberfläche den Leistungsmesser mithilfe von Befehl #98 neu starten. Auf der Konfigurationsseite sind alle möglichen Befehle auch kurz beschrieben.

Wenn Sie nur die 0-10 Volt Analogausgabe nutzen wollen, machen die Eingaben zu UDP und MQTT keinen Sinn.

Beschreibung Mode = 0

Auf der obersten Zeile des OLED Displays werden etwa im Sekundentakt die Netzspannung und die aktuelle Leistung angezeigt. Wie schon beschrieben bedeutet eine positive Leistung, dass Strom aus dem Versorgernetz bezogen wird. Bei der Anzeige einer negativen Leistung wird Strom in das Versorgernetz gespeist.

Der analoge 0-10 Volt Ausgang erhöht den Spannungspegel nach jeder Messung kontinuierlich, wenn eine Leistung aus dem Versorgernetz bezogen wird. Dieser 0-10 Volt Ausgang steuert ja den Batteriewechselrichter und umso höher dieses analoge Signal ist, desto mehr wandelt der Netzwechselrichter an Leistung aus den Akkus um. Der 0-10 Volt Pegel steigt also, bis der Leistungsmesser eine Leistung von nahe Null misst. Wird durch Laständerung zu viel vom Wechselrichter gewandelt (gemessene Leistung wird also negativ) verringert sich der analoge Wert wieder. Es wird also ständig nachgeregelt. Bei starken Laständerungen kann der Leistungsmesser einige Sekunden an Zeit benötigen um den analogen Wert passend für den Wechselrichter einzustellen. Ist kein Wechselrichter angeschlossen, läuft der analoge Wert bei einem Strombezug langsam in Richtung 10 Volt und verbleibt hier. Die Konfiguration bietet eine Möglichkeit den minimalen und auch den maximalen Wert der 0-10 Volt Analogausgabe zu begrenzen. Möchte man aus bestimmten

Gründen den Wechselrichter nicht bis auf voll auf 100% Leistung betreiben, könnte man den Maxwert einfach auf einen geringeren Wert als 1000 stellen. Werden hier 600 bei „MaxFactor“ eingestellt, läuft der analoge 0-10 Volt Ausgang nur bis maximal 6 Volt. Im mittleren Bereich der OLED befindet sich ein Graph. Dieser zeigt den Verlauf des Reglers der letzten Stunde an. Die dargestellten 0-100% stellen somit auch die Ausgangsspannung von 0-10 Volt dar. Für eine schönere Ansicht skaliert sich der Graph auf der Y Achse automatisch.

Auf der untersten Zeile können wechselnde Informationen erscheinen. Wird „Range = ...“ angezeigt, dann entspricht der Wert „Range“ den höchsten Darstellungsbereich des Graphen. Am Ende dieser Zeile wird der Regelwert für den Wechselrichter angezeigt. Auf dieser Zeilenposition werden aber auch noch zeitweise Informationen angezeigt, wenn Daten per UDP und MQTT gesendet werden. Sobald so eine Ausschrift zu sehen ist, hat der Leistungsmesser versucht per WLAN Leistungsdaten per UDP und/oder per MQTT an die Cloud zu senden. Das Versandintervall kann in der Konfiguration frei gewählt werden. Die Verwendung vom Versand der Leistungsanforderung zum Wechselrichter per UDP bietet sich dort an, wenn die Entfernung zwischen Leistungsmesser und Wechselrichter recht groß ist oder es keine Leitungen für die Übertragung des 0-10 Volt Analogwertes gibt. Parallel zum Analogwert werden hier 4 Zahlen versendet. So als ob der analoge Wert eine Nachkommastelle hat. Wird z.B. ein analoger Wert von 3,75 Volt ausgegeben, werden als UDP Datenpaket 375 gesendet. Auch dieser Wert kann von den Werten „MinFactor“ und „MaxFactor“ aus der Konfiguration begrenzt werden.

An den Thingspeak Cloud Dienst können die Werte (Factor, aktuelle Leistung) über selbst einstellbaren Intervall versendet werden. Bei einem kostenfreien Account sollte man lt. Nutzungsbedingungen aber nicht öfters als alle 60 Sekunden senden. Wird zu häufig und mit zu kurzem Intervall gesendet, werden die Daten bei Thingspeak einfach verworfen.

Beschreibung Mode = 1

Auf der obersten Zeile des OLED Displays werden wie bei Mode = 0 etwa im Sekundentakt die Netzspannung und die aktuelle Leistung angezeigt. Auch hier bedeutet eine positive Leistung, dass Strom aus dem Versorgernetz bezogen wird. Bei der Anzeige einer negativen Leistung wird Strom in das Versorgernetz gespeist.

Passend zur Leistung (Bezug aus Versorgernetz) werden 0-1000 Wat als analoge 0-10 Volt Ausgangsspannung ausgegeben. Wird eine höhere Leistung aus dem Versorgernetz bezogen, verbleibt die analoge Spannung bei 10 Volt. Bei einer negativen Leistung (Leistung wird ins Versorgernetz gespeist) verbleibt der analoge Ausgangspegel bei 0 Volt. Auch hier besteht die Möglichkeit den minimalen und auch den maximalen Wert der 0-10 Volt Analogausgabe zu begrenzen. Sollen nur maximal 7 Volt ausgegeben werden, könnte man wieder den Maxwert „MaxFactor“ einfach von 1000 auf 700 stellen. Ebenso kann der minimale analoge Ausgangswert begrenzt werden. Möchte man für einen Test seines Wechselrichters einen festen und fixen analogen Wert ausgeben, kann man bei „MinFactor“ und „MaxFactor“ den gewünschten Wert einstellen und nutzen.

Der Graph im mittleren Bereich der OLED Anzeige zeigt den Verlauf der aus dem Netz bezogenen Leistung der letzten Stunde an. Auch hier skaliert sich der Graph auf der Y Achse automatisch.

Auf der untersten Zeile können wechselnde Informationen erscheinen. Wird „Range = ...“ angezeigt, dann entspricht der Wert „Range“ den höchsten Darstellungsbereich des Graphen. Auf dieser Zeilenposition werden aber auch noch zeitweise Informationen angezeigt, wenn Daten per UDP und MQTT gesendet werden. Sobald so eine Ausschrift zu sehen ist, hat der Leistungsmesser versucht per WLAN Leistungsdaten per UDP und/oder per MQTT an die Cloud zu senden. Das Versandintervall kann in der Konfiguration frei gewählt werden.

Per UDP werden die aktuellen Leistungsangaben als INT Variable zwischen -5000 und +5000 Watt versendet.

Die Werte „MinFactor“ und „MaxFactor“ werden nicht für eine Begrenzung verwendet. An den Thingspeak Cloud Dienst können wieder die Werte (Factor, aktuelle Leistung) über

selbst einstellbaren Intervall versendet werden. Wie beschrieben nicht öfters als alle 60 Sekunden senden.

Info Display

Wird im Betrieb (egal Mode = 0 oder Mode = 1) die Taste gedrückt, werden die wichtigsten Daten und Parameter auf dem OLED Display tabellarisch dargestellt.

- IP Adresse
- Uptime (Laufzeit des Leistungsmessers in Tagen, Stunden, Minuten, Sekunden)
- Softwareversion
- Softwareversionsdatum
- Min und Max UDP Factor
- Korrekturfaktor Spannung und Strom

In der untersten Zeile wird ein Sekundenzähler von 30 rückwärts gezählt. Dieser hat zwei Sonderfunktionen.

- <20 analoger Ausgang liefert 10 Volt für die Justage der Ausgangsspannung
- <1 der Leistungsmesser wird neu gestartet (Softreset)

Justagehinweise

ACHTUNG ! Nach dem Anschluss der Netzspannung liegen gefährliche Spannungen am Leistungsmesser an. Berühren Sie nun nicht mehr keine Anschlüsse der untersten Leiterplatte.

Bitte sicherstellen, dass der korrekte Stromwandler verwendet wird. Es muss ein Stromwandler vom Typ 30 A / 1 Volt sein.

Die Korrekturfaktoren „CorrectionFactorVoltage“ und „CorrectionFactorPower“ auf 1.00 stellen. Unbedingt einen Punkt nach der eins verwenden! Die eingestellten Korrekturfaktoren kann man sich auch im Infodisplay anzeigen lassen. Im Webfrondend sind die aktuell eingestellten Werte in eckigen Klammern dargestellt.

Als Netzspannung für den Leistungsmesser muss die 230 Volt Spannung der Phase verwendet werden, auf der der Stromwandler montiert wurde. Die angezeigte Spannung kann über den Spindelregler R8 korrigiert werden. Mit einer Rechtsdrehung erhöht sich der angezeigte Spannungswert.

Die 10 Volt Ausgangsspannung wird per Infodisplay eingestellt. Spannungsmesser mit 10 Volt Messbereich am analogen Ausgang klemmen und länger als 10 Sekunden den Taster drücken. Ab Sekundenzähler <20 wird eine feste Spannung von 10 Volt ausgegeben und man kann diese über den Spindelregler R13 justieren. Bei einer Rechtsdrehung erhöht sich der Spannungswert.

Mit den beiden einstellbaren Korrekturfaktoren „CorrectionFactorVoltage“ und „CorrectionFactorPower“ können die angezeigte Spannung und die angezeigte Leistung auch per Software nachjustiert werden. Meine drei getesteten Stromwandler machten aber eine Nachjustage nicht erforderlich.

Netzwerkports

Der Leistungsmesser benötigt für seinen Betrieb keine Verbindung zum Internet. Für die interne Kommunikation zwischen Leistungsmesser und einem abgesetzten 0-10 Volt Ausgabemodul wird der UDP Port 40004 verwendet.

Wenn der Leistungsmesser seine Daten in die Cloud senden soll, ist der Port TCP 443 zum Internet freizuschalten.

UDP Zieladressen

Es können zwei UDP Zieladressen eingestellt werden.

UDP1 ist die Zieladresse für den ESP Wemos D1 Controller, der die Sollwertvorgabe von 0-10

Volt am Wechselrichter realisiert. Die Datenverbindung ist verschlüsselt und wird auch über eine Prüfsumme gesichert.

UDP2 ist die IP Zieladresse für eigene Anwendungen lt. ESP8266 Softwarebeispiel (Arduino). Hier werden die Daten nicht verschlüsselt, aber mit einer Prüfsumme gesichert.