



SUNdidactics
SolarEnergyDidactics
SolarEducation
SolarEngineering
Photovoltaics + Solarthermal
innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung
innovative solar- systems for school, college, technical education

NILS ISFH
Kooperationspartner
cooperation partner
 Lernwerkstatt NILS-ISFH
 am Institut für Solarenergieforschung
 ISFH
 An- Institut der Leibniz Universität
 Hannover
Solartechnik
Solardidaktik
Solare Wissenschaft
Solar technology Solar didactics
Solar science

Photovoltaik-
System
SUSE
Solartechnik
Experimentiergeräte
Solare Experimente
von der Grundschule
bis zum Abitur
Solar technology
Experimentation devices
Solar experiments

BNE
Bildung
für
nachhaltige
Entwicklung
Education
for
Sustainable
Development

Solardidactic – Solarzellen – Solarmodule – PV- Experimentiergeräte – PV –Experimentieranleitungen – Solarthermie- Experimentiergeräte
 didaktische Konzepte – Solarberatung – Fortbildung – solare Aus- und Weiterbildung – Solarspielzeug
Solardidactics + solar cells + solar modules + photovoltaic experiment devices + solar toys + solar education and training

SUNdidactics Solar Systems Hildesheim, Germany

Phone: +49(0)5121 860730 Fax: +49(0)3222 3706689 Mail: info@sundidactics.de Mobile: +49(0)1757660607 Web: www.sundidactics.de skype: wolfschanz

Kondensatorladung und Entladung mit SUSE 5.22

mit Verwendung der optischen Bank SUSE 5.0, des Halogenstrahlers SUSE 5.16, des Speichermoduls SUSE 4.12 sowie Solarmotor SUSE 4.16



Notwendige Bauteile:

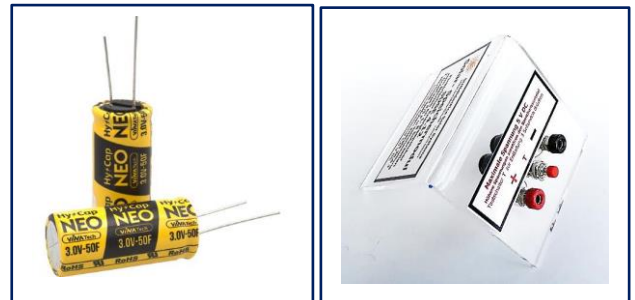
Optische Bank SUSE 5.0, Solarmodul SUSE 5.22, 1 Halogenstrahler SUSE 5.16, Netzgerät 12V/>3A, 2 Muffen, 6 Laborkabel, Solarspeichermodul SUSE 4.12 und Solarmotor SUSE 4.16. 1 Multimeter und optional CassyLab zur Messung und Aufzeichnung der Auf- und Entladevorgänge.

Grundlagen:

Superkondensatoren (Mehrschichtkondensatoren) mit ihren hohen Kapazitäten von einigen Farad (F) bis hunderten Farad sind wichtige Speicherbausteine für elektrische Energie. Sie können elektrische Energie schnell und unkompliziert speichern und wieder abgeben. Wie für alle Kondensatoren gilt auch hier:

$$Q = C * U$$

Q = Gespeicherte el. Ladung in As
 C = Kapazität des Kondensators
 U = Ladespannung



Im Speichermodul **SUSE 4.12** sind **2 Superkondensatoren mit je 5F** Kapazität in Reihenschaltung eingebaut, ihr **+ Anschluss ist die rote Buchse**, ihr Minusanschluss die schwarze Buchse. Der Tastschalter T in der Mitte dient zur Entladung, er schließt Plus- und Minusanschluss beim Drücken des Schalters kurz. Die maximale Ladespannung eines Kondensators ist 3V, in der Reihenschaltung somit 6 V. **Die Gesamtkapazität der Reihenschaltung ist 2,5 F.** Laden wir beide mit Spannung der **Reihenschaltung beider Solarzellen ca. 1,2 V** auf, erhalten wir die **Ladungsmenge Q = 3 As.**

Für die **gespeicherte Energie W** beim Kondensator gilt: **W = 1/2 CU²**, hier somit **W = 1,8 J.**

Aufbau des Experiments:

Die Laborkabel sollten immer von der Rückseite in die Buchsen des Moduls SUSE 5.22 eingesteckt werden, um Kabelschatten auf den Solarzellen zu vermeiden!

Wie das **Foto 1** zeigt, sind auf der optischen Bank ein Halogenstrahler **SUSE 5.16** und ein Solarmodul **SUSE 5.22** in ca. 35 - 40 cm Abstand befestigt. SUSE 5.16 wird mit 2 Laborkabeln an ein Netzgerät mit 12 V DC oder AC mit I > 3A angeschlossen.

SUSE 5.16 wird in Höhe und Neigung der Lichtquelle so eingestellt, dass beide Solarzellen gleichmäßig bestrahlt werden.

Der Verbindungsstecker ist gesteckt (bzw. der Schalter zwischen den Solarzellen wird eingeschaltet), die Solarzellen sind in Reihe geschaltet. Mit 2 Laborkabeln wird das **Speichermodul SUSE 4.12** polrichtig an die rote (+) und blaue (-) Buchse angeschlossen, das Pluskabel wird aber **erst bei Versuchsbeginn** an die rote Buchse der Solarzellen gesteckt!

Die beiden Pole des Speichermoduls SUSE 4.12 werden mit 2 Laborkabeln mit dem U- Eingang von CassyLab verbunden, CassyLab wird so programmiert, dass U(t) angezeigt wird.

Ohne CassyLab kann das Experiment auch mit einem Multimeter und einer Stoppuhr durchgeführt werden, die Kondensatorspannung wird alle 5 Sekunden abgelesen und tabellarisch festgehalten, damit später per Hand oder mit excel o.ä. ein Graph gezeichnet.

SUSE 5.22 (Version 2019) CassyLab Netzteil für SUSE 5.16 Halogenstrahler SUSE 5.16

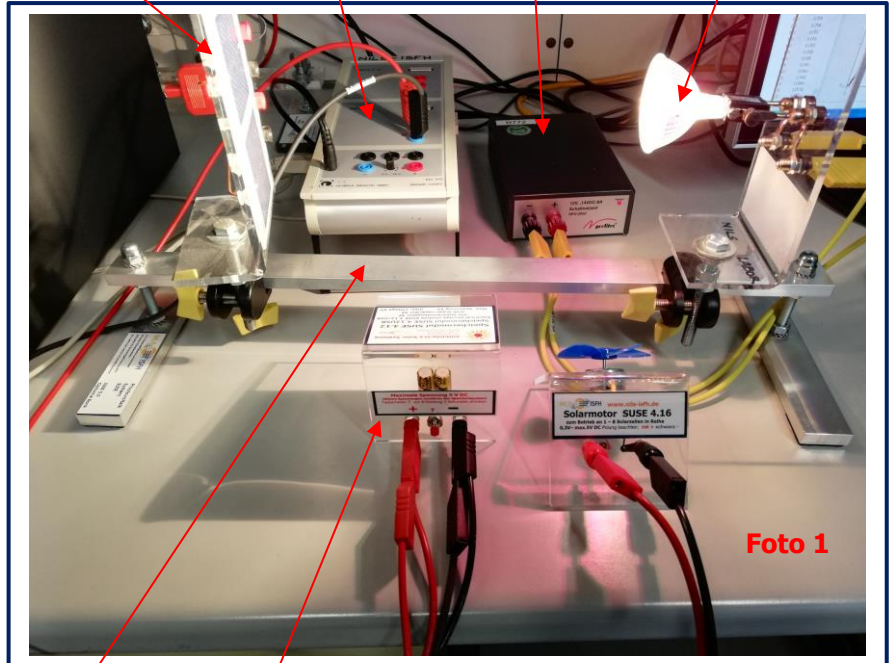


Foto 1

Optische Bank SUSE 5.0 Solarspeicher SUSE 4.12 Solarmotor SUSE 4.16

Versuchsdurchführung:

a) Kondensatoraufladung

Vor dem Start wird der Kondensator durch Drücken des Tastschalters (10 Sekunden!) entladen. Dann wird das Pluskabel des Speichermoduls in die Plusbuchse des Solarmoduls gesteckt, die Aufladung beginnt, Cassy startet automatisch und zeichnet die Aufladekurve **U(t)** auf, siehe **Foto 2**. Es zeigt sich die bekannte e-Funktion der Kondensatoraufladung $U(t) = U_0 - U_0 \cdot e^{-1/RC \cdot t}$. R ist in unserem Fall der sehr kleine Innenwiderstand der Solarzellen, R kann über die abgelesene Halbwertszeit berechnet werden!

Wenn I(t) aufgenommen werden soll, wird der I- Eingang von CassyLab in die Zuleitung zum Kondensator eingeschleift, im Handbetrieb wird ein Amperemeter im MB 10A oder 5A in die Zuleitung eingeschleift.

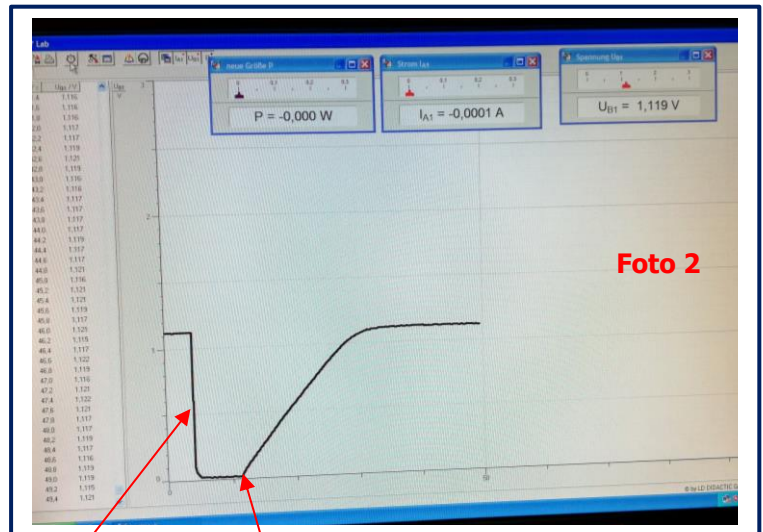


Foto 2

Kondensatorentladung durch Drücken des Tastschalters Start der Aufladung

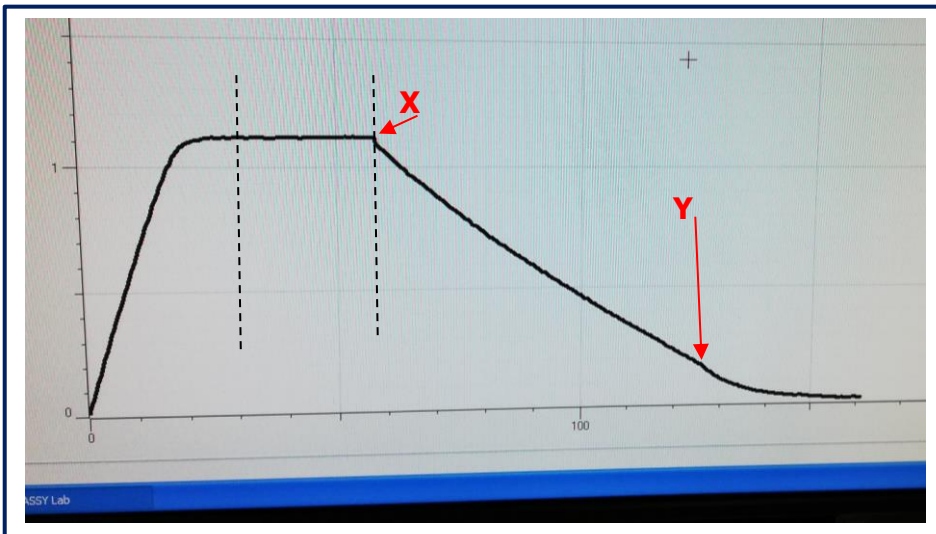
b) Kondensatorentladung

Zur Kondensatorentladung wird der Elektromotor SUSE 4.16 als Verbraucher verwendet. Er wird mit 2 Laborkabeln an das Speichermodul SUSE 4.16 gesteckt, die Plusleitung wird aber erst zu Versuchsbeginn in die rote Buchse an SUSE 4.16 gesteckt!

Der U- Eingang von CassyLab wird mit 2 Laborkabeln an die beiden Buchsen von SUSE 4.16 angesteckt.

Mit dem Einstecken des Pluskabels in die rote Buchse des Speichermoduls startet die Entladung, sie dauert mehrere Minuten! Statt mit CassyLab kann auch hier kann händisch mit einem Multimeter wie oben beschrieben gemessen werden. Die Entladekurve $U(t)$ ist in **Foto 3** dargestellt, hier gilt:

$U = U_0 * e^{-1/RC * t}$, der Widerstand R ist der Widerstand des Elektromotors, er kann über Messung der Halbwertszeit bestimmt werden.



Die Kurve zeigt 3 Phasen, In Phase 1 wird der Kondensator über das Solarmodul auf 1,17 V aufgeladen. In Phase 2 ist C voll aufgeladen, am Punkt X beginnt die Entladung durch Anschluss des Solarmotors an den Solarspeicher SUSE 4.12. Am Punkt Y setzt die Drehung des Motors aus, die Entladung geht aber über die Motorspule weiter!