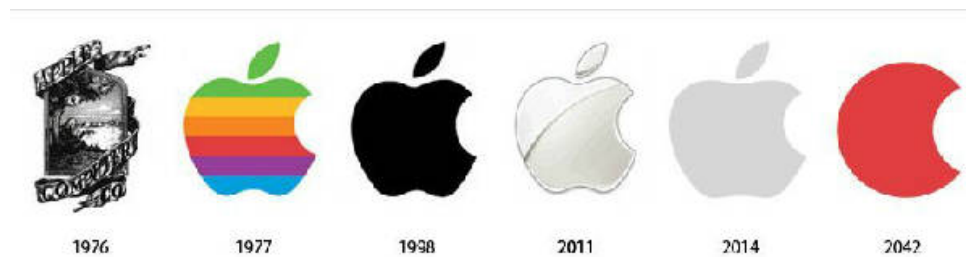


Fachbericht Virtual Sun

HS15 Pro3E Team 3

Windisch, 19. November 2015



AUFTRAGGEBER: HANS GYSIN

BETREUER: MATTHIAS MEIER (CONTROLLERPROGRAMMIERUNG)
PETER GANZMANN (ANALOGTECHNIK)
BONNIE DOMENGHINO (ENGLISCH)
ANITA GERTISER (KOMMUNIKATION)

GRUPPE: HS15 PRO3E TEAM 3

TEAMMITGLIEDER: SIMONETTA STURM (PROJEKTLLEITER)
YANICK FREI
CLAUDIUS JÖRG

STUDIENGANG: ELEKTRO- UND INFORMATIONSTECHNIK

Auftrag / Lastenheft

Windisch, 17.9.15

PV-Modul Simulator

Anlass:

Für das Projekt P4 im nächsten Semester ist die Entwicklung eines Überwachungsgerätes für Photovoltaik-Module (PV-Module) vorgesehen. Um dieses Überwachungsgerät im Labor testen zu können, soll in diesem Semester als P3 Arbeit ein PV-Modul Simulator entwickelt und als Laborgerät aufgebaut werden. Dieser Simulator dient als Labor-Netzgerät mit der Charakteristik eines PV-Moduls und muss die unten aufgeführten Eigenschaften (Anforderungen) aufweisen.

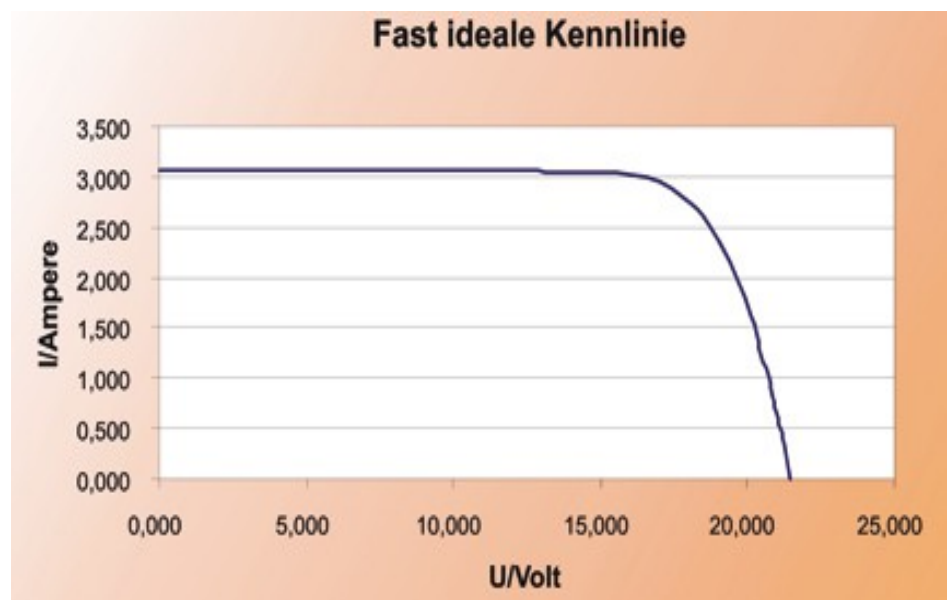
Aufgabe:

Sie sollen ein kompaktes Gerät herstellen, welches im Labor als Speise- bzw. Testgerät eingesetzt werden kann und die Eigenschaften eines PV-Moduls aufweist. Wie bei einer Photovoltaik-Anlage, bei der mehrere Module in Serie zu einem String zusammengeschaltet werden, soll auch Ihr Gerät mit den Geräten anderer Gruppen in Serie geschaltet werden können und so eine ganze PV-Anlage bzw. einen String einer Anlage simulieren können.

Anforderungen:

- Standard-Elektronik für den Betrieb in Laborumgebung, kompaktes "Laborgehäuse"
- Komponentenkosten max. ca. CHF 200.-
- Betrieb ab Netz mit einem käuflichen Speisegerät (eingebaut oder als Kabelnetzgerät) für die Realisierung der Zwischenkreis-DC-Spannung
- Anschluss der Last über zwei Laborbuchsen (+/-) in der Front des Gerätes
- Bedien- und Anzeigeelemente sind "frei" definier- bzw. realisierbar
- Kennlinie in Microcontroller einprogrammiert
- Funktionsprinzip als Schaltregler (keine Längswiderstände / keine unnötigen Verluste)
- Kennlinie des PV-Moduls nebenan ist zu realisieren.

Die Graphik zeigt die Kennlinie bei einer Einstrahlung von 100%.
(Der Kurzschlussstrom ist ca. proportional zur Einstrahlung)



- Die Einstrahlung muss von ca. 20% bis 100% einstellbar sein
- Die Genauigkeit von Strom und Spannung (Rippel) sollte besser +/- 5% sein
- Serieschaltung mit weiteren Geräten muss möglich sein (keine Potenzialbindungen)
- Wirkungsgrad und Kennlinie des Gerätes müssen gemessen und dokumentiert werden.

Wunschziele:

- Kennlinien eines verschmutzten und eines teilabgeschatteten Moduls einprogrammiert
- Kennlinien eines defekten (Zellendefekt) Moduls einprogrammiert

Viel Erfolg ! Auftraggeber: Hans Gysin Fachcoaches: Matthias Meier und Peter Ganzmann

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Theoretische Grundlagen	3
2.1	Solarzellen	3
2.2	Mathematik	4
3	Hardware	6
3.1	Controller	6
3.2	Messschaltung	7
3.3	Regler	8
3.4	Bedienung	9
4	Software	10
4.1	Regelung	10
4.2	Bedienung	11
4.3	Software	12
5	Validierung	13
5.1	Hardware	13
6	Schlusswort	14
A	Anhang	15

1 Einleitung

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Solarzellen

2.2 Mathematik

Gemäss **Quelle: Photovoltaik Engineering** lässt sich die Kennlinie der Solarzelle aus folgenden Parametern berechnen:

$$I_{SC} = 3.09A$$

$$U_{OC} = 22.0V$$

$$I_{Pmax} = 2.90A$$

$$U_{Pmax} = 18.0V$$

Mit diesen Werten können die weiteren Parameter M (Steigung im Leerlaufpunkt), R_{Pv} (Solarzellenwiderstand), U_T (Temperaturspannung) I_0 (Sperrstrom) und I_{Ph} (Photostrom) berechnet werden:

$$M = \frac{U_{OC}}{I_{SC}} \cdot \left(-5.411 \cdot \frac{I_{Pmax} \cdot U_{Pmax}}{I_{SC} \cdot U_{OC}} + 6.450 \cdot \frac{U_{Pmax}}{U_{OC}} + 3.417 \cdot \frac{I_{Pmax}}{I_{SC}} - 4.422 \right) = -0.6607 \quad (1)$$

$$R_{Pv} = -M \cdot \frac{I_{SC}}{I_{Pmax}} + \frac{U_{Pmax}}{I_{Pmax}} \cdot \left(1 - \frac{I_{SC}}{I_{Pmax}} \right) = 0.2973\Omega \quad (2)$$

$$U_T = -(M + R_{Pv}) \cdot I_{SC} = 1.1228V \quad (3)$$

$$I_0 = I_{SC} \cdot e^{\frac{U_{OC}}{U_T}} = 9.5637nA \quad (4)$$

$$I_{Ph} = I_{SC} = 3.09A \quad (5)$$

Mit den Werten von (1) bis (5) kann nun mit folgender Formel die Kennlinie der Solarzelle berechnet werden:

$$U(I) = U_T \cdot \ln \left(\frac{I_{Ph} - I + I_0}{I_0} \right) - I \cdot R_{Pv} \quad (6)$$

Die Kennlinie, welche in Abbildung 1 dargestellt ist, wurde aus (6) mittels Matlab erzeugt. Dazu wurde die Spannung U auf die x-Achse und der Strom I auf die y-Achse aufgetragen. Abbildung 2 zeigt zum Vergleich die vom Auftraggeber geforderte Kennlinie. Da zwischen den beiden Kennlinien keine Unterschiede bemerkbar sind, wird (6) als gültig betrachtet.

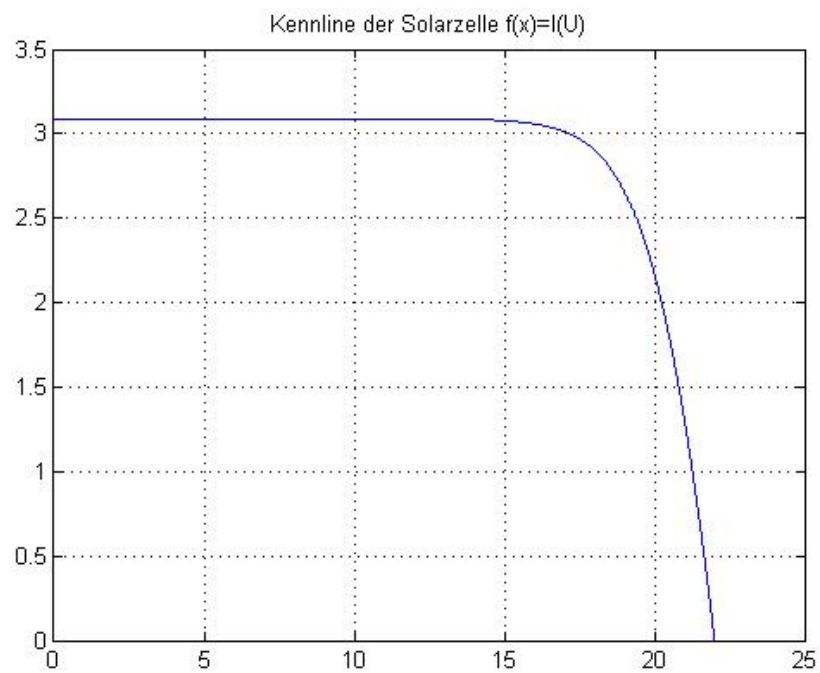


Abbildung 1: Die Kennlinie, welche mittels der Formeln ermittelt wurde.

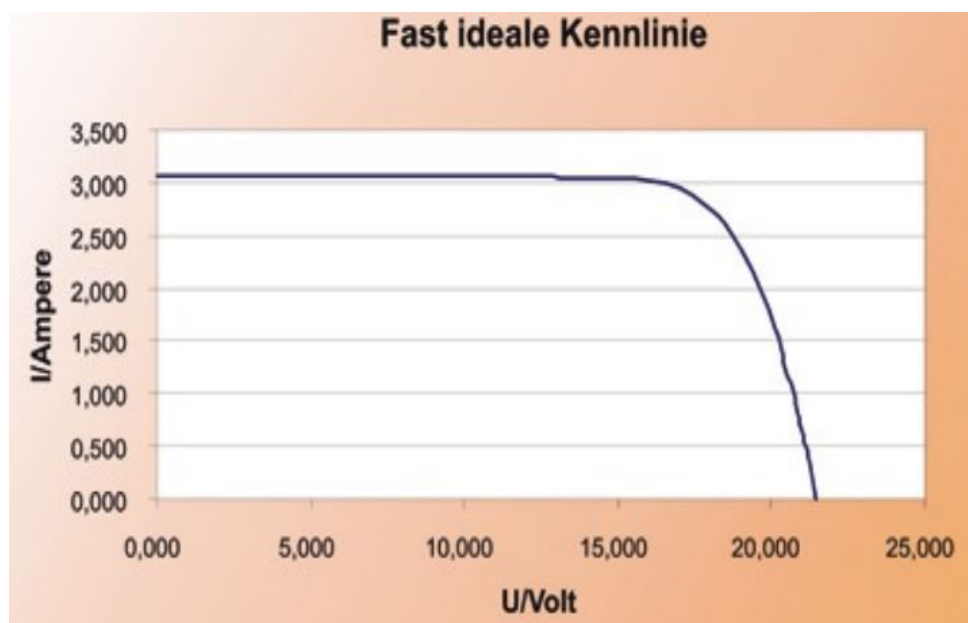


Abbildung 2: Die Kennlinie, welche mittels der Formeln ermittelt wurde.

3 Hardware

3.1 Controller

3.2 Messschaltung

3.3 Regler

3.4 Bedienung

4 Software

4.1 Regelung

4.2 Bedienung

4.3 Software

5 Validierung

5.1 Hardware

6 Schlusswort

A Anhang