

Hochschule Mittweida University of Applied Sciences Fakultät Ingenieurwissenschaften		Praktikum Elektrotechnik-NET	
Versuch 3		Messungen im Grundstromkreis Solarzelle	
Seminargruppe <i>MG21w1-B</i>	Namen <i>Strobl, Armin</i>	Testat	/33

1 Zielsetzung

- Untersuchungen am Grundstromkreis
- Diskussion der Begriffe der Leistungs-, Strom- und Spannungsanpassung
- Kennenlernen eines ausgewählten Solarmodules

2 Geräte und Hilfsmittel

- Universal Assembly Panel
- Gleichspannungsversorgungsmodul 0 ... 30 V / 0 ... 1 A
- Digitalmultimeter METRAHit 26S
- Digitalmultimeter METRAHit 29S
- Festwiderstände 100 Ω / 2 W
- Widerstandsdekaden x 1000 Ω , x 100 Ω , x 10 Ω , x 1 Ω
- Solarmodul und Lampe

3 Vorbereitungen

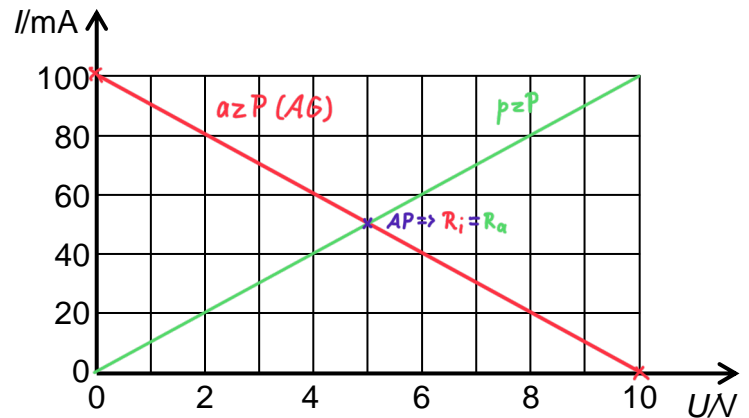
- I-U Kennlinie 4.1 a)
- Herleitungen der normierten Abhängigkeiten 4.1 d)
- Darstellung der theoretischen Verläufe 4.1 d)
- Darstellung der Leistung für eine Solarzelle 4.2 a)
- Bestimmung der Maximalleistung, Arbeitspunkt und Widerstandskennlinie

Testat:

4 Aufgabenstellungen

4.1 Berechnungen und Messungen am Grundstromkreis

- a) Zeichnen Sie in der **Vorbereitung** die **I - U** -Kennlinie des linearen aktiven Zweipols mit $U_q = 10\text{ V}$ und $R_i = 100\ \Omega$ und

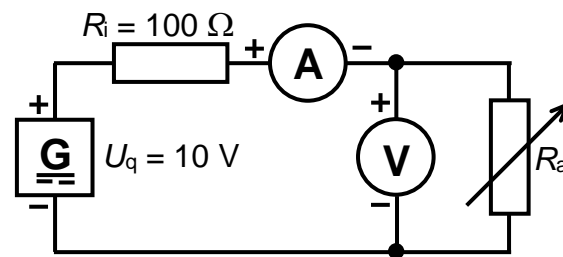


die **I - U** -Kennlinie des daran angeschlossenen Zweipols für den Fall der Anpassung in das gegebene Diagramm ein und bestimmen Sie Spannung und Strom im Arbeitspunkt! (4 Punkte)

↳ Spannung im Arbeitspunkt: $U_{opt} = 5\text{ V}$; Strom im Arbeitspunkt: $I_{opt} = 50\text{ mA}$

- b) Bauen Sie diesen Grundstromkreis auf, indem Sie den realen aktiven Zweipol mit dem geregelten Gleichspannungsversorgungsgerät und einem zusätzlichen Widerstand und den veränderbaren passiven Zweipol mit Hilfe von Widerstandsdekaden realisieren!

Messschaltung:



- c) Messen Sie in diesem Grundstromkreis für die in der Tabelle angegebenen Widerstandswerte für R_a die Spannung und den Strom, berechnen Sie daraus die Leistung an R_a und tragen Sie alle Werte in diese Tabelle ein!

Messergebnisse:

R_a in Ω	0	25	50	75	100
U_a in V	0	2	3,3	4,29	5
I in mA	100	79,8	6,66	57,2	50
P_a in mW	0	159,6	221,778	245,388	250

R_a in Ω	200	300	400	500	600
U_a in V	6,69	7,45	7,97	8,3	8,57
I in mA	33,4	24,8	19,9	16,6	14,3
P_a in mW	223,446	184,76	158,603	137,78	122,551

R_a in Ω	700	800	900	1000	∞
U_a in V	8,75	8,94	9,06	9,15	10
I in mA	12,5	11,2	10	9,13	0
P_a in mW	109,375	99,68	91,506	83,539	0

Testat:

d) Ermitteln Sie in der **Vorbereitung** die normierten Abhängigkeiten

$$\frac{U_a}{U_{a\max}}, \frac{I_a}{I_{a\max}}, \frac{P_a}{P_{a\max}} \text{ und den Wirkungsgrad } \eta \text{ als Funktion von } \frac{R_a}{R_i}.$$

Geben Sie die dafür notwendigen Gleichungen an und stellen Sie diese Funktionen in dem gegebenen Diagramm grafisch dar (auch digital möglich)!

Herleitung: (8 Punkte)

$$\text{für } x \hat{=} \frac{R_a}{R_i} :$$

$$\begin{aligned} \frac{U_a}{U_{a\max}} &= \frac{U_a}{U_g} = \frac{R_a}{R_i + R_a} \quad | : \frac{R_i}{R_i} \\ &= \frac{\frac{R_a}{R_i}}{1 + \frac{R_a}{R_i}} = \frac{x}{1+x} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{I_a}{I_{a\max}} &= \frac{\frac{U_g}{R_i + R_a}}{\frac{U_g}{R_i}} = \frac{R_i}{R_i + R_a} \quad | : \frac{R_i}{R_i} \\ &= \frac{1}{1 + \frac{R_a}{R_i}} = \frac{1}{1+x} \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{P_a}{P_g} = \frac{I \cdot U}{I \cdot U_g} = \frac{U}{U_g} = \frac{x}{1+x}$$

P_a : äußere Leistung (an R_a)
 P_g : Gesamtleistung

max. Leistung an R_a :
bei $R_a = R_i \rightarrow$ Optimum

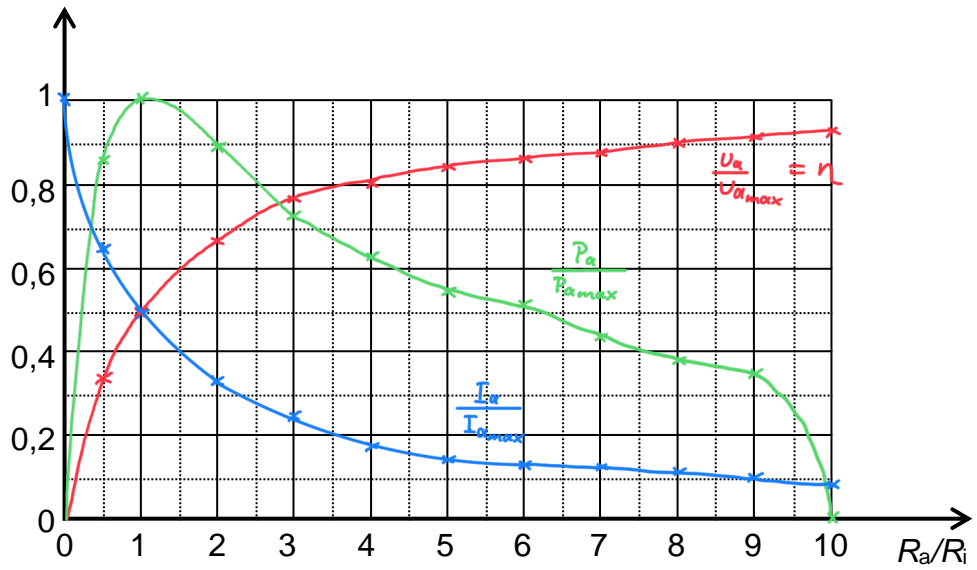
\hookrightarrow Normierung auf $P_{a\max}$:

$$P_{a\max} = \frac{P_a}{R_a = R_i} = U_g^2 \frac{R_a}{(R_i + R_a)^2} = U_g^2 \frac{R_i}{(R_i + R_i)^2} = \frac{U_g^2}{4R_i}$$

$$\begin{aligned} \frac{P_a}{P_{a\max}} &= \frac{U_g^2 \frac{R_a}{(R_i + R_a)^2}}{U_g^2 / R_i} = \frac{4R_i R_a}{(R_i + R_a)^2} \\ &= \frac{4 \cdot \frac{R_a}{R_i}}{\left(1 + \frac{R_a}{R_i}\right)^2} = 4 \cdot \frac{x}{(1+x)^2} \end{aligned}$$

$\frac{U_a}{U_{a\max}} = \frac{x}{1+x}$	$\frac{I_a}{I_{a\max}} = \frac{1}{1+x}$	$\frac{P_a}{P_{a\max}} = 4 \cdot \frac{x}{(1+x)^2}$	$\eta = \frac{x}{1+x}$
---	---	---	------------------------

Tragen Sie auch die in Aufgabe 4.1 c) (-) sowie 4.1 d) (+) ermittelten Werte in das Diagramm ein.



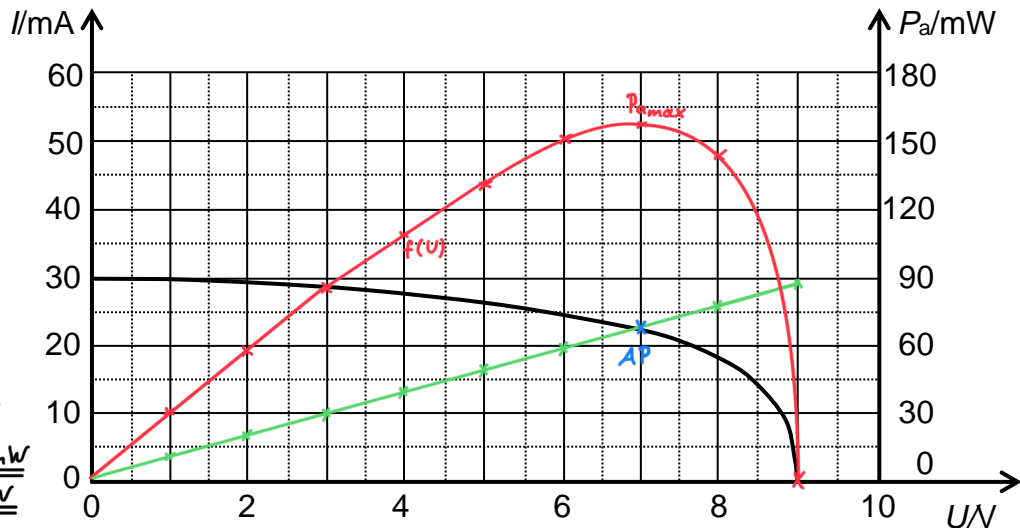
Testat:

4.2 Berechnungen und Messungen an der Solarzelle

- a) Berechnen Sie in der **Vorbereitung** aus der gegebenen $I-U$ -Kennlinie die an R_a abgegebene Leistung P_a als Funktion von U und tragen Sie die Funktion $P_a = f(U)$ in das Diagramm ein! (1 Punkt)

$P_a = U \cdot I = f(U)$

$P_{a_1} = 1 \text{ V} \cdot 30 \text{ mA} = \underline{30 \text{ mW}}$
 $P_{a_2} = 2 \text{ V} \cdot 29 \text{ mA} = \underline{58 \text{ mW}}$
 $P_{a_3} = 3 \text{ V} \cdot 28 \text{ mA} = \underline{84 \text{ mW}}$
 $P_{a_4} = 4 \text{ V} \cdot 27 \text{ mA} = \underline{108 \text{ mW}}$
 $P_{a_5} = 5 \text{ V} \cdot 26 \text{ mA} = \underline{130 \text{ mW}}$
 $P_{a_6} = 6 \text{ V} \cdot 25 \text{ mA} = \underline{150 \text{ mW}}$
 $P_{a_7} = 7 \text{ V} \cdot 22,5 \text{ mA} = \underline{157,5 \text{ mW}}$
 $P_{a_8} = 8 \text{ V} \cdot 18 \text{ mA} = \underline{144 \text{ mW}}$
 $P_{a_9} = 9 \text{ V} \cdot 0 \text{ mA} = \underline{0 \text{ mW}}$



- b) Bestimmen Sie in der **Vorbereitung** aus der unter a) ermittelten Funktion $P_a = f(U)$ die maximale Leistung (P_{amax}) und kennzeichnen Sie den zugehörigen Arbeitspunkt! Zeichnen Sie die Kennlinie des dazu erforderlichen Lastwiderstandes R_{aopt} ein und bestimmen Sie dessen Größe! (4 Punkte)

abgelesene Werte aus der Kennlinie zur Berechnung von R_{aopt} :

$U = \underline{7} \text{ V}$

$I = \underline{22,5} \text{ mA}$

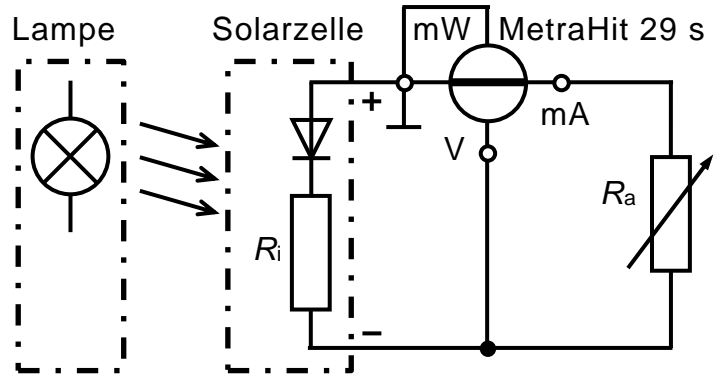
$P_{amax} = \underline{157,5} \text{ mW}$

$R_{aopt} = \underline{311,11} \text{ } \Omega$

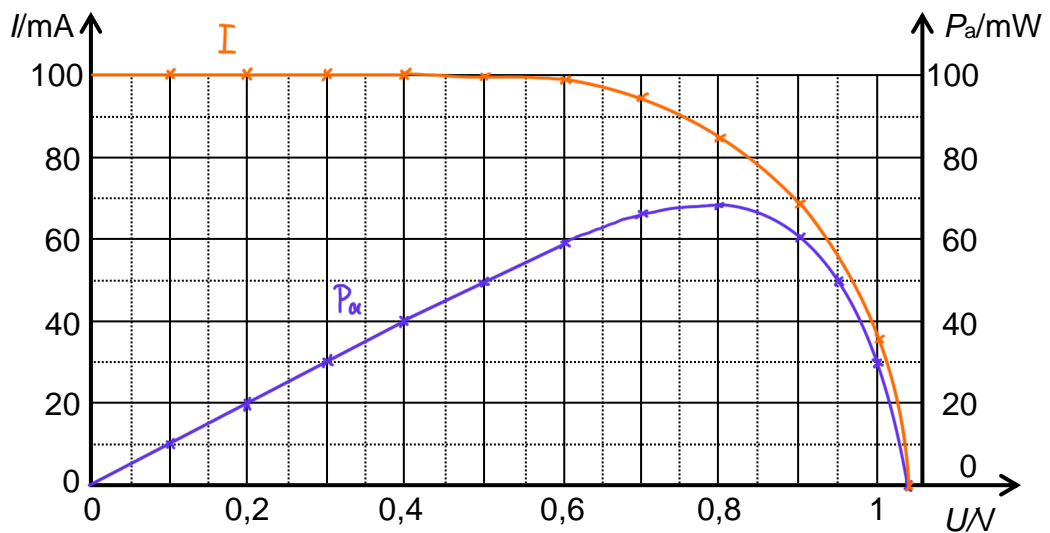
Testat:

- c) Nehmen Sie die Strom-Spannungs-Kennlinie und gleichzeitig die Leistungs-Spannungs-Kennlinie (Messwerte U , I , P vom MetraHit 29s) des vorliegenden Solarmoduls auf und stellen Sie beide im angegebenen Diagramm grafisch dar. Stellen Sie dazu durch Veränderung des Abstandes der Glühlampe von der Solarzelle die Beleuchtungsstärke so ein, dass an der Solarzelle ein Kurzschlussstrom von 100 mA fließt! (2 Punkte)

Messschaltung:



Messergebnis:



ACHTUNG!

Achten Sie während der Messung auf das Erreichen des Punktes Maximaler Leistung und tragen Sie die alle dazugehörigen Werte in die Tabelle ein. Lesen Sie den R_{aopt} von der Widerstandsdekade ab

(5 Punkte)

U_{MPP} in V	I_{MPP} in mA	P_{amax} in mW	R_{aopt} in Ω
0,785	87,3	68,5	9

Testat:

- d) Reduzieren Sie die Beleuchtungsstärke so, dass ein Kurzschlussstrom von 50mA fließt, stellen Sie den unter d) ermittelten Widerstand R_{aopt} ein und tragen Sie die Messwerte in die Tabelle ein. Variieren Sie nun den Widerstand R_a so, dass sich der neue Maximalwert der Leistung einstellt! (8 Punkte)

U_{MPP} in V	I_{MPP} in mA	P_{amax} in mW	R_{aopt} in Ω
0,498	49,6	24,7	9
0,766	42,5	32,4	17

Welche Schlussfolgerungen ziehen Sie aus den ermittelten Ergebnissen? (1 Punkt)

Mit der Änderung der Beleuchtungsstärke geht eine Änderung des Leistungsmaximums einher.

→ Zum Erreichen des neuen Leistungsmaximum muss der Lastwiderstand angepasst werden.

Testat: